

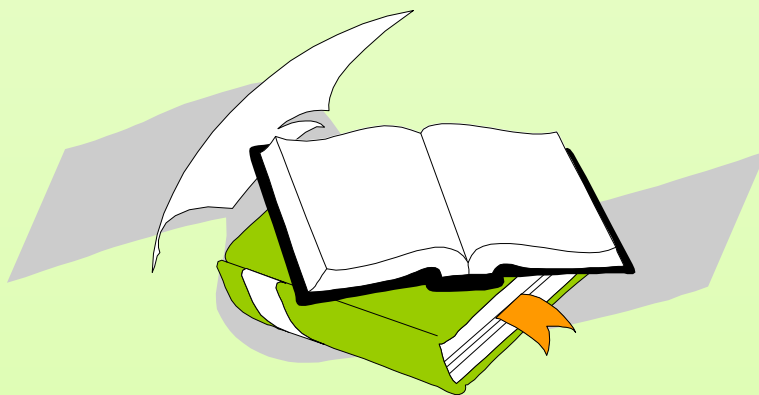
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUXANDISLIK QURILISH
ISNTITUTI**

“ENERGETIKA” KAFEDRASI

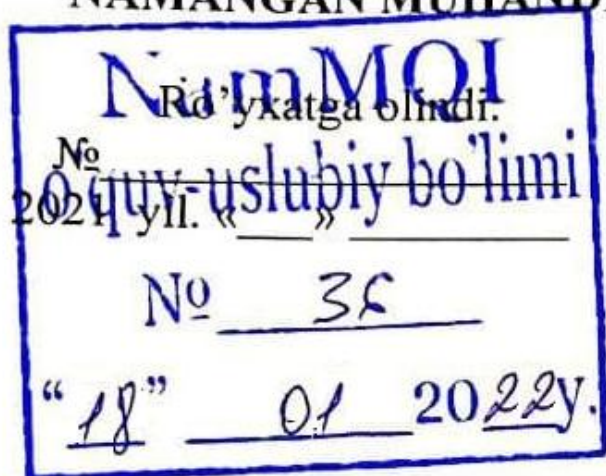
**“QUYOSH ELEMENTLARI, FOTOELEKTRIK
BATAREYALAR VA ULARNING BUTLOVSHI
QURILMALARINI TAYYORLASH
TEXNOLOGIYASI”**

**FANI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**



NAMANGAN – 2022

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI**



“ENERGETIKA” KAFEDRASI

**“QUYOSH ELEMENTLARI, FOTOELEKTRIK
BATAREYALAR VA ULARNING BUTLOVSHI
QURILMALARINI TAYYORLASH
TEXNOLOGIYASI”**

**FANI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY MAJMUA**

Namangan – 2022

Ushbu o'quv-uslubiy majmua "Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi" fani bo'yicha ma'ruza, tajriba, amaliy mashg'ulotlar asosida yaratilgan bo'lib, unda ma'ruza, amaliy mashg'ulotlarni o'rganish bo'yicha 5312400 – Muqobil energiya manbalari ta'lim yo'nalishi uchun fanning o'quv dasturi, ishchi o'quv dasturi, ma'ruzalar matni, tajriba va amaliy mashg'ulotlariga uslubiy ko'rsatmalar, ta'lim texnologiyasi, vizual va ko'rgazmali taqdimot slaydlari, savol-javoblar, test savollari jamlangan.

Mazkur o'quv-uslubiy majmua oliy o'quv yurtlari talabalari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o'quv-uslubiy majmuadan professor-o'qituvchilar, ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar va korxonalarining mutaxassislari foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchilar: M.To'ychiyeva. NamMQI "Energetika" kafedrasida katta o'qituvchisi
D.Zokirova. NamMQI "Energetika" kafedrasida katta o'qituvchisi

Taqrizchilar: Sh.Nabiyev. NamMQI "Energetika" kafedrasida dotsenti.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Energetika kafedrasining 2021 yil "27" 12 dagi "5/21"-sonli yigilishida muhokamadan o'tgan va fakultet ilmiy-uslubiy kengashi uchun muhokamaga tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua Energetika va mehnat muhofazasi fakulteti ilmiy-uslubiy kengashining 2021 yil "28" 12 dagi "5"-sonli yigilishida muhokama qilingan va institut ilmiy-uslubiy kengashi uchun muhokamaga tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua institut ilmiy-uslubiy kengashining 2022 yil "18" 01 dagi "6"-sonli yigilishida muhokama qilingan va o'quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	O'QUV MATERIALLARI.....	6
1.1.	Ma'ruza mashg'uloti materiallari.....	6
1.2.	Amaliy mashg'uloti materiallari.....	45
1.3.	Laboratoriya mashg'uloti materiallari.....	58
1.4.	Keys to'plami.....	93
II	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....	100
III	GLOSSARIY.....	120
IV	ILOVALAR.....	128
4.1.	Fan dasturi.....	1288
4.2.	Ishchi fan dasturi.....	134
4.3.	Tarqatma materiallar.....	147
4.4.	Testlar.....	169
4.5.	Baholash me'zoni.....	193
V	ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	194

I.O'QUV MATERIALLARI

1.1. Ma'ruza mashg'uloti materiallari

“Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi” fani bo'yicha ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqishning kontseptual asoslari

Ta'lim texnologiyasi insoniylik tamoyillariga tayanadi. Falsafa, pedagogika va psixologiyada bu yo'nalishning o'ziga xosligi talabanning individualligiga alohida e'tibor berish orqali namoyon bo'ladi.

SHulardan kelib chiqqan holda “Informatika va axborot texnologiyalari” kursining ta'lim texnologiyalarini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontseptual yondashuvlarga e'tibor berish kerak.

Ta'limning shaxsga yo'naltirilganligi. O'z mohiyatiga ko'ra bu yo'nalish ta'lim jarayonidagi barcha ishtirokchilarning to'laqonli rivojlanishini ko'zda tutadi. Bu esa Davlat ta'lim standarti talablariga rioya qilgan holda o'quvchining intellektual rivojlanishi darajasiga yo'naltirilib qolmay, uningning ruhiy-kasbiy va shaxsiy xususiyatlarini hisobga olishni ham anglatadi.

- **Tizimli yondashuv.** Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam qilishi zarur: jarayonning mantiqiyliigi, undagi qismlarning o'zaro aloqadorligi, yaxlitligi.

- **Amaliy yondashuv.** SHaxsda ish yuritish xususiyatlarini shakllantirishga ta'lim jarayonini yo'naltirish; o'quvchi faoliyatini faollashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha layoqati va imkoniyatlarini, sinchkovligi va tashabbuskorligini ishga solishni shart qilib qo'yadi.

- **Dialogik yondashuv.** Ta'lim jarayonidagi ishtirokchi sub'ektlarning psixologik birligi va o'zaro hamkorligini yaratish zaruratini belgilaydi. Natijada esa, shaxsning ijodiy faolligi va taqdimot kuchayadi.

- **Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish.** Demokratiya, tenglik, sub'ektlar munosabatida o'qituvchi va o'quvchining tengligi, maqsadini va faoliyat mazmunini birgalikda aniqlashni ko'zda tutadi.

- **Muammoli yondashuv.** Ta'lim jarayonini muammoli holatlar orqali namoyish qilish asosida o'quvchi bilan birgalikdagi hamkorlikni faollashtirish usullaridan biridir. Bu jarayonda ilmiy bilishning ob'ektiv ziddiyatlarini aniqlash va ularni hal qilishning dialektik tafakkurni rivojlantirish va ularni amaliy faoliyatda ijodiy ravishda qo'llash ta'minlanadi.

- **Axborot berishning eng yangi vosita va usullaridan foydalanish,** ya'ni o'quv jarayoniga kompyuter va axborot texnologiyalarini jalb qilish.

Yuqoridagi kontseptual yondashuv va “Informatika va axborot texnologiyalari” fanining tarkibi, mazmuni, o'quv axborot hajmidan kelib chiqqan holda o'qitishning quyidagi usul va vositalari tanlab olindi.

- **O'qitish usullari va texnikasi:** muloqot, keys stadi, muammoli usul, o'rgatuvchi o'yinlar, “aqliy hujum”, insert, “Birgalikda o'rganamiz”, pinbord, ma'ruza (kirish ma'ruzasi, vizual ma'ruza, tematik, ma'ruza-konferentsiya, aniq holatlarni yechish, avvaldan rejalashtirilgan xatoli, sharhlovchi, yakuniy).

- **O'qitishni tashkil qilish shakllari:** frontal, kollektiv, guruhiiy, dialog, polilog va o'zaro hamkorlikka asoslangan.

- **O'qitish vositalari:** odatdagi o'qitish vositalari (darslik, ma'ruza matni, tayanch konspekti, kodoskop)dan tashqari grafik organayzerlar, kompyuter va axborot texnologiyalari.

- **O'zaro aloqa vositalari:** nazorat natijalarining tahlili asosida o'qitishning diagnostikasi (tashxisi).

- **Boshqarishning usuli va vositalari.** O'quv mashg'ulotini texnologik karta ko'rinishida rejalashtirish o'quv mashg'ulotining bosqichlarini belgilab, qo'yilgan maqsadga erishishda o'quvchi va o'qituvchining hamkorlikdagi faoliyatini talabalarning auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarini aniqlab beradi.

- **Monitoring va baholash.** O'quv mashg'uloti va butun kurs davomida o'qitish natijalarini kuzatib borish, o'quvchi faoliyatini har bir mashg'ulot va yil davomida reyting asosida baholash.

Ma'ruza mashg'ulotini tashkil etishning shakl va xususiyatlari:

№	Ma'ruza shakllari	O'ziga xos tavsiflovchi xususiyatlari
1.	Kirish ma'ruzasi	Fan to'g'risida yaxlit tasavvur hamda ma'lum yo'nalishlar beradi. Pedagogik vazifasi: o'quvchini ushbu fanning vazifalari va maqsadi bilan tanishtirish, kasbiy tayyorgarlik tizimida uning o'rni va rolini belgilash, kursning qisqacha sharhini berish, fanning yutuqlari va taniqli olimlar nomlari bilan tanishtirib, kelajakdagi izlanishlarning yo'nalishini belgilash, tavsiya qilingan o'quv-uslubiy adabiyotlar tahlilini berish, hisobot va baholashning muddatlari va shakllarini belgilash.
2.	Ma'ruza axborot	Ma'ruzaning odatdagi an'anaviy turi. Pedagogik vazifasi: o'quv ma'lumotlarini bayon qilish va tushuntirish.
3.	SHarhlovchi ma'ruza	Bayon qilinayotgan nazariy fikrlarning o'zagini, ilmiy tushunchalar va butun kurs yoki bo'limlarining kontseptual asosini tashkil etadi. Pedagogik vazifasi: ilmiy bilimlarni tizimlashtirishni amalga oshirish, fanlarning o'zaro aloqadorligini ochish.
4.	Muammoli ma'ruza	Yangi bilimlar qo'yilgan savol, masala, holatning muammoliligi orqali beriladi. Bunda o'quvchining o'qituvchi bilan birgalikdagi bilish jarayoni ilmiy izlanishga yaqinlashdi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv axborotining mazmunini ochish, muammoni qo'yish va uni yechimini topishni tashkil qilish, hozirgi zamon nuqtai nazarlarini tahlil qilish.
5.	Vizual ma'ruza	Ma'ruzaning mazkur shakli vizual materiallarni namoyish etish hamda ularga aniq va qisqa sharhlar berishga qaratilgan. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarini o'qitishning texnik vositalari va audio, videotexnika yordamida berish.
6.	Binar (ikki kishilik) ma'ruza	Bu ma'ruza ikki o'qituvchining yoki ikkita ilmiy maktab namoyondasining, o'qituvchi-talabaning dialogidan iborat. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarining mazmunini yoritish.
7.	Avvaldan rejalashtirilgan xatoli ma'ruza	Xatolarni izlashga mo'ljallangan mazmuni va uslubiyatida, ma'ruza oxirida tinglovchilar tashxisi o'tkaziladi va qilingan xatolar tekshiriladi. Pedagogik vazifasi: yangi materiallar mazmunini yoritish, berilgan ma'lumotni doimiy nazorat qilishga talabalarni rag'batlantirish.
8.	Ma'ruza konferentsiya	Avvaldan qo'yilgan muammo va dokladlar tizimi (5-10 minut)dan iborat ilmiy-amaliy dars sifatida o'quv dasturi chegarasida o'tiladi. Dokladlar birgalikda muammoni har tomonlama yoritishga qaratilishi kerak. Mashg'ulot oxirida o'qituvchi mustaqil ishlar va talabalarning ma'ruzalarga yakun yasab, to'ldirib, aniqlashtirib xulosa qiladi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotning mazmunini yoritish.
9.	Maslahat ma'ruza	Turli stsenariylar yordamida o'tishi mumkin. Masalan, 1) «Savol-javob» - ma'ruzachi tomonidan butun kurs bo'yicha yoki alohida bo'lim bo'yicha savollarga javob beriladi. 2) «Savol-javob-diskussiya» - izlanishga imkon beradi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotni o'zlashtirishga qaratilgan.

1-mavzu. “Fotoelektrik batareyalar va qurilmalar texnologiyalari” faniga kirish.

Quyoshni gigant termoyadro reaktoriga qiyoslash mumkin. U mutlaq qora qattik jismga oʻxshab 6000°S haroratda energiyasini nurlantiradi. Bu nurlanishning manbai termoyadro reaksiyasidir. Har soniyada taqriban $6 \cdot 10^{11}$ kg vodorod quyosh qaʼrida geliyga aylanadi. Natijada massalar defekti $4 \cdot 10^3$ kg teng bulib, $E=mc^2$ tenglamaga asosan ajralib chiqayotgan energiya $4 \cdot 10^{20}$ Joule ga tengdir. Ajralib chiqayotgan energiya asosan elektromagnit toʻlqinlar koʻrinishida bulib nurlanishning asosiy qismi 0,2-3 mkm oralikdadir. quyoshning toʻliq massasi hozirgi kunda taqriban $2 \cdot 10^{30}$ kg boʻlib, u uzluksiz 10 mlrd. yil davomida turishi mumkin.

Er quyosh atrofida elliptik orbitada xarakatlanadi. quyoshning diametri taqriban $1,39 \cdot 10^9$ metrga teng. Bir astronomik birlikka teng masofadagi ($1 \text{ a.b.} = 1496 \cdot 10^8 \text{ m}$, taqriban 150 mln.km) quyosh nurlariga perpendikulyar joylashgan yuzadagi energetik yoritilganlik, quyosh doimiyligi (q.d.) deyiladi. q.d. kattaligi 1353 Vt/m^2 ga teng. Yil davomida Yer-quyosh orasidagi masofa oʻzgarishi q.d.ni +0,34 gacha oʻzgarishiga olib kelishi mumkin.

Qiyoslash uchun quyidagi jadvalda quyosh tizimidagi planetalar orbitalarida quyosh nurlanishi oqimining zichligi q.d. qismlarida keltirilgan.

Planetalar	Planeta–Er orasidagi oʻrtacha masofa	Er sutkalarida yil davomiyligi	Quyosh nurlanishi oqimining zichligi q.d. mVt/sm^2
Merkuriy	$57,91 \cdot 10^6 \text{ km}$	88	6,67 903
Venera	$108,21 \cdot 10^6 \text{ km}$	225	1,91 258,6
Er	$149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$	365	1,00 135,3
Mars	$227,94 \cdot 10^6 \text{ km}$	687	0,4367 58,28
Yupiter	$778,3 \cdot 10^6 \text{ km}$	4333	0,037 5,0
Saturn	$1427 \cdot 10^6 \text{ km}$	10760	0,011 1,49

Er alʼbedosi

Er sirti alʼbedosi deb, uning sirtidan oʻrab turuvchi atrof muhitga qaytgan nurlanish oqimining, unga tushayotgan oqimning nisbatiga aytiladi. Sirtidan diffuz qaytish uchun hisoblangan Yer alʼbedosining oʻrtacha qiymati 0,34 ga teng.

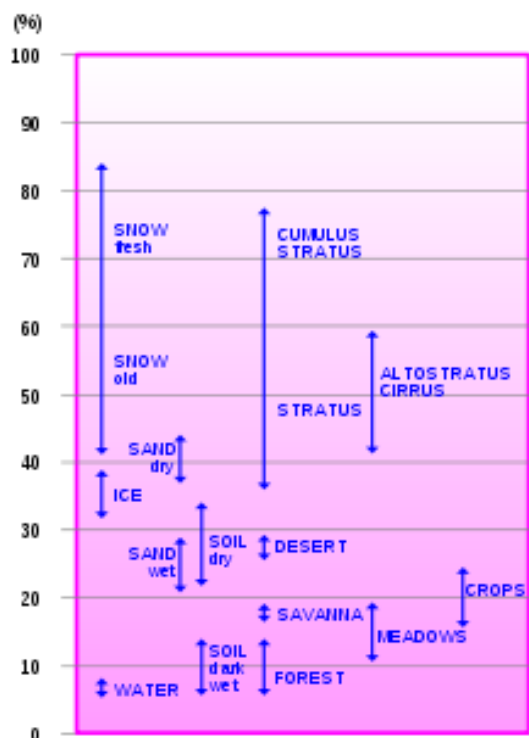
Quyosh tizimini boshqa planetalar bilan alʼbedosi

Planetalar	Geometrik alʼbedo	SHarsimon alʼbedo
Merkuriy	0,106	0,119
Venera	0,65	0,76
Er	0,367	0,306
Oy	0,12	0,067
Mars	0,15	0,16
Yupiter	0,52	0,343
Saturn	0,47	0,342
Uran	0,51	0,3

Neptun	0,41	0,29
Pluton	0,6	0,5

Er atmosfera massasi 1 ga teng deb olinsa, qaytgan nurning spektri Yer sirtidagi quyosh nurlanishi spektriga aynan o'xshash deb hisoblanadi.

Er atmosferasi o'zining optik xususiyatlariga asosan selektiv yorug'lik filtri bo'lib, koinotdan kelaetgan quyosh nurlanishini o'zgartiradi. Agar nurlanish oqimi atmosferadan o'tib Yer sirtiga tik tushsa, u holda nurlanish bosib o'tgan optik masofa bir atmosfera massasiga teng deb hisoblanadi va AM 1 bilan belgilanadi. +iya tushaetgan nurlarning optik masofasi uzunligini ularning AM 1 optik masofa kattaligiga qiyoslab aniqlash mumkin. Agar nurlanish oqimi atmosfera ta'sirida o'zgarmasa, uning optik atmosfera massasi nolga teng bo'lib, u AM 0 deb belgilanadi.



1-rasm. Quyosh nurini xar xil yuzalarga diffuziya orqali tarqalishi % da.

To'g'ridan to'g'ri tushayotgan quyosh nurlanishi oqimining Dengiz sathida qoq tush paytida ochiq havoda Yer sirtidagi energetik yoritilganligi $\approx 100 \text{ mVt/sm}^2$ teng deb hisoblanadi.

Insolyatsiya deb, ma'lum geografik hududda Yer sirtiga tushayotgan quyosh nurlanishining miqdoriga aytiladi. Insolyatsiya, Yer-quyosh tizimida masofaning mavsumiy tebranishlariga, geografik kenglikka, hududning muhitiga va atmosfera massasiga bog'likdir. Insolyatsiyani odatda quyosh nurlanishining kunlik, oylik, yillik o'rtacha miqdori bilan ko'rsatiladi.

XIX asr davomida fiziklar tomonidan elektr tokini o'rganilishi atom bo'linishi mumkinligining asosiy eksperimental omili bo'ldi. 1874 yilda irland olimi Jorj Jonston Stouni elektr toki atomlar bilan bog'langan elementar zaryadlardan iborat degan g'oyani oldinga surdi va bu elementar zaryad kattaligini xisoblab chiqdi; 1891 yilda esa Stouni unga elektron deb nom berdi.

Zaryadlangan gaz va vakuumda elektr zaryadlarni tadqiq qilishni 1859 yilda nemis fizigi Yulius Plyukker boshlagan, undan keyin bu ishlarlar davomi sifatida, 1869-1875 yillarda Gittorf i Uilyam Kruks katoddan anodgacha tarqaluvchi, ko'rinmas *katod nurlari*ni ochdilar. Tabiatda katod nurlari, to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqaladi va anod tomonida shisha aylanasi bo'ylab flyuorestsentsiya xosil qiladi, katod nurlari tabiati uzoq vaqt aniq bo'lmagan; nemis fiziklari to'liqinsimon inglizlar esa korpuskulyar xolatda deb taklif qilishgan.

1895 yilda frantsuz fiziki Jan Batist Perren elektromagnit maydonida katod nurlari o'z yo'nalishini o'zgartirishini kuzatgan, u o'z tarkibida manfiy zaryadlangan zarra xossasini namoyon qilishini ko'rsatib bergan. Nihoyat, 1897 yilda ingliz Jozef Jon Tomson i nemis fizigi Emil Vixert bir biridan bexabar ravishda elektron zaryadini uning massasiga nisbatini aniqlashgan, oqibatda uning zarracha ekanligini isbotlashgan. Ularning natijalariga ko'ra elektronning massasi vodorod atomi massasining $1/4000$ dan $1/2000$ gacha bo'lgan qismiga teng; yana shuni aytish kerakki, elektron massasi orqali uning tezligini (elektronning aniq zaryadi qiymatini 1917 yilda ingliz fizigi Robert Endryus Milliken topgan) xam aniqlashga erishildi.

Katod nurlarining o'rganilishi boshqa qator muhim kashfiyotlarga sabab bo'ldi. 1895 yilda Vil'gel'm Konrad Rentgen katod nurlarini antikatod bilan to'qnashishi natijasida yangi tur nurlanish—X nurini (rentgen nuri) aniqladi. Tabiatda rentgen nurlari kelib chiqishi to'g'risida xar xil farazlar mavjud, ya'ni X—nuri ultrabinafsha nurlari tabiatiga ega, yoki uning korpuskulyar tabiati kabi takliflar bildirilgan. Oqibatda X—nurining to'liqinsimon tabiatini 1913 yilda Maks Teodor . Feliks fon Laue kristallardagi difraktsiya xodisasini kuzatishi natijasida isbotladi.

Antuan Anri Bekkerel uran tuzining flyuorestsentsiya nurlanishini o'rgangandan keyin, shu haqidagi o'zidan oldingi aytilgan farazlarni tekshirib, frantsuz matematigi Anri Puankare X — nuri katod nuri bilan alokasi yo'q, degan xulosaga keldi. Bekkerel yozma ishlarida aytadiki, sul'fat uranilga quyosh nuri ta'sir ettirilganda unda nurlanish xodisasi kuzatiladi, fotoplastinkaning qora qog'ozida iz qoldiradi. Bir necha kundan keyin, uran tuzlari fotoplastinkada iz qoldirishini, hattoki quyosh yorug'ligi bo'lmaganda ham ularda doimo nurlanish sodir bo'lishini kuzatdi. Yana shuni ta'kidlash lozimki, 1858 yilda frantsuz olimi N'eps de Sen-Viktor o'z tadqiqotlarida kumush tuzlaridan nitrat uranil olish jarayonlarida bu xodisani kuzatdi, lekin uning ishlari o'sha vaqtlarda uncha katta qiziqish uyg'otmadi.

1897-1898 yillarda frantsuz fiziklari P'yer Kyuri va Mariya Sklodovskaya-Kyurilar uran atomi uran nurlanishini sodir qilishini aniqladilar, bu xodisa uranning qaysi birikmasi bo'lishidan qat'iy nazar sodir bo'ladi. 1898 yilda Kyurining umr yildoshi bu xodisa yana boshqa bir element — toriyda kuzatilishini aniqlagan. Ular shu yildan boshlab, bogem smolali aldanmasi rudasini o'rganish natijasida, uning toza uranga nisbatan kuchli nurlanish (Kyurining umr yildoshi *radioaktivlik* terminni taklif etdi) sodir qilishini aniqlashdi. Ularning ishlari natijasi yana ikki yangi radioaktiv element — poloniy va radiy ochilishga sabab bo'ldi.

1899 yilda ingliz fiziki Ernest Rezerford bir jinsli bo'lmagan uran nurlanishini aniqladi: bu xodisa magnit maydonida quyidagicha bo'linadi, ular ikki tarkibiy qismga bo'lish mumkin, umumiy zarralar to'dasi musbat va manfiy zarralardan tashqil topgan bo'ladi. Pol Villar 1900 yilda yana bitta tipni, ya'ni nurning magnit maydonida og'masligini aniqladi. Rezerford bu nurlanishlarni grek alfavitining bosh xarflari bilan, ya'ni: *alfa-nuri*, *beta-nuri* va *gamma-nuri* deb belgilashni taklif qildi. Bekkerel magnit maydonida β — nurining shu yo'nalish va shu kattalik bilan og'ishini ko'rsatdi, bu katod nuriga o'xshashgan va tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bu zarralar o'zini elektronlar to'dasiday namoyon etadi.

1900 yilda Rezerford toriy birikmalari to'xtovsiz ravishda maydalanib radioaktiv gaz (radon) ajratishini, bu kabi moddalar tadqiqotlar boshlang'ich maxsulotlarning radioaktiv bo'lakcha(chiqindi)lari ekanligini aniqladi. 1903 yilda Uilyam Ramzay birinchi bo'lib inert gazlarni ochdi, Frederik Soddi esa radiyning α — parchalanishida geliy xosil bo'lishini isbotladi. SHu yilda E. Rezerford va F. Soddi rdioaktiv parchalanish nazariyasiga asos soldilar, ular o'z ishlarida shularni ko'rsatdilarki, uran, toriy va aktiniy radioaktiv elementlar oilasining boshlang'ich elementlari xisoblanadi, ularning maxsulotlari parchalanganda oxirgi mahsulot sifatida qo'rg'oshin xosil bo'ladi. P. Kyuri radioaktiv elementlarning muxim xarakteristik belgisi sifatida yarim yemirilish davri terminini taklif qildi.

1914 yilda fiziklar va kimyogarlar davriy jadvaldagi elementlar xolatni aniqlash yo'llarini izlay boshladilar, ingliz fizigi Genri Gvin Jefris Mozli davriy jadvaldagi elementlar asosidan olingan chastota xarakteristik rentgen nurlanishi to'g'ri chiziq bo'yicha davriy jadvaldagi element atom nomeriga mos kelishini aniqladi. Mozli qonuni elementlar xarakteristik kattaliklarini tajribada to'g'riligini tasdiqlaydi, davriy jadvaldagi radioaktiv izotoplar tartiblanish qatori ularning atom

massalari oshib borishi bilan mos keladi. Aynan elementlar atom nomeri bo'yicha joylashishida kimyoviy elementlar klassifikatsiyasida atomi musbat zaryadi asosiy belgi ekanligini golland olimi Antonius van den Bruk o'z ilmiy ishlari bilan tasdiqlagan. 1920 yilda ingliz fiziki Jeyms CHedvik tajribada mis, kumush va platinaning yadro zaryadini aniqlagan, uning olgan qiymatlari 29.3, 46.3 va 77.4 ga mos keladi, amaliyotda esa ularning atom nomeri: 29, 47 va 78 ga mos keladi.

XX asrning 20-yillaridan keyin kimyoviy element tushunchasi o'zgara boshladi, bu ayniqsa Robert Boyl ishlarida yaqqol ko'rindi. O'sha vaqtlari element bo'linmaydigan atomlardan iborat tarkibiy qism degan ayniyat mavjud edi, Robert Boyl esa element - atomlar atrofida yadro zaryadi bir xil zarralar to'plamidan iborat tarkibiy qism degan tushuncha kiritildi. 1919 yilda Rezerford birinchi bo'lib sun'iy yadro reaksiyasini o'tkazdi, azot va kislorodni α -zarrasi bilan bombardirovka qildi va tajriba yo'li bilan proton mavjudligini isbotladi, u 1920 yilda neytron (1931 yilda CHedvik tajribada isbotlagan) mavjudligi haqida o'z gipotezasini yaratdi.

Atomning tuzilish modeli.

Atomning birinchi tuzilish modeli XX asr boshlarida taklif etilgan. 1901 yilda Jan Perren atomning yadro-planetar modelini taklif qilgan. Bu modelning batafsil tuzilishini 1904 yilda yapon fiziki Xantaro Nagaoki aniqlagan. Nagaoki modelida atom Saturn sayyorasiga o'xshatilgan; planeta rolini musbat zaryadlangan shar bajaradi va atom xajmining asosiy qismini tashqil qiladi, elektronlar esa Saturn atrofida yo'ldoshlarga o'xshab, atrofida halqa xosil qilib joylagan deyiladi. Ancha kengroq tuzilishlardan biri *atomning keks modelida* olingan.

Uilyam Tomson (lord Kelvin) atom bu quyuq musbat zaryadlangan materiyadan ya'ni tartib bilan taksimlangan elektronlardan iborat degan tushunchani ilgari surdi. U. Tomson fikricha oddiy atom ya'ni vodorod atomi - markazida elektron joylashgan musbat zaryadlangan shardir. Bu modelni J. J. Tomson mukammal o'rganib, musbat zaryadlangan shar markazida joylashgan elektron bir yo'nalishli kontsenrik xalqani hosil qiladi deb hisobladi va rentgen nurlarining sochilishini aynan elektronlar sochilish markazi degan asosda atomdagi elektronlar sonini hisoblovchi usulni taklif qildi. O'tkazilgan tajribalar elementlar atomidagi elektronlar soni taqriban atom massa kattaligining yarimiga tengligini ko'rsatdi.

J.J. Tomson birinchi bo'lib elementlar xususiyatini davriyligi bilan atomlar tuzilishini bog'lashga urinib ko'rdi, uning taxminicha atomdagi elektronlar soni elementdan elementga o'tyotganda to'xtovsiz ortib boradi.

1906-1909 yillarda Gans Geyger, Ernst Marsden va Ernest Rezerford Tomson modelini tajribada aniqlashga urinib ko'rishdi, bunda ular o'zlarining mashhur bo'lgan oltin folygada α -zarra sochilish tajribasini qo'llashdi. Ular elektron o'rniga α -zarralardan foydalanishdi, bunda α -zarralarning massasi katta bo'lganligi uchun (elektronlar massasidan 7350 marta kata) elektronlar bilan to'qnashganda sezilarli darajada qaytmaydi va faqat atomning musbat qismidagi to'qnashuvlarni registratsiya qiladi. Bunda ular α -zarralar manbai sifatida radiyni olishib, yupka oltin folygadagi zarrachalar sochilishni esa qorong'u xonada joylashtirilgan sul'fid tsinkli ekrandagi stsintilyatsion chaqnash orqali registratsiya qilishdi.

O'tkazilgan tajribalar kutilgan natijalarning teskarisini berdi. Ya'ni α -zarralarning ko'p qismi oltin folygadan taqriban to'g'ri traektoriyalarda o'tdi, ammo shu bilan bir qatorda ba'zi bir α -zarralar katta burchak ostida qaytganligi ham kuzatildi, bu holat atomda juda zich joylashgan musbat zaryadlar borligidan dalolat berardi. 1911 yilda Rezerford bu o'tkazilgan tajriba natijalariga asoslanib, o'zing atomning yadro modelini taklif qildi bunga ko'ra atomning markazida musbat zaryadlangan ya'ni hajmi atom o'lchamlari bilan taqqoslanganda juda kichkina yadro, uning atrofida esa elektronlar aylanadi, ularning soni elementning atom massasining taqribin yarmiga teng.

Rezerford atom modeli ham qarshiliklardan iborat edi, chunki klassik elektrodinamika qonunlari asosida yadro atrofida aylanadigan elektronlar elektromagnit nurlanishni to'xtovsiz chiqarishi natijasida o'z energiyasini yo'kotadi. Buning natijasida elektronlar orbitasi radiusi tezlik bilan kamayishi lozim edi va bu taxminlar atomning yashash vaqti juda qisqaligi ko'rsatardi. SHu bilan bir qatorda, Rezerford modeli 1913 yilda Daniya fiziki Nil's Xenrik David Borning printsiplal yangi nazariyasini yaratishning asosi bo'lib xizmat qildi.

Kvant gipotezasiga bo'yso'nadigan Bor modeli 1900 yilda nemis fiziki Maks Karl Ernst Lyudvig Plankni e'tiborini tortdi.

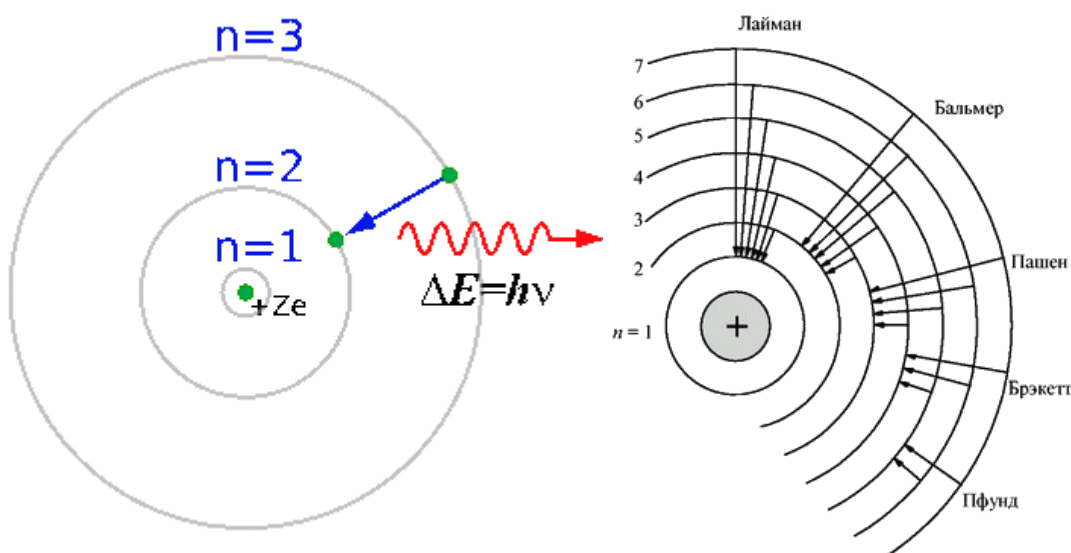
Plank jism o'zidan nurlanishni portsiyalar ko'rinishida chastotaga proporsional ravishda chiqaradi degan postulatni ilgari surdi. Kvant gepotizasini fotoeffekt hodisasini tushuntirishda qo'lladi, natijada Al'bert Eynshteyn 1905 yilda yorug'likning foton nazariyasini taklif qildi. Yana bir takliflardan biri atomning Bor modeli uchun 1885 yilda shveytsariyalik olim Iogann Yakob Bal'mer, 1906 yilda amerikalik fizik Teodor Layman va 1909 yilda nemis fizigi Fridrix Pashenning vodorod atomining spektral chiziqlar seriyasi bo'lib chiqdi. Bu seriyalar (ko'rinadigan, ultrabinafsha, infraqizil sohasidagi spektrlar) chastotasi butun sonlar kvadratining qiymatiga teskari proporsional bo'lgan oddiy qonuniyatga bo'yso'nadi.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 3, 4 \dots$$

bu yerda $R = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ Ridberg doimiysi

Bor planetar modelning barqarorligini va shu bilan bir qatorda kvant nazariyasining holatlari asosidagi spektral natijalar, bir qancha postulatlarni to'g'rilab, atom modelida kvant chegaralarni tushuntirdi. Bor postulatlari ko'ra yadro atrofida elektron energiya yo'qotmasdan aynan ruxsat etilgan ("statsionar") orbita bo'ylab aylana oladi. Yadroga yaqin orbita «turg'un» (deyarli barkaror) atomning holatiga to'g'ri keladi. Atomga kvant energiya yuborilganda elektron deyarli yo'qotilgan orbitaga o'tadi.

Teskari ya'ni «uyg'otilgan» holatdan «turg'un» holatga o'tish kvant nurlanishini chiqarish bilan bog'liqdir.



2-rasm. Orbitasining radiusi $1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$ ga bog'liqligi.

Spektr asosidagi berilgan hisoblashlar elektronlar orbitasining radiusi $1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$ ga bog'liq. Ya'ni elektronlarning aylanish harakatidagi momentlar miqdori to'liq sanaluvchi asosiy kvant sonlariga (orbitalar soniga) proporsionaldir. Elektronlar sonining maksimal imkoniyati har bir satxda asosiy kvant sonining ikkilanganiga teng; bu son davriy jadvaldagi o'tish elementlarini miqdoriga teng. SHunday kilib Bor modeli, atomdagi elektronlar qobig'i tuzilishi elementni davriy xususiyati bilan bevosita bog'liqdir.

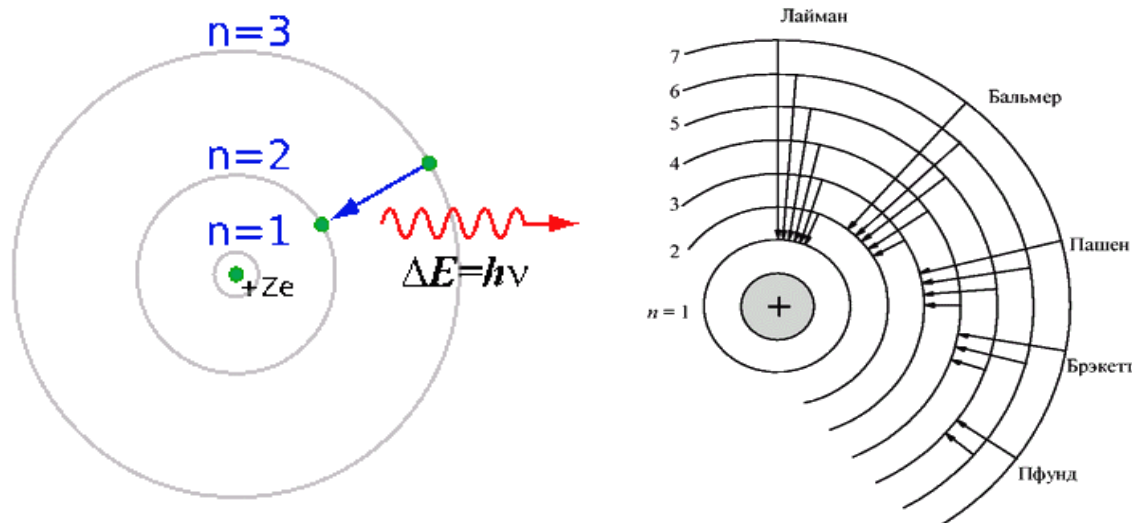
Vodorod atomi uchun spektral hisoblashlar Bor modeli asosida tajriba bilan taqqoslanganda yaxshi natija berdi, ammo boshqa elementlar uchun tajriba natijalaridan sezilarli darajada farq kuzatildi. 1916 yilda nemis fiziki Arnol'd Iogann Vil'gelm Zommerfel'd Bor modelini to'ldirib, elektron aylana harakatidan farqli ellips orbitalar holatida ham harakatlanadi deb taxmin qildi. SHu asosida taxminan bir xil satxdagi energiyalar Bosh kvant soniga teng bo'lgan orbitalar sonining holatiga mos keladi. Zommerfel'd orbital kvant soni (ellipslar shaklini aniklovchi) va tezlikning elektronlar massasiga bog'liqlik modelini qo'shdi.

Bu seriyalar (yorug'lik, ultrabinafsha va infraqizil soxalarda) juda oddiy qonuniyatga bo'ysunardilar: chastotalar butun sonlar kvadratlariga teskari proportsional edi:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 3, 4 \dots$$

Bu yerda $R = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$, Ridberg doimiysi.

Bor atomning tplanetar modelining barqarorligini va bu spektral natijalarni, atom modeliga kvant chegaralanishlar bir qancha postulatlarini oldinga surib, kvant nazariyasi yordamida tushuntirib berdi. Bor postulatlariga ko'ra, elektron yadro atrofida faqatgina ma'lum ruxsat berilgan (statsionar) orbitalar bo'ylab aylanadi va ularda elektron nur taratmaydi. Yadroga eng yaqin orbita atomning normal, ya'ni eng barqaror xolatiga to'g'ri keladi. Atomga energiya kvanti berilganda, elektron keyingi, uzoqroq orbitaga o'tadi. «G'alayonlangan» xolatdan «normal»ga qaytib o'tish nur kvanti chiqarish bilan boradi.



3-rasm. Orbitasining radiusi $1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$ nisbatga bog'liqligi.

Spektral ma'lumotlar asosidagi xisob-kitoblar ko'rsatishicha, elektron orbitalarining radiuslari $1^2, 2^2, 3^2, \dots, n^2$ nisbatda bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, aylanayotgan elektronning xarakat miqdori momenti Bosh kvant son (orbita nomeri)ga proportsional.

Xar bir qobiqdagi elektronlarning maksimal mumkin bo'lgan soni Bosh kvant son kvadratining ikkilanganiga teng: bu son esa davriy jadval davrlaridagi elementlar soniga teng bo'lib chiqdi.

SHunday qilib, Bor modeli elementlar xossalaring davriyligining atomlar elektron qobiqlarining tuzilishi bilan bog'liqligini aniqladi.

Bor modeli asosida spektral xisoblash vodorod atomi uchun tajriba natijalariga mos keldi, lekin boshqa elementlar uchun tajribaga zid keldi. 1916 y. Arnold Iogann Vil'gel'm Zommerfel'd, elektronlar aylanadan tashqari, elliptik orbitalardan xam xarakatlanishi mumkin. Bunda deyarli bir xil energiya qavatlariga, Bosh kant songa teng bo'lgan orbitalar xili to'g'ri keladi. Zommerfel'd modelni (ellipslar shaklini belgilovchi) qo'shimcha (orbital) kvant son bilan to'ldirdi va elektron massasining tezligiga bog'liqligini qo'shdi:

$$\lambda_p T = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{K}$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Borning kvantlanish qoidasini keltirib chiqaramiz. Buning uchun Plank va Eynshteyn tenglamalarini tenglashtiramiz

$$E = h\nu$$

$$E = mc^2$$

$$h\nu = mc^2$$

Bu yerdan de-Broyl formulasi chiqaramiz

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Faqatgina berilgan orbitada butun son to'liqlar joylashish sharti bajarilgandagina mavjud bo'lgan turg'un to'liqlargina barqaror bo'lishini xisobga olib,

$$2\pi r_n = n\lambda$$

$$2\pi r_n = \frac{nh}{mv}$$

Vodorod atomidagi elektron uchun Borning kvantlanish shartini chiqaramiz

$$mvr_n = \frac{nh}{2\pi}$$

Bundan, $v = \frac{nh}{2\pi m r_n}$

Endi, aylanayotgan elektronga ta'sir qiluvchi barcha kuchlarni, ya'ni markazdan qochma kuch va elektronning yadroga tortilish kulon kuchlarini tenglashtirib,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze \cdot e}{r_n^2} = \frac{mv^2}{r_n}$$

r uchun

$$r_n = \frac{Ze \cdot e}{4\pi\epsilon_0 mv^2} = \frac{(2\pi)^2 m^2 \cdot r_n^2 Ze \cdot e}{4\pi\epsilon_0 m \cdot n^2 h^2} = \frac{\pi \cdot m \cdot r_n^2 \cdot Ze^2}{\epsilon_0 \cdot n^2 h^2} \text{ olamiz.}$$

Vodorod atomi uchun $n=1$, $Z=1$, m -elektron massasi va ϵ_0 — электрическая постоянная ($m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ i $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{В} \cdot \text{м}}$), ekanligini xisobga olib,

$$r_n = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m Ze^2} n^2 = 0.529 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

SHunday qilib, Borning birinchi orbitasining radiusi 0.529 A ga teng.

Keyingi orbitalar radiuslari $r_n = n^2 \cdot 0.529 \cdot 10^{-11} \text{ м}$. kabi aniqlanadi.

Endi berilgan orbitadagi elektronning to'liq energiyasini xisoblash uchun, zarrachaning to'liq va korpuskulyar xususiyatini bog'lovchi de-Broyle formulasiidan foydalanamiz.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

To'liq energiya kinetik va potentsial energiyalar yig'indisidan iborat

$$E = T + U$$

Bu yerda potentsial energiya musbat zaryadlangan yadro xosil qilgan maydondagi manfiy zaryadlangan elektronning energiyasini tashkil qiladi

$$U = qV = -eV = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

O'rniga qo'yib,

$$E = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_n}$$

Tenglamadan v ning qiymatini qo'yib,

$$E = \frac{1}{2} \frac{mn^2 h^2}{4\pi^2 m^2 r_n^2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_n} \text{ ni olamiz.}$$

Birinchi bor orbitasining energiyasi uchun

$$E = \frac{1}{2} \frac{mn^2 h^2 \pi^2 m^2 Z^2 e^4}{4\pi^2 m^2 \epsilon_0^2 n^4 h^4} - \frac{e^2 \cdot \pi^2 m^2 Z^2 e^2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_0 n^2 h^2} = \left(\frac{1}{n^2}\right) \frac{mZ^2 e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 \text{ eV} \text{ xosil bo'ladi.}$$

SHunday qilib, qolgan statsionar orbitalar uchun

$$E_n = \frac{13.6 \text{ eV}}{n^2} \text{ bo'ladi.}$$

Mutlaqo qora jism nurlanishi

2000 yil dekabrda dunyodagi ilmiy jamiyatlar yangi fan - kvant fizikasining vujudga kelishi va yangi fundamental fizik kattalik - Plank doimiysinining kashf etilishi yuz yillik an'anasini nishonladi. Bunda buyuk nemis fizigi Maks Plankning xissasi juda katta. U qizdirilgan jismlar tomonidan nurlanadigan yorug'likning spektral taqsimoti masalasini yechishga muvaffaq bo'ldi, vaxolanki ungacha klassik fizika buni uddalay olmagan edi. Plank, birinchi bo'lib, ostsillyator (tebranma sistema) energiyasining kvantlanishi to'g'risidagi, klasik fizika printsiplariga zid bo'lgan, gipotezani oldinga surdi. Keyinchalik ko'p buyuk fiziklar tomonidan rivojlantirilgan aynan shu gipoteza eski qarashlarning qayta ko'rib chiqilishiga va buzilib ketishiga turtki bo'ldi va kvant fizikasining yaratilishi bilan yakunlandi.

Manba chiqargan yorug'lik o'zi bilan energiya olib ketadi. Energiyani yorug'lik manbasiga yetkazishning ko'plab yo'llari mavjud. Kerakli energiyani qizdirish orqali uzatish, ya'ni issiqlik uzatish, issiqlik yoki temperatura nurlanishi deyiladi. XIX asr oxirida bu turdagi nurlanish fiziklar o'rtasida alohida qiziqish uyg'otdi, chunki issiqlik nurlanishi qizdirilgan jismlar bilan termodinamik muvozanatda bo'lishi mumkin.

Fiziklar, jismlarning issiqlik nurlanishi qonuniyatlarini o'rganish natijasida termodinamika va optika o'rtasida o'zaro aloqa o'rnatishga umid bog'ladilar.

Agar oynaviy aksini beradigan devorli yopiq satxga xar xil temperaturagacha qizdirilgan bir necha jism joylashtirilsa, tajriba, vaqt o'tishi bilan sistema issiqlik muvozanati xolatiga kelishini va bunda barcha jismlar bir xil temperaturaga ega bo'lishini ko'rsatdi. Jismlar faqat nur energiyasini chiqarish yoki yutish orqali o'zaro energiya almashadilar. Muvozanat xolatida xar bir jism tomonidan energiyani chiqarish va yutish jarayonlari o'zaro kesishadi va jismlar o'rtasidagi fazoda nurlanish energiyasi zichligi, faqat jismlarning o'rnatilgan xaroratiga bog'liq bo'lgan ma'lum qiymatga erishadi. Bu, ma'lum temperaturadagi jismlar bilan termodinamik muvozanatda bo'lgan nurlanish, muvozanat yoki qora nurlanish deb ataladi. Muvozanat nurlanishi energiyasining zichligi va uning spektral tarkibi faqatgina temperaturaga bog'liqdir.

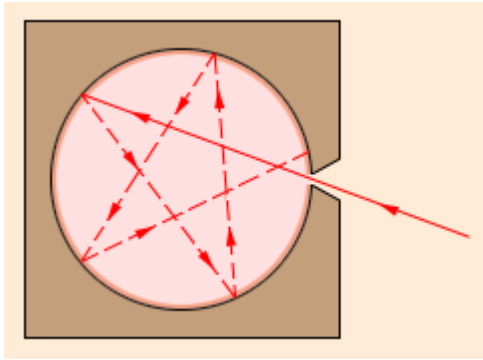
Agar, qizdirilgan jism bilan nurlanish o'rtasida termodinamik muvozanat o'rnatilgan satxning ichiga kichik bir teshikdan qaralsa, oddiy ko'z bilan jismlarning shakllarini ajratib bo'lmaydi va biz faqatgina butun satxning bir tekisdagi nurlanishini qayd etishimiz mumkin.

Satxdagi jismlardan biri uning yuzasiga tushayotgan xar qanday spektral tarkibdagi nurlanish energiyasini yutish qobiliyatiga ega deb faraz qilaylik. Bunday jism mutlaqo qora jism deb ataladi. Berilgan temperaturada, nurlanish bilan issiqlik muvozanatida bo'lgan absolyu qora jism xususiy issiqlik nurlanishi, shu jismni o'rab turgan muvozanat nurlanishi bilan bir xil spektr tuzilishiga ega bo'lishi kerak. Aks xolda, absolyut qora jism va uni o'rab turgan nurlanish o'rtasida muvozanat o'rnatilmaydi. SHuning uchun masala absolyut qora jism nurlanishining spektr tuzilishini o'rganishga olib keladi. Bu masalani yechishni klassik fizika uddalay olmadi.

Muvozanat qaror topishi uchun, xar bir jism qancha nur energiyasi yutsa, shuncha chiqarishi xam kerak. Aks xolda, mutlaqo qora jism va uni o'rab turgan nurlanish o'rtasida muvozanat o'rnatilmaydi. SHuning uchun masala, mutlaqo qora jism nurlanishining spektral tuzilishini o'rganishga olib kelinadi. Bu masalani yechishni klassik fizika uddalayolmadi.

Muvozanat qaror topishi uchun, xar bir jism qancha nurlanish energiyasini yutsa, shuncha chiqarishi xam kerak. Bu issiqlik nurlanishining eng asosiy qonuniyatlaridan biridir. Bundan kelib chiqadiki, berilgan xaroratda mutlaqo qora jism birlik sirt yuzasidan vaqt birligi ichida boshqa xar qanday jismdan ko'ra ko'proq nur chiqaradi.

Tabiatda mutlaqo qora jismlar uchramaydi. Bunday jismning yaxshi modeli, bu g' yumalorq yopiq satxdagi kichik teshikcha. Satx ortiga teshikdan tushgan nur, devorlardan ko'p martalab qaytishdan so'ng ularga deyarli to'liq yutiladi va teshikcha tashqaridan butkul qora bo'lib tuyuladi. Lekin agarda satx ma'lum xaroratgacha qizdirilgan bo'lsa va uning ichida issiqlik muvozanati o'rnatilgan bo'lsa, satxning teshikchadan chiqaradigan o'z nurlanishi - mutlaqo qora jismning nurlanishi bo'ladi. Xuddi shu uslub bilan barcha tajribalarda mutlaqo qora jism modeli qaraladi.



4-rasm. Mutlaqo qora jism modeli.

Satx ichkarisida xarorat ortishi bilan teshikchadan chiqayotgan nurlanish energiyasi ortib boradi va uning spektral tarkibi xam o'zgaradi.

Berilgan T temperaturada mutlaqo qora jism nurlanishida energiyaning to'liq uzunliklari bo'yicha taqsimlanishi nurlanish qobiliyati $r(\lambda, T)$ bilan xarakterlanadi. Bu to'liq uzunlikning birlik intervalida jismning birlik sirtidan ajralgan nurlanish quvvatiga teng. $r(\lambda, T) \Delta\lambda$ ko'paytma birlik satx yuzadan to'liq uzunliklar $\Delta\lambda$ intervalida barcha yo'nalishlarda ajralgan nurlar quvvatini beradi. Xuddi shunday, chastotalar bo'yicha xam $r(\nu, T)$ taqsimotni kiritish mumkin. $r(\lambda, T)$ (yoki $r(\nu, T)$) funktsiyani ko'pincha spektral yoritilganlik,

$$R(T) = \int_0^{\infty} r(\lambda, T) d\lambda = \int_0^{\infty} r(\nu, T) d\nu,$$

ga teng bo'lgan, barcha to'liq uzunliklarga ega bo'lgan nurlarning to'liq oqimini esa jismning integral yoritilganligi $R(T)$ deb ataladi.

XIX asr oxiriga kelib, mutlaqo qora jism nurlanishi eksperimental jixatdan yaxshi o'rganilgan edi. 1879 yilda Yozef Stefan tajribalar natijalarining taxlili asosida quyidagi xulosaga keldi: mutlaqo qora jismning integral yoritilganligi $R(T)$ **absolyut temperatura T ning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir**:

$$R(T) = \sigma T^4.$$

1884 yilda esa L. Boltsman bu ifodani termodinamik nuqtai nazardan nazariy keltirib chiqardi va bu qonun **Stefan-Boltsman qonuni nomini oldi**. σ kattalikning son miqdor, xozirgi zamon o'lchashlariga binoan

$$\Sigma = 5,671 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K}^4\text{)}.$$

ni tashkil etadi.

XIX asrning 90-yillari oxiriga kelib, mutlaqo qora jism nurlanishining spektral taqsimoti tajribada o'tkazilgan mukammal o'lchashlar natijasiga binoan, temperaturaning xar bir qiymatida $r(\lambda, T)$ bog'liqlik yaqqol maksimumga ega. Xarorat ortishi bilan maksimum qisqa to'liq uzunlikka ega bo'lgan soxaga suriladi va bunda T temperaturaning maksimumga mos kelgan λ_m to'liq uzunligiga ko'paytmasi doimiy bo'lib qolaveradi.

$$\lambda_m T = b \text{ yoki } \lambda_m = b / T.$$

Bu ifoda sal oldinroq Vin tomonidan termodinamikadan keltirib chiqarilgan edi. U Vinning siljish qonunini ifodalaydi, ya'ni mutlaqo qora jism nurlanishining maksimumga to'g'ri kelgan λ_m **to'liq uzunligi T absolyut temperaturaga teskari proporsionaldir**. Vin domiysining qiymati

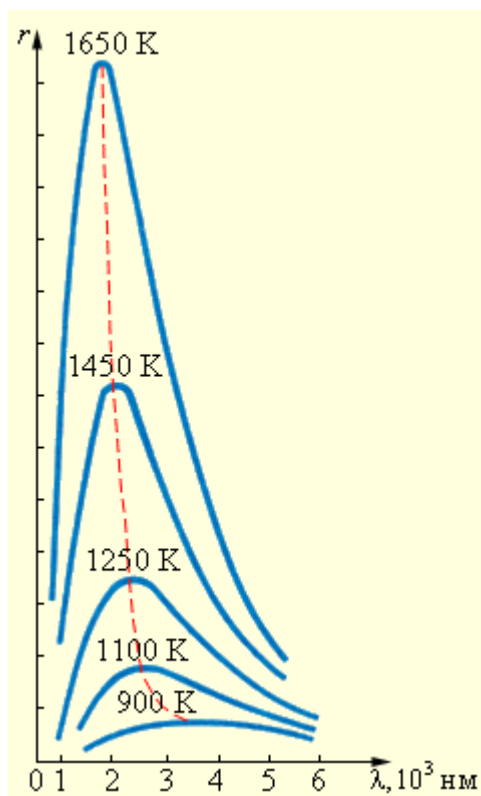
$$b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}.$$

Laboratoriya sharoitidagi amaldagi xaroratda $r(\lambda, T)$ nurlanish qobilichyatining maksimumi infraqizil soxada joylashadi. Faqat $T \geq 5 \cdot 10^3 \text{ K}$ da maksimum, spektrning yoruo'lik nurlari soxasiga to'g'ri keladi. Quyoshning nurlanish energiyasining maksimumi taxminan 470 nm ga (spektrning yashil soxasi) teng va bu Quyoshning tashqi qavatidagi 6200 K atrofidagi xaroratga to'g'ri keladi (bunda Quyoshni mutlaqo qora jism deb qarasak, albatta).

Termodinamikaning muvaffaqiyatlari nazariy yo'l bilan Stefan-Boltsman va Vin qonunlarini ochilishi, termodinamikaga asoslanib, mutlaqo qora jism nurlanishi $r(\lambda, T)$ ning spetkral taqsimotining butun grafigini olish mumkin, degan umidga olib keldi. 1900 yilda bu muammoni mashxur ingliz fizigi D.Reley, o'z muloxazalarida termodinamik muvozzant xolatida energiyani barcha erkin darajalari bo'yicha bir tekisda taqsimlanishi to'g'risidagi klassik statistik mexikaning teoremasini asos qilib olib yechishga urindi. Bu teoremani Reley sirtning muvozzanatdagi nurlanishiga qo'lladi. Keyinroq bu fikrni Jins rivojlantirdi. SHu yo'l bilan mutlaqo

qora jismning nurlanish qobiliyatining uning λ to'liqin uzunligi va T temperaturasi bog'liqligini olishga muvaffaq bo'ldi:

$$r(\lambda, T) = 8\pi k T \lambda^{-4}.$$



5-Rasm. Mutlaqo qora jismning turli xaroratdagi nurlanishining spektral taqsimoti $r(\lambda, T)$

Bu munosabat **Reley–Jins formulasi deb nomlanadi**. U uzun to'liqin uzunliklar sohasida tajriba natijalariga mos keladi. Bundan tashqari, qora jism integral nurlanishi $R(T)$ cheksizga aylanishi va natijada qizdirilgan jism va nurlanish o'rtasidagi muvozanat faqatgina absolyut nul temperaturada o'rnatiladi, degan bema'ni xulosa kelib chiqadi.

SHunday qilib, klassik fizika nuqtai nazaridan bekamu ko'st bo'lgan xulosa tajriba natijalariga zid keldi. Mutlaqo qora jism nurlanishining spektral taqsimoti masalasini mavjud nazariyalarga tayanib xal qilib bo'lmasligi oydek ravshan bo'ldi. Bu muammo, klassik fizikaga yot bo'lgan yangi fikrlar asosida M.Plank tomonidan osongina xal qilindi.

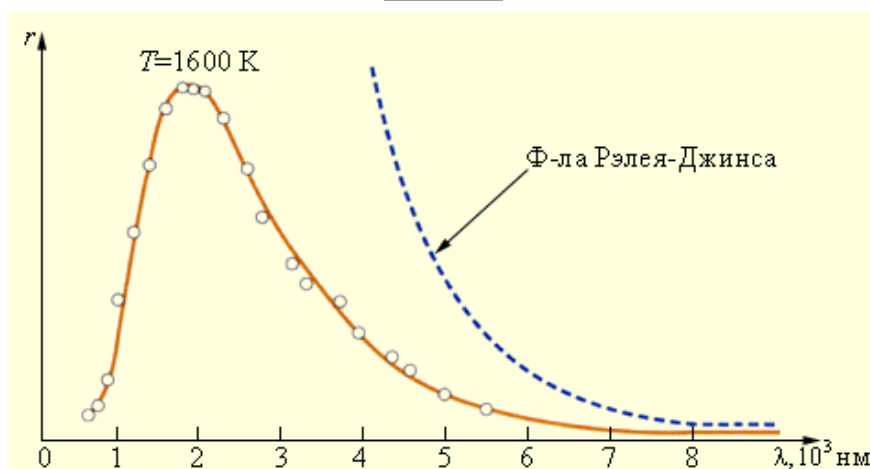
Plank, qizdirilgan jism tomonidan elektromagnit energiyani chiqarish va yutish jarayonlari, klassik fizikada qabul qilinganday, uzluksiz emas, balki bo'laklab, kvantlar bilan sodir bo'ladi, degan xulosaga keldi. Kvant – jism chiqargan yoxud yutgan energiyaning eng kichik bo'lagi. Plank nazariyasiga binoan, kvantning energiyasi E yorug'likning chastotasiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

Jismlar tomonidan elektromagnit nuralr yutilishi va chiqarilishi jarayonloarining uzlukli xaraktri to'g'risidagi gipotezaga tayanib, Plank mutlaqo qora jism nurlari spektri formulasini chiqardi. Plank formulasini, mutlaqo qora jism nurlanish spektrida energiyani to'liqin uzunliklar λ emas, balki chastotalar ν bo'yicha taqsimlanishini ifodalovchi formula ko'rinishida yozish qulayroq.

$$r(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}.$$

Bu yerda c – yorug'lik tezligi, h – Plank doimiysi, k – Boltsman doimiysi, T – absolyut temperatura.

$$E = h\nu,$$



6-rasm. Mutlaqo qora jism $T = 1600\text{ K}$ da nurlanish energiyasining to'liq uzunliklari bo'yicha taqsimoti $r(\lambda, T)$ uchun tajriba natijalari va Reley–Jins formulasi grafiklarini solishtirish.

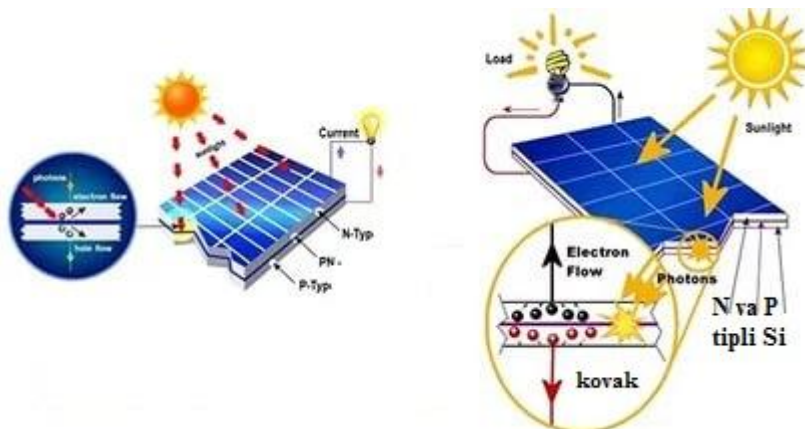
bu yerda, h – **Plank doimiysi**, $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Dj·s. Plank doimiysi – bu universal konstanta bo'lib, Eynshteyning nisbiylik nazariyasida yorug'lik tezligi qanday katta ahamiyatga ega bo'lsa, u xam kvant fizikasida shunday ahamiyatga egadir.

Plank formulasi qora jism nurlanishining spektral taqsimotini xar qanday chastotada yaxshi tasvirlaydi. U tajriba natijalariga xam mos keladi. Plank formulasidan Stefan–Boltsman va Vin qonunlarini keltirib chiqarish mumkin. $h\nu \ll kT$ da Plank formulasi Reley–Jins formulasiga o'tadi.

Qora jism nurlanishi muammosining yechilishi fizikada yangi davrni boshlab berdi. Albatta, klassik tasavvurlardan voz kechish oson kechmadi va xattoki, Plankning o'zi xam, buyuk kashfiyotni yaratib, yillar davomida energiyani kvantlanishini klassik fizika nuqtai nazaridan talqin qilishga samarasiz xarakat qildi.

2-mavzu. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishning fizik asoslari. Fanning predmeti va uslublari.

Talabalarning “Muqobil energiya manbalar energiyasini yig'ish” fanini o'zlashtirishlari uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi axborot va pedagogik texnologiyalarni tadbqiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda darslik, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, plakatlardan foydalaniladi.



2.1-rasm. Quyosh nurini fotoelement yordamida elektr energiyaga aylantirishning fizik asosi.

Quyosh elementlari (QE) asosan yarim o'tkazgichli (YaO') materiallar asosida tayyorlanadi. SHuning uchun QE optik va fotoelektrik xususiyatlarini bilish YaO' materiallar tuzilishini, ularning metallar va dielektrik materiallardan farqini va YaO' materiallar uchun bevosita asosiy bo'lgan xususiyatlarni o'rganishni taqozo etadi.

Qattiq jismlar hosil bo'lishini YaO' materiallar misolida elektron nazariyasi nuqtai nazaridan ko'rib o'tamiz. Qattiq jism hosil bo'lishi jarayonida, atomlarning bir-biriga nisbatan yaqinlashishi shu darajagacha boradiki, natijada tashqi qobiqdagi elektronlarning umumlashishi hosil bo'ladi. Atomdagi alohida elektronlarning yakka ayrim orbitalari o'rniga umumlashgan kollektiv orbitalar hosil bo'ladi, va atomdagi qobiqchalar sohalariga birlashadi hamda ular umuman kristallga tegishli bo'lib qoladi. Elektronlar harakatining xarakteri mutlaq o'zgaradi, ma'lum atomda va ma'lum energetik satxda joylashgan elektronlar energiyasini o'zgartirmasdan shu energetik sathdagi boshqa qo'shni atomga o'tish imkoniyatiga ega bo'ladi va, binobarin elektronlarni kristallda erkin siljishi kuzatiladi.

Kristallning izolyatsiya holatidagi barcha atomlarning ichki qobiqlari elektronlar bilan to'la bo'ladi. Faqat eng yuqoridagi ayrim sathlardan iborat valent elektronlari joylashgan sohadagina, sathlar to'laligicha egallanmagan bo'ladi. Kristallning elektr o'tkazuvchanligi, optik va boshqa xususiyatlari asosan valent sohasining to'ldirilish darajasiga va undan yuqoridagi sohangacha bo'lgan energetik masofa bilan aniqlanadi va unga o'tkazuvchanlik sohasi deyiladi. Issiqlik va optik kuzg'atilish hisobiga o'tkazuvchanlik sohasiga valent sohasidan elektronlar o'tishi va elektr tokini o'tkazishda ishtirok qilishi mumkin. Valent sohasida hosil bo'lgan bo'sh o'rinoarga elektronlarning ko'chishi, unga qarama-qarshi bo'lgan musbat zaryadlarning harakatini hosil qiladi va bu zaryadlarga teshiklar deyiladi.

Dielektriklar deb, valent sohasi to'ldirilgan va bu sohadan keyingi, o'tkazuvchanlik sohangacha energetik masofa nisbatan katta bo'lgan moddalarga aytiladi.

Metallar uchun boshqa tuzilish xarakterlidir, ularda bevosita valent sohasi qisman to'ldirilgan bo'ladi, yoki u keyingi soha-o'tkazuvchan sohasi bilan kirishishgan bo'ladi.

Agar moddaning valent sohasi to'laligicha egallanmagan bo'lsa, ammo o'tkazuvchanlik sohasigacha bo'lgan energetik masofa nisbatan kichik (2 eV dan kamroq) bo'lsa, bunday moddalar YaO' deyiladi. YaO' xususiyatlari xususan elektr o'tkazuvchanligi tashqi muhitga, ayni=sa haroratga bog'lik bo'ladi. Harorat (T)ning ortishi elektronlar miqdorining valent va o'tkazuvchanlik soha orasida joylashgan man qilingan sohadan (E_g) o'tib o'tkazuvchanlik sohasiga o'tishda tok tashuvchilarning eksponentsial ravishda ko'payishiga va elektr o'tkazuvchanlikning (σ)

$$\sigma = A \exp(-E_g/2kT) \quad (2.1)$$

tenglamaga asosan o'zgarishiga olib keladi. Bu yerda k – Boltsman doimiyligi, A – moddani xarakterlovchi o'zgarmas kattalik.

Metallarning elektr o'tkazuvchanligi erkin elektronlar konsentratsiyasi o'zgarmas bo'lganligi tufayli elektronlar harakatchanligining haroratga bog'likligi bilan aniqlanadi va haroratning ortishi bilan asta-sekin kamayadi..

Yuqoridagi tenglamani logariflab quyidagi holda ifoda etamiz.

$$\ln \sigma = \ln A - E_g/2kT \quad (2.2)$$

Bu tenglamani yarim logarifmik koordinatalarda grafik ravishda ko'rsatish mumkin va hosil bo'lgan to'g'ri chiziq va uning ϕ burchakli tangensi YaO' materiallarning asosiy parametri bo'lgan, man qilingan soha kengligi bo'lgan $E_g = 2kT\phi$ ni aniqlaydi. Ta'kidlash lozimki, qiya to'g'ri chiziq ,ya'ni elektr o'tkazuvchanlikning logarifmi $1/T$ dan o'zgarishi faqat toza kirishmalardan xoli, xususi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan materiallar uchungina shunday ko'rinishga ega.

Kirishmali yarim o'tkazgichlarda $\ln G$ ning $1/T$ dan bo'lanishi murakkab bo'lib, u ikkita qiya to'g'ri chiziqdan iborat bo'lishi mumkin va bir-biri bilan gorizont qism orqali tutashgan bo'ladi. Past haroratli sharoitda o'lchash natijasida olingan $\ln \sigma = \ln A - E_g/2kT$ tenglamadan hosil qilingan qiya to'g'ri chiziq tangensi yordamida kirishmalarning man qilingan sohada joylashgan energetik sathlari holatini aniqlash mumkin. ,Yuqori haroratli sharoitda olingan hollarda esa YaO' materialning man qilingan sohasi kattaligini, ya'ni E_g ni aniqlash mumkin.

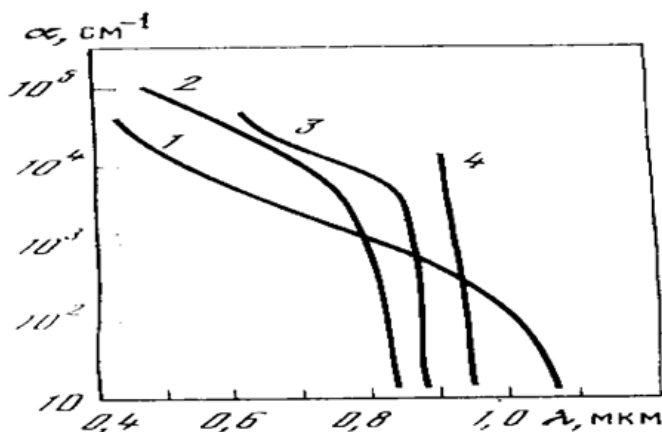
QE tayerlashda quyosh nurlanishining YaO' material bilan o'zaro ta'siri, fotonlar energiyasi materialdagi elektronlarda yutilishi va chiqishi jarayonlari muhim ahamiyatga egadir.

Kvant mexanikasida elementar zarrachalar, shu jumladan elektronlar ham to'liq xossalari ham ega deb qaraladi. SHuning uchun elementar zarrachalar harakatini o'rganishda energiya (E) va impuls (R) bilan bir qatorda, ularning to'liq uzunliklari λ va takrorlanuvchanligi ν va to'liq vektori $K=P/h$, (h - Plank doimiyi) ham ishlatiladi. Bu yerda $E=h \nu$ va $P=h/\lambda$ ga teng.

Kristallning sohali tuzilmasini Ye – K diagrammalar bilan tasvirlash mumkin. Bu yerda energiya elektron-vol'tlarda (eV) to'liq vektori K – kristalli panjara doimiyi qismlarida ko'rsatiladi, shu bilan birga K o'qida ko'rsatkichlar yordamida kristall orientatsiyasining yo'nalishi ko'rsatiladi. Ye – K diagrammasining ko'rinishi vositasida sohalararo o'tishlarning YaO' materialdagi xarakteri va jumladan o'tishning «to'g'ri» yoki «to'g'rimas»ligini aniqlash mumkin.

Optik yutilishni o'lchashdan aniqlangan E_g ning kattaligi, ko'pincha YaO' materialdagi erkin zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasiga, haroratga va kirishmalar energetik sathlarining man qilingan sohada mavjudligiga bog'lik bo'ladi. Agar o'tkazuvchanlik sohasi tubidagi va valent sohasi ustidagi holatlar zaryad tashuvchilar bilan to'ldirilgan bo'lsa, u holda optik o'lchashlar natijasi kirishmali YaO' li materiallar uchun E_g sof xususiy materialga tegishli qiymatidan kattaroq bo'lishi mumkin. Agar kirishmalar hosil qilgan soha eng yaqin ruxsat etilgan soha chegarasi bilan birlashib ketsa, masalan, ko'p miqdordagi kirishmalar kiritilganda kuzatiladigan holat, u holda E_g kamayadi. E_g ning bunday kamayishi asosiy yutilish chegarasiga ta'sir qiladi.

YaO' materialda yutilish koeffitsienti α odatda to'liq energiyasining $1/\alpha$ masofada e marotaba kamayishi orqali aniqlanadi va u $N=N_0 \exp(-\alpha \ell)$ dan topiladi, bu yerda N – YaU materialda ℓ chuqurlikka kirgan fotonlar oqimining zichligi, N_0 – material sirtini kesib utuvchi fotonlar oqimining zichligi.



2.2-rasm. Yarim o'tkazgichli ayrim materiallar uchun yutilish ko'rsatkichining energiyadan o'zgarishi. 1- Si, 2-CdTe, 3-GaAs, 4-InP.

Materialning yutilish koeffitsienti α yutilish ko'rsatkichi K bilan $\alpha=4\pi K/\lambda$ munosabat orqali bog'langan. SHunday qilib, ma'lum va aniq qalinlikka ega bulgan YaO' material namunalaridan o'taetgan optik nurlanish intensivligini o'zgartirib K va λ ning shu modda uchun qiymatlarini topish mumkin.

Quyosh elementlari tayyorlanadigan ayrim YaO' materiallar uchun 2.2-rasmda α ning energiya bo'yicha o'zgarishi keltirilgan.

Rasmdan ko'rinadiki yutilish ko'rsatkichi α ning spektral xarakteristikasi keltirilgan YaO' materiallarda bir-biridan katta farq qiladi va bu farq asosan ularning sohali tuzilmasi va optik o'tishlar xarakteriga bog'likdir. GaAs, InP, CdTe YaO' materiallarda to'g'ridan-to'g'ri soha-soha xarakterdagi optik o'tishlar mavjud bo'lib, nurlanish spektrida E_g dan ortiq energiyali fotonlar paydo bo'lishi bilan α tezda $10^4 - 10^5 \text{ sm}^{-1}$ darajasiga ko'tariladi.

Kremniy materialida esa yutilish jarayoni 1,1 eV dan boshlab to'g'ri bo'lmagan energetik o'tishlar orqali bo'ladi va buning uchun xam yoru/lik kvanti, hamda panjara tebranishlari kvanti-fononlar ishtiroki talab qilinadi.. SHuning uchun, yutilish kursatkichi α asta-sekin ortib boradi. Faqat fotonlar energiyasi 2,5 eV ga yetgandan keyingina soha-sohali o'tishlar to'g'ridan-to'g'ri o'tishlarga aylanadi va yutilish keskin orta boshlaydi.

Yutilish ko'effitsientining spektral xarakteristikasi shuni ko'rsatadiki, kremniy materialini qo'llab quyosh spektrining juda katta qismini elektr tokiga aylantirish mumkin. Misol uchun atmosferadan tashqaridagi quyosh nurlanishi uchun (AM O) bu 74% tashkil qiladi. Holbuki, agar material sifatida GaAs YaO' olinsa faqat 63 % Quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantirish mumkin. Ammo, «to'g'rimas» optik o'tishlarning asosiy yutilish chegarasida λ ning qiymati katta bo'lmaganligi sababli, butun keltirilgan quyosh spektri yutilishi uchun kremniyli QE ning qalinligi 250 mkm dan kam bo'lmasligi kerak. Holbuki xuddi shunday sharoit uchun GaAs materialining qalinligi 2-5 mkm bo'lishi kifoyadir. SHuning uchun, spektral xarakteristikaning bu xususiyatlarini yuqori samarali va yupqa qatlamli QE ishlab chiqishda ahamiyati katta ekanligini doimo hisobga olish zarur.

Agar YaO' sirtga tushayotgan fotonlar energiyasi kam bo'lib, yutilish natijasida elektronlarni valent sohasidan o'tkazuvchanlik sohasiga chiqara olmasa, nurlanish ta'sirida elektron kristall ichida ruxsat etilmagan sohalarga o'tishi mumkin. Bunday holat uchun yutilishning spektral xarakteristikasining asosiy yutilish chegarasidan keyingi uzun to'lqinli qismida sezilishi mumkin. Bunday yutilish erkin zaryad tashuvchilar yutilishi deyiladi va bu jarayon shunday zaryad tashuvchilar kontsentratsiyasiga bog'lik bo'ladi. Erkin zaryad tashuvchilar yengil ionizatsiya bo'la oladigan kirishmalar kontsentratsiyasiga bog'lik bo'lgani uchun, yutilish ham unga to'g'ridan – to'g'ri bog'lik buladi. YaO' materiallarda bunday uzun to'lqinli yutilish xususiyatlarini o'rganish natijasida yutilishning bir necha turi mavjudligi aniqlangan. Jumladan, fazoviy panjara tebranishlarida yutilish, kirishmalarda yutilish, eksitonlarda yutilish. Eksiton – bog'langan elektron-teshik juftligi bo'lib zaryad tashuvchilar kontsentratsiyasini o'zgartirmaydi. CHunki kristall ichida alohida elektron yoki teshik xarakatlari emas, balki bog'langan holat xarakatidir.

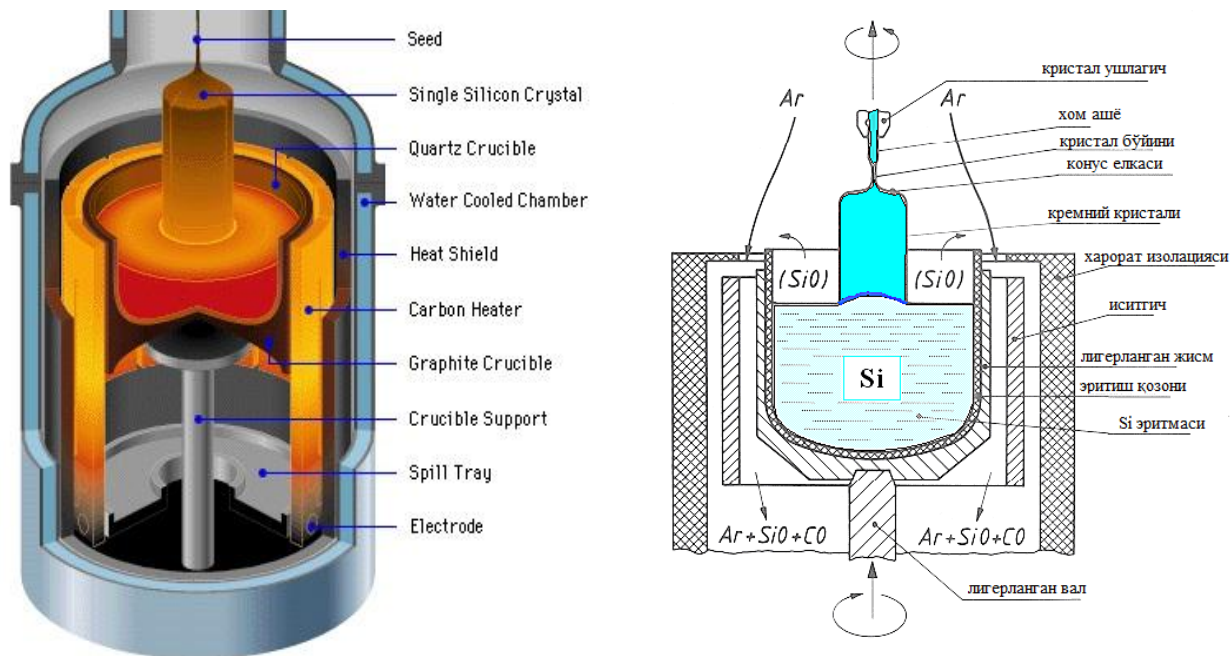
Yutilish spektrlari kristall tuzilishi xususida kerakli va har tomonlama foydali informatsiya beradi, jumladan, legirlanish darajasi, kirishmalarning aktivlanish energiyasini va ularning man qilingan sohada joylashgan energetik sathlarini aniqlab beradi. Masalan, yutilish spektrlari asosida kremniyda kislorodning bor yuqligini aniqlash mumkin (9 mkm). YaO' materiallarda akslanish ko'effitsienti asosiy yutilish chegarasida uy sharoitida ionizatsiya bo'ladigan kiritilgan kirishmalar darajasiga bog'lik emas. Ammo spektrning uzun to'lqinli sohasida akslanish ko'effitsienti R, bunday kirishmalar ortishi bilan keskin o'sishi kuzatiladi.

3-mavzu. “Kremniy” kristallini o'stirish yo'llari.

Yuqori samarali quyosh elementlari tayorlash ishlatilishi ko'zda tutilgan yarim o'tkazgichli materiallarning xususiyatlariga bog'likdir. Hakikatdan, QE ideal effektivligi (harorat $T=300\text{ }^{\circ}\text{K}$ uchun) yarim o'tkazgichli materiallarning man qilingan zona kengligidan o'zgarishi hisobga olganda Yer sharoiti uchun (AM 1) maksimal F.I.K $\eta \sim 1,4$ eV ga to'g'ri keladi. Bu tenglikni taqriban kanoatlantiradigan materiallar jumlasiga Si, InP, GaAs, CdTe, AlSb, hamda A^3V^5 , A^2V^6 yarim o'tkazgichlar asosidagi qattiq eritmalar to'g'ri kelishi mumkin.

QE ishining samaradorligi ko'pchilik yarim o'tkazgichli tuzilmalar ishi kabi, valent zonasining yuqori sathlari va o'tkazuvchan zonaning quyi sathlari orasida bo'ladigan har xil jarayonlar bilan bog'likdir. Agar YaO' material bir jinsli bo'lsa, ya'ni bir nuqtasidan keyingisiga uning kimyoviy tarkibi o'zgarmas bo'lsa, u holda elektronlarning energiyasi valent zonasining yuqorisida va o'tkazuvchan zonaning pastida koordinatlardan mustaqil bo'ladi. «To'g'ri» o'tish zonasiga ega bo'lgan YaO' larda yutilish ko'rsatkichi katta qiymatlarga ega bo'ladi. CHunki tashqaridan energiya olgan elektronning $\hbar\omega \geq E_g$ olgan energiyasi man qilingan zonadan o'tib o'tkazuvchanlik zonasiga kirib o'z harakat holatini davom ettirishiga yetadi.

«To'g'ri bo'lmagan» o'tish zonasiga ega bo'lgan YaO' larda esa yutilish ko'rsatkichi va uning energiyadan usish sur'ati kamroq bo'ladi. Chunki elektronning valent zonasidan o'tkazuvchanlik zonasiga kvant ta'siri ostida o'tishi qiyinlashadi. Sabab elektron o'z harakat yo'nalishini keskin o'zgartirishi (holatini) kerak (ΔE) va shu jarayon faqat ma'lum holatlarda bo'lishi mumkin. Ya'ni foton o'z yo'lida YaO' material ichida shunday valent elektroni bilan uchrashishi kerakki, h₀ energiyaning yutilish jarayonida kristall panjara atomlari issiklikdan tebranishlari ta'siri natijasida ΔK impuls olib, ekvivalent energiya miqdorini olishi yoki berishi kerak.



3.1-rasm. CHoxranch usulida kremniy kristalini olish sxemasi.

QE laridan boshqa fotoo'zgartgichlarda (M: fotoqabul qiluvchi tuzilmalarda, fotoqarshiliklarda) material tanlash asosan quyilayotgan talablarga bog'lik, ya'ni umuman nurlanish spektrining qaysi qismida ishlatilishiga bilan bog'lik bo'ladi.

Fotoo'zgartgichlarda ishlatiladigan ayrim yarim o'tkazgichli materiallar xossalari 3 jadvalda keltirilgan.

Material	E_g, eV	Zona turi	Xarakatchanlik 300 K, $\text{sm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$	
			elektron	kovak
Si	1,11	To'g'rimas	1350	480
GaAs	1,43	To'g'ri	8000	300
CdTe	1,44	To'g'ri	700	65
InP	1,36	To'g'ri	4500	100
GaSb	0,68	To'g'ri	5000	1000
AlSb	1,6	To'g'rimas	900	40

Yarim o'tkazgichli materiallar o'stirish usullari.

Yarim o'tkazgichli materiallar olish texnologiyasini tanlash ularga quyilgan talablarga bog'lik bo'lib, bular jumlasiga asosan materialning tozaligi kiradi. Misol uchun YaO' diodning teskari yo'nalishdagi quyiladigan kuchlanishi materialning solishtirma qarshiligiga bog'lik bo'lib, $\rho \sim 0,5 \text{ om sm}$ bo'lgan Ge da $U_{\text{tes}} = 10\text{-}12 \text{ V}$ bo'lgan diod olish mumkin. Bunday Ge materialida 100 ta kirishma atomiga $1,5 \cdot 10^9$ Ge atomi to'g'ri kelsa, kirishmalar sonini 100 marta kamaytirilsa ($\rho = 50 \text{ om sm}$) $U_{\text{tes}} = 500 \text{ V}$ ga teng bo'lgan diod olish mumkin.

SHuning uchun yarim o'tkazgichlar asosida ishlatiladigan texnik asboblarda moddalar tozaligi nuqtai nazaridan materiallar uch toifaga bo'linadi. A – toifaga oddiy klassik ximiyaviy analiz yo'li bilan aniqlanishi mumkin bo'lgan A1 – 99,9% tozalikka ega bo'lgan va A11-99,99% tozalikka ega bo'lgan materiallar kiradi. V – toifa V₃ va V₆ larga bo'linadi. Bunday moddalar alohida toza va o'ta toza deyiladi (10⁻³-10⁻⁶% aniqlikda kirishmalar). Keyingi eng toza toifa bo'lib S₇-S₁₀ ga mansub bo'lib tozalik darajasi 10⁻⁷-10⁻¹⁰% dir.

Yarim o'tkazgichli materiallar o'stirish usulini tanlash ularning fizik va kimyoviy xususiyatlarini o'rganishga bog'likdir. Misol uchun, agar moddaning erish harorati yuqori, kimyoviy aktiv va bug' bosimi katta bo'lsa, bunday moddalarning kristallini ustirish juda qiyin bo'lib, ularni bug' fazasi yoki eritmalaridan kichik o'sish tezliklarida o'stirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Ustirish jarayoni haroratini juda aniq nazorat qilishga, moddalar taqsimotini nazorat qilishga, gaz holatidagi komponentlar bosimini doimiy miqdorda saqlashga, dastgohning mexanik qismlari ishini aniq nazorat qilishga to'g'ri keladi.

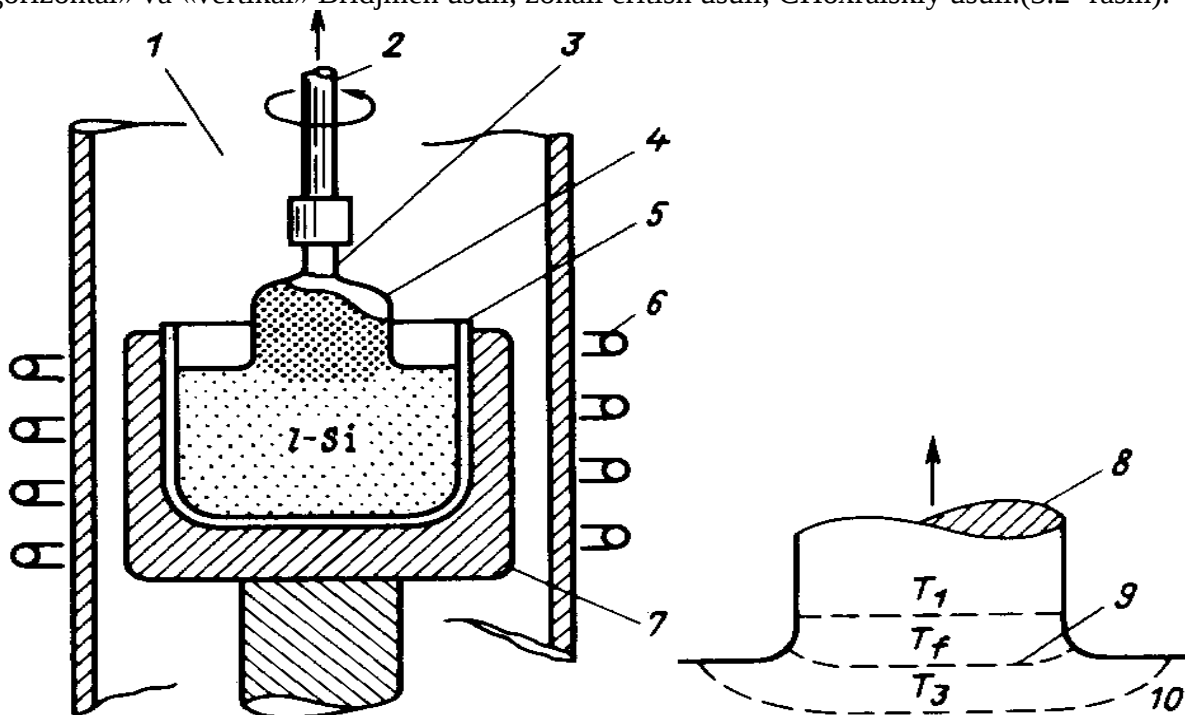
Yarim o'tkazgichli materiallarning tigelly yordamida o'stirish usullari.

O'stirish usullari ko'p bo'lib ulardan asosiylari jumlasiga quyidagilar kiradi.

1. Toza moddalardan va legirlangan kirishmali o'ta to'yingan eritmalaridan o'stirish (vo'rahivanie iz rasplavov).
2. Eritmalardan o'stirish (vo'rahivanie iz rastvor-rasplavov).
3. Bug' fazasidan o'stirish.

Stexiometrik tarkibdagi suyuq fazadan kristallarni o'stirish (1 usul) usullari 2 ga bo'linadi. A) Tigelly yordamida o'stirish usullari; B) Tigelsiz usullar.

Bu usul bir necha ko'rinishga bo'linadi. Jumladan, yo'naltirilgan kristallizatsiya usuli, «gorizontal» va «vertikal» Bridjmen usuli, zonali eritish usuli, CHoxralskiy usuli.(3.2- rasm).



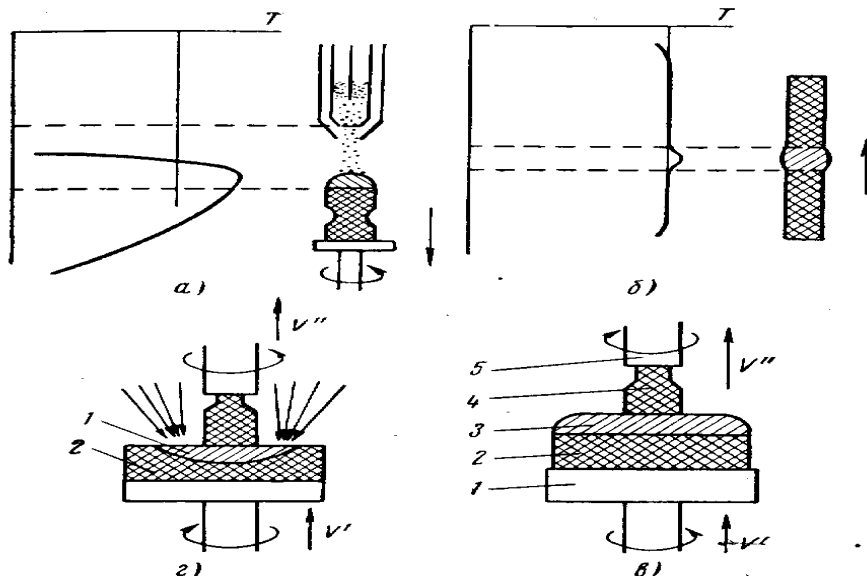
Rasm 3.2. Kristallarni CHoxralskiy usuli bilan o'stirish qurilmasi.

1 – vakuum yoki inert muhit; 2 – kristallni tortuvchi sterjen; 3- dastlabki o'stirishni belgilovchi kristall; 4 – o'sib borayotgan kristall; 5 – kvartsdan qilingan tigelly; 6 – yuqori chastotali induktor; 7 – induksion tok ta'sirida izdiriluvchi grafit; 8 – kremniy kristalli; 9 – kristallizatsiya fronti; 10 – suyuq kremniy.

Bu usullarning asosini issiqlikni yo'naltirilgan holda uzatish tashkil qiladi. Vertikal pechlar uchun xarakterli narsa «kristallizatsiya» frontini kuzatish mumkin emasligidir. Yana bir kamchilik

o'sayotgan kristallning tigl devorlari bilan doimiy kontaktda bo'lib turishidir. O'lchamlari kerakligicha katta monokristallar olish uchun, butun texnologik jarayon davomida kristallanish chegarasi qavariq geometriyasi bo'lishi kerak. Buning uchun tigl devorlarining harorati suyuq faza haroratidan doimiy yuqori bo'lishi kerak. Natijada tigl devorlarida parazit kristallanish markazlari hosil bo'lishining oldi olinadi.

Zonadan o'stirish (3.1-rasmga qarang). Bu usulning Bridjmen usulidan farqi shundaki ikkita pech ishlatiladi, biri harorati $T < T_{er.}$, ikkinchisi harakatchan konstruksiyali qisqa zonali harorati $T > T_{er.}$ Bu usulda erigan modda tigl devorlari bilan kamroq kontaktda bo'lgani uchun o'stirilayotgan kristall kamroq ifloslanadi. Eriyotgan va erigan zona qalinligini va uning siljish tezligini o'zgartirish imkoniyati mavjud. SHuning uchun bu usul YaO' materiallarni yaxshiroq tozalash imkoniyatini beradi.



3.3.-rasm Monokristallarni eritmalaridan o'stirishning tigelsiz usullari.

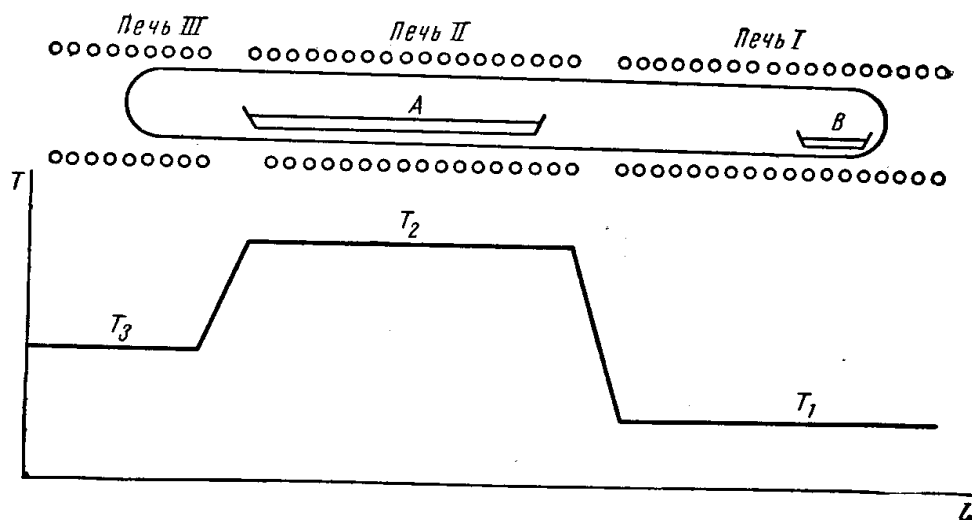
A – Varneyl usuli; b – vertikal zonali eritish; v – «tomchidan» tortish usuli;
g – «ko'lmakdan» tortish usuli.

CHoxralskiy usuli. Bu usul asosan sanoat ko'lamida Ge va Si ishlab chiqarishda ishlatiladi. 3.3-rasmda CHoxralskiy usulining printsipial sxemasi berilgan. Yuqoridagi usuldan uning farqlaridan biri bu tigelsiz usul bo'lib (o'stirilayotgan kristallga nisbatan) o'stirilayotgan kristall o'lchamini nazorat qilish mumkin, hamda o'sish sur'atini nazorat qilish imkoniyati mavjud.

Tigelsiz o'stirish usullari.

Tiglga yaroqli materiallarning cheklanganligi tufayli bu usullar qo'llanilishi ham nisbatan cheklangan. Tiglga yaroqli asosiy materiallardan biri kvartsdir. Kremniy va arsenid gallyi kristallarini o'stirishda ishlatiladigan kvarts tigellarda eritma odatda kislorod bilan ifloslanadi. Misol, kremniy monokristallini o'stirish jarayonida kremniyda 10^{17} sm^{-3} ga qadar kislorod kirishmalari kirishi mumkin. Arsenid gallyi monokristallini o'stirish jarayonida esa kvartsdan kisloroddan tashqari unga kremniy ham kirishi mumkin. Tiglsiz usullarni Varneyl usuli va tiglsiz zonali o'stirish misolida ko'rishimiz mumkin (13-rasm). Polikristalli yaxlit tsilindr shaklidagi kremniy namunasi vertikal holatda mushtarak o'qli sovutiladigan shtokka mahkamlanadi. Yuqoridagi shtokka mahkamlangan kichkina tir=ishli idishda maydalangan holdagi o'stirilayotgan material kukuni solinadi. SHtoklarni o'zgarmas tezlikda aylantirish yoki bir biriga nisbatan yaqin masofaga ko'chirish mumkin. Kremniyning tor (chegaralangan) qismida issiqlik manbai yordamida erigan zona hosil qilinadi. Erigan zona sirt taranglik kuchlari ta'sirida ushlab turiladi. Ya'ni erigan zona og'irligi sirt taranglik kuchlari ta'siridan kam bo'lgan holda ushlab turiladi. O'stirilayotgan kristall diametri zonaning kritik uzunligi va material xossalariga bog'lik bo'ladi, ya'ni $(G/d)^{1/2}$ ga, G – suyuqlik-qattiq jism orasidagi sirt tarangligi, d – erigan moddaning solishtirma og'irligi. Issiqlik manbai sifatida yuqori chastotali induktiv izzitish, elektron-nurli yoki radiatsion usullar qo'llanilishi mumkin.

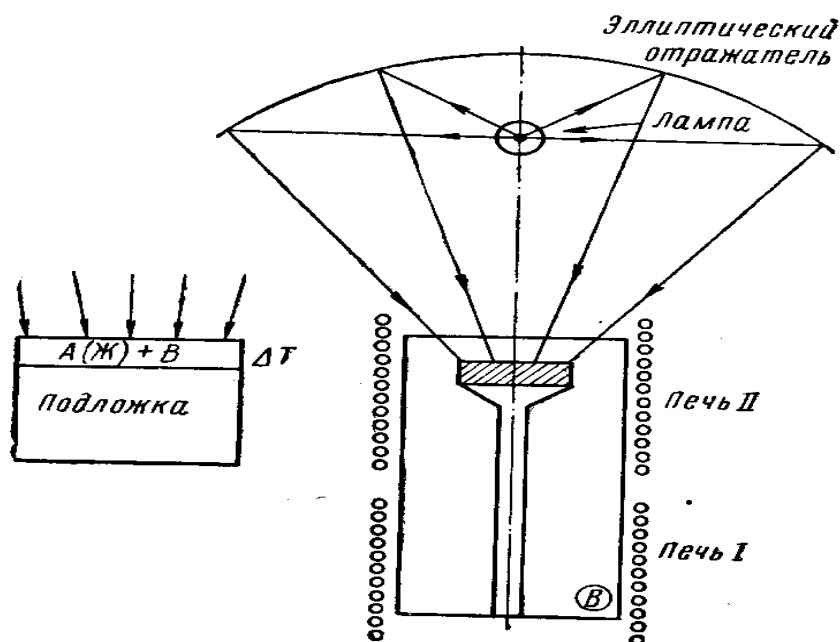
Nostexiometrik eritmalaridan kristall o'stirish. Bu usul nisbatan universal usul bo'lib, uning yordamida har qanday erish haroratiga ega bo'lgan, hamda bug'lar bosimi katta bo'lgan yarim o'tkazgich birikmalarini ham o'stirishda qo'llash mumkin. Bu usulda o'stirish jarayonida qo'llaniladigan eritmalar tayorlashda erituvchi neytral moddadan (o'stirilayotgan material tarkibiga kirmagan moddadan) yoki birikma tarkibiga kiruvchi moddadan ham bo'lishi mumkin. 3.4-rasmga qarang.



3.4-rasm. AV birikma asosidagi kristallni eritmadan yo'naltirilgan kristallanish usuli bilan o'stirish. Usulning asosiy afzalliklari. 1. Bu usul bilan o'stirish nisbatan past haroratlarda olib boriladi. 2. Bug' bosimi katta bo'lgan birikmalarni

1.punktini hisobga olgan holda o'stirish mumkinligi. 3. Yuqoridagi usullarga nisbatan o'stirish qurilmalarining konstruksiyasi nisbatan soddalashadi.

Suyuq fazali epitaksiya usuli. Bu usul yuqoridagi usuldan printsiipial farq qilmaydi. Bu usul bilan asosan ko'p qatlamli tuzilmalar olinadi. Bu usulni qo'llashning dastlabki qurilmalaridan biri 3.5-rasmga ko'rsatilgan.



Rasm 3.5. Eritmalardan epitaksial qatlamlar o'stirish qurilmasi.

4-mavzu. Yupqa qatlamli fotoelementlarni yaratish.

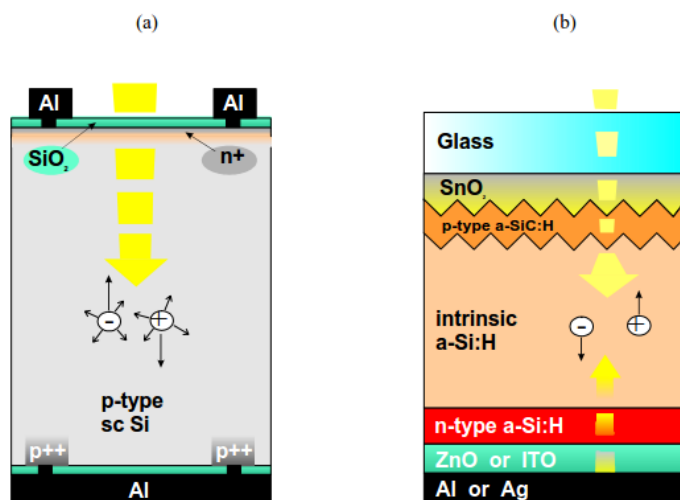
QE larini Yer sharoitida amaliy tatbiq qilish uchun maksimal F.I.K. olish bilan birga, ularni ishlab chiqarish rentabelligini oshirish asosida uning tannarxini kamaytirish lozim. Bu jarayon quyidagi faktorlarga bog'likdir.

1. Material sarf-xarajatlarini kamaytirish (QE lari tayyorlashda ishlatiladigan material kalinligini kamaytirish).
2. quyosh elementlarini tayyorlash uchun nisbatan arzonrok materiallar ishlatish.
3. quyosh elementlari tayyorlash jarayonini va ayrim texnologik operatsiyalarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish.
4. Tayyorlashga oid texnologik jarayonlarini nisbatan soddalashtirish va optimal texnologik marshrut ishlab chiqarishga intilish.

Quyosh elementlari tayyorlash texnologiyasining faol rivojlanishi, bir jinsli texnologik jarayonlarni qo'llash va elementlar narxini nisbatan kamaytirish uchun yupqaroq va arzonroq qatlamlar olish va element olish texnologiyasida iloji boricha ko'proq polimer materiallar va xom ash' yolar ishlatish tavsiya etiladi.

Keyingi davrlarda QE lari narxini nisbatan arzonlashtirish bevosita kremniyni o'zini olish jarayonini isloh qilish bilan bog'lanmokda. Misol uchun, toza YaO xususiyatlariga ega bo'lgan kremniyni dioksid kremniydan qayta tiklash usuli ishlab chiqildi, kremniy lentalarini (tasmalarini) uzluksiz o'stirish usuli yaratildi, va natijada nisbatan qimmat va og'ir texnologik jarayonlar bo'lgan kesish, shlifovka qilish, plastinalarni mexanik va ximik usullar bilan sayqallashdan voz kechildi. Akslantirishni kamaytiruvchi yupqa qatlamlar olishning yangi yuqori samarali nisbatan arzon ximiyaviy purkash (pulverizatsiya) usuli yaratildi va hokazo.

Quyosh elementlarini texnologik tayyorlash jarayonini arzonlashtirish yo'lida ayrim soddalashtirishlarga qaramasdan, uni tayyorlash haligacha ayrim og'ir operatsiyalardan xoli emas. Tayyorlash texnologik jarayonining nisbatan yengillashtirish nuqtai nazaridan quyosh elementlarining yangi modellari yaratilmoqda, jumladan MOP (metall-oksidi qatlami- YaO) yoki MDP (metall-dielektrik- YaO) tuzilmalar asosida. Bunday tuzilmalarni tayyorlash jarayonini, boshqa YaO qurilmalarda ishlatilayotganligi sababli (diod, tranzistorlar, mikrosxemalar va hokazolar) va ularning texnologik jarayonlari nisbatan rivojlanganligi hisobiga, avtomatlashtirish nisbatan osonroqdir. Bunday tuzilmalar asosidagi quyosh elementlari yuqorida keltirilgan traditsion tuzilmalardan xarakteristikalarini bilan farq qiladi. Misol uchun, kremniy asosidagi traditsion p-n o'tishli elementlarga qaraganda bu tuzilmalar UB diapazonda bir muncha yuqoriroq spektral sezgirlikka ega.



4.1-rasm. a) odatdagi strukturali va b) ko'p qatlam strukturali fotoelement.

Bu yangi modellarning aksariyati YaO' material va shaffof metall qatlam orasidagi potentsial to'siqli tuzilmalarga o'xshashdir (misol, SHotki to'siqqa o'xshagan). YaO' material va metall orasidagi keskin energetik burilish hisobiga potentsial to'siq hosil qilib, QE yaratilishi va ishlashi uchun imkon yaratadi. Ayrim hollarda (xususan sunggi paytlarda) shaffof metallar o'rniga elektr tokini o'tkazadigan, keng sohali YaO' lar xususiyatiga ega bo'lgan oksid qatlamlar ishlatilmoqda.

Kelajakda kremniy asosidagi bunday QE parametrlarini davomiy yaxshilash imkoniyati mavjud. Bunday parametrlar va vazifalar qatoriiga quyidagilar kiradi,

1. Kremniyga nisbatan man qilingan sohasi keng bo'lgan YaO' materiallar ishlatish va ularning samaradorligi va xususiyatlarini kremniy asosidagi p-n o'tishli elementlar xususiyatlariga yaqinlashtirish.
2. Nisbatan qimmat bo'lgan metallar Ag, Cr, Au, Pd asosidagi kontakt qatlamlari o'rniga arzon alyuminiy asosidagi kontakt texnologiyasini yaratish.
3. SHotki to'siq asosidagi quyosh elementlarida to'siq chegarasida qalinligi 10-20 °A bo'lgan kremniy oksidi (SiO_x) qatlamini o'tkazib teskari to'yinish toki I_0 ning kamayishi hisobiga salt yurish kuchlanishi U_{xx} qiymatini keskin oshirish va element olish jarayonini soddalashtirish vazifalari turibdi.

Ko'p miqdorda zaryadlar kiritilgan oksid qatlam hisobiga YaO' material sirtida sohalar burilishi va ajratuvchi potentsial to'siq hosil qilish mumkin. Bunday inversion qatlam hisobiga, xuddi kirishmali diffuzion qatlam singari, yoritilayotgan yuzadagi rekombinatsiya sur'atini kamaytirish va zaryadlar ajratilishini baza sohasiga teskari r^+ va p^+ - to'siqlar orqali bajarilishi mumkin. Yana bir imkoniyat shuki, bu qatlamlarga omik kontaktlar olish va elementlarni kommutatsiya qilish osonlashadi.

5-mavzu. Fotoelementlarni tashkil qiluvchi tuzilmalarning xususiyatlarini o'rganish.

Fotoelektrik batareyalar yoki quyosh batareyalari (QB) murakkab qurilmalar bo'lib, ular ma'lum tartibda ulangan QE dan va bu elementlar joylashtirilgan eltuvchi asoslardan iboratdir. Bular tarkibiga ajratuvchi diodlar ham kiritilgan bo'lishi mumkin. QB konstruksiyasi silkinish va urinishlarga chidamli va ishlashga oson bo'lishi kerak. QB tayyorlashning texnologiyasini yaratish uchun QE larining potentsial imkoniyatlaridan to'la foydalanish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun QB tayyorlash texnologiyasi batareya quvvati yo'qotishlarni maksimal kamaytirish imkonini berishi zarur. QB larida quvvatning yo'qotilishi ikki xil bo'ladi, bular optik va elektrik yo'qotishlardir.

1) Elektrik yo'qotishlar. Elektrik yo'qotishlar asosan QE parametrlarini aniq o'lchashga va ularni parametrlariga qarab aniq saralashga bog'liqdir. Parametrlarga qarab saralash elektrik yuklanmaning optimal nuqtalariga yaqin qilib olib borilishi kerak.

2) Optik yo'qotishlar. Optik yo'qotishlar bu tushayotgan quyosh nurining QE lariga hammasi yetib bormasligidadir. Jumladan, bu yo'qotish QB sini germetizatsiya qilishdagi (germetik materialining bir jinsli bo'lmaganligi va texnologik jarayon natijasida paydo bo'ladigan nuqsonlar) va frontal yuzaga tushayotgan nurni o'tkazuvchi qoplama (oyna yoki plastik modda) dagi yo'qotishlardan iborat.

Quyosh batareyalari tayyorlashdagi asosiy texnologik jarayonlar quyidagilardan iboratdir:

- QE larini tegishli parametrlar bo'yicha saralash,
- elementlarni berilgan kuchlanish va tok kuchi olish uchun kommutatsiya qilish,
- QB larini korpuslarini tayyorlash,
- kommutatsiya qilingan elementlarni batareyaga joylash va uni germetizatsiya qilish,
- QB larini parametrlar bo'yicha o'lchash va saralash.

QE larini kommutatsiya qilish. Kerakli kuchlanish va tok kuchi olish uchun QE lari parallel, ketma-ket yoki kompleks ravishda kommutatsiya qilinadi. Umuman aytganda QB sining elektrik quvvati batareyadagi QE lari quvvatlarining yig'indisiga teng bo'lishi kerak. Agar bunday

bo'lmasa, demak yo'qotishlarni kamaytirish usulini topish zarur. QB sining toki batareyadagi parallel ulangan elementlar tokining yig'indisi bilan aniqlanadi, kuchlanishi esa ketma-ket ulangan elementlar kuchlanishlarning yig'indisi bilan belgilanadi. Quyida hisoblash formulalari keltirilgan.

$$U_{kb} = N_{kk} U_{ke}, \quad (5.1)$$

$$I_{kb} = N_{par} I_{ke}, \quad (5.2)$$

$$P_{kb} = N_{\Sigma} P_{ke}, \quad (5.3)$$

$$P_{kb} = U_{kb} I_{kb}, \quad (5.4)$$

$$P_{ke} = U_{ke} I_{ke}, \quad (5.5)$$

$$N_{\Sigma} = N_{kk} N_{par} \quad (5.6)$$

Bu yerda U_{kb} va U_{ke} mos ravishda QB va QE kuchlanishlari, N_{kk} va N_{par} mos ravishda ketma-ket va parallel ulangan elementlar soni, P_{kb} va P_{ke} mos ravishda QB va QE quvvatlari.

Misol: Quyidagi parametrlarga ega bo'lgan QE berilgan, yuklanmada kuchlanishlar pasayishi $U_{yukl} = 0,4$ V da maksimal tok kuchi $I = 0,5$ A. SHu KE laridan 100 ketma-ket va 300 tasi parallel ulangan. Tayyorlangan QB sining parametrlari qanday? $I_{kb} = 100 \times 0,5 = 50$ A, $U_{kb} = 300 \times 0,4 = 120$ V va $P_{kb} = 50 \times 120 = 6000$ Vt.

Quyosh elementlarini saralash usullari

Quyosh elementlarini saralash uchun uning parametrlari o'lchash zarur. Parametrlarni o'lchashning ikki xil usuli mavjud.

1) Tabiiy quyosh nurlari ostida «etalon» QE lari vositasida o'lchash. O'lchash muddatida etalon va o'lchanayotgan QE bir tekislikda turishi kerak, ya'ni tushayotgan nurlarning energiyasi bir xil bo'lishi zarur.

2) Quyosh nurlari «imitatorlaridan» foydalanish. Ya'ni sun'iy quyosh sifatidagi qurilmalardan foydalanib QE parametrlarini o'lchash. Ishlab chiqarish sharoitida son-sanoqsiz QE lari bo'lgani uchun ikkinchi usuldan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Imitator bilan ishlaganda albatta vaqti-vaqti bilan etalon QE larini kalibrovka (qayta pasportda ko'rsatilgan parametrlarini nazorat qilib turish) qilib turish zarur.

Quyosh elementlarini saralash uchun quyida keltirilgan parametrlar o'lchanadi:

- qisqa tutashuv toki I_{kt} ,
- salt yurish kuchlanishi U_{syu} ,
- elektrik yuklanma mavjudligidagi optimal kuchlanish U_{opt} ,
- yuklanmadagi optimal tok I_{opt} .

SHu o'lchangan va aniqlangan quyosh elementlari asosida quyida keltirilgan parametrlar hisoblanadi:

- volt-ampere xarakteristikaning to'ldirish koeffitsienti ξ ,
- foydali ish koeffitsienti η .

Bu koeffitsientlar quyidagi formulalardan hisoblanadi,

$$\xi = I_{opt} U_{opt} / I_{kt} U_{syu}, \quad (2.7)$$

$$\eta = 100 \xi I_{kt} U_{syu} / E_k S, \quad (2.8)$$

bu yerda E_k –QE yuzasiga tushayotgan quyosh energiyasi miqdori, mVt/sm² yoki Vt/m² birliklarda o'lchanadi. Odatda, elementlarning keltirilgan parametrlari har xil bo'lgani uchun, o'lchashni osonlashtirish maqsadida U_{opt} avvaldan aniq tanlab olinadi. Odatda saralash U_{opt} q 0,4 V olinadi va element shu kuchlanishga to'g'ri keladigan tok bo'yicha saralanadi. O'lchash jarayoni Xalkaro standartga mos keladigan atmosfera massasi va shunga mos tushayotgan yorug'lik miqdori quvvati imitatoridan tanlab qo'yiladi. Odatda o'lchash AM 1 standarti sharoitida olib boriladi, $Y_{ek} = 1000$ Vt/m² va $T = 25$ °S. Quyosh batareyalari parametrlari ham shu usulda o'lchanadi. Agar QB o'lchami katta bo'lsa, ya'ni imitatorga joylashmasa u bevosita tashqarida tushayotgan quyosh nurlaridan foydalanib o'lchash mumkin.

Quyosh elementlarini germetizatsiya qilish texnologiyasi

Quyosh elementlari va batareyalarini Yer sharoitida amalda qo'llash uchun ularni o'rab turgan muhit ta'siridan yetarlicha himoya qilish zarur bo'ladi. Germetizatsiya qilish texnologiyasini

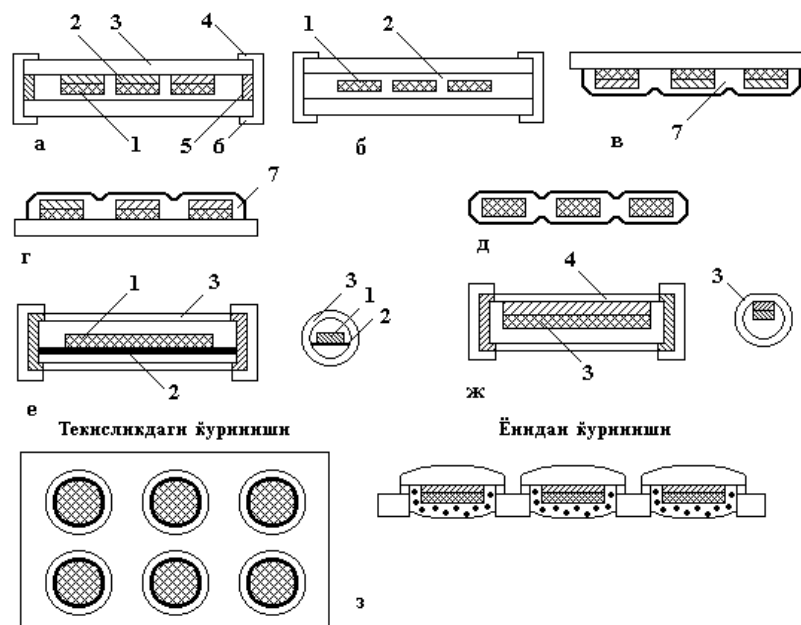
yaratish jarayonida batareyalarning amalda ishlash uchun sodda konstruksiyasini tayyorlash, vazni yengil, mexanik mustahkam, joyidan ma'lum masofaga ko'chirishga qulayligi va elementlarning birlik yuzadan quvvatini imkon qadar ko'proq bo'lishini ta'minlash zarur. Hozirgi zamon QB larining ikki xil konstruksiyasi mavjud,

- a) shaffof trubka shakldagi konstruksiya,
- b) tekis shakldagi turi.

Er sharoitida ishlatilayotgan QB lari asosan yupqa tekis shakldadir, shuning uchun shu konstruksiyani tayyorlashni ko'rib o'tamiz. Germetizatsiya qilishda quyosh elementlarning tashqarisida joylashgan shaffof material (nur tushayotgan tomonga qo'yiladigan va elementni mexanik tajovuzlardan himoya qiladigan) va bevosita elementni frontal va orqa tomondan o'rab turadigan germetik polimer material ishlatiladi. QB lari ishlab chiqadigan yetakchi xorijiy firmalar asosan germetik material sifatida polivinilbütural (PVB) va polivinilbatsetat (PVA) qatlamli qoplamalaridan foydalanishadi. 5.1-rasmda QB larining har xil materiallar bilan germetizatsiya qilingan hollar uchun ayrim konstruksiyalari namunalari keltirilgan.

SHaffof material sifatida nur o'tkazish koeffitsienti 95 % dan ortiq bo'lgan oyna turlari va ayrim boshqa shaffof materiallar olinadi. Polivinilbütural qoplamasi vositasida germetizatsiya qilish usulini ko'rib o'tamiz. Bu usulni qo'llaganda asosiy bosqichlar quyidagilardan iborat;

- quyosh elementlarini saralash,
- elementlarni kommutatsiya qilish,
- kerakli materiallarni ma'lum tartibda joylashtirish,
- vakuumda termik ishlov berish (polimerizatsiyalash ham shuni ichiga kiradi),
- batareya parametrini o'lchash (saralash).



5.1-rasm. Quyosh elementlari va batareyalarini germetizatsiya qilish usullari. 1- quyosh elementi, 2-kauchuk, 3-himoya qoplamasi, 4-5 –6-konstruksiya himoya qoplamalari, 7-germetik modda.

- a - tashqi himoya qoplamasiga QE yelimlangan konstruksiya;
- b - QE ikki tomondan kauchuk bilan to'ldirilgan hol
- v – a va b dan farqli orqa tomon qalin germetik yoki plastikka almashtirilgan hol;
- g – v ning to'ng'ir hol;
- d – ikki tomonlamahimoyalangan konstruksiya (ikki tomonlama sezgir QE asosida tayyorlanadi);
- e - QE taglikka mahkamlangan va inert gaz bilan to'ldirilgan shisha ichiga kiritilgan;

j - QE shaffof yelim vositasida himoya qoplamasiga mahkamlangan, u ga teskaribo'lgan hol;

z – dumaloq shaklli QE shaffof kauchuk vositasida lampa- faralarga mahkamlangan hol.

Vakuumdagi termik ishlov berish uchun vakuum termik dastgohi qo'llaniladi va batareyaning maksimal geometrik o'lchovi shu dastgoh kamerasining sig'imi va o'lchovlari bilan aniqlanadi. Odatda polimerizatsiya jarayoni 140-200 °S va havosi 10^{-1} torr gacha so'rib olingan kamerada amalga oshiriladi. Agar batareyani polimerizatsiya qilish uchun maxsus har tomonlama bosim beradigan rezinali qop bo'lmasa, bir tomonlama bosim beradigan mexanik vosita ishlatiladi.

PVB-qoplama bo'lmagan taqdirda germetizatsiya qilishning boshqa usuli mavjud. Bu SKTN markali sintetik kauchuk yordamida germetizatsiya qilishdir. PVB-qoplamadan farqli joyi shundaki, SKTN bu suyuq smoladir. SHuning uchun, dastavval uni tarkibi tayyorlab olinadi. Texnologiya etaplari quyidagicha;

- germetik tarkibini tayyorlash (SKTN Q ma'lum %) li katalizator,
- germetikka vakuumda ishlov berish (havodan tozalash),
- QE larini saralash, kommutatsiya qilish,
- element va boshqa kerakli materiallarni ma'lum tartibda joylashtirish,
- polimerizatsiya qilish,
- batareya parametrlarini o'lchash.

Polimerizatsiya jarayoni uy haroratida olib boriladi.

Fotoelektrik qurilmalar va ularni tayyorlash texnologiyasi.

Fotoelektrik qurilmalarning ishlash sharoiti va quvvatiga qarab shartli ravishda ularni ikki guruhlariga bo'lish mumkin:

1. Ko'chirma, ko'tarma (yig'ma) quyosh batareyalari va fotoelektrik qurilmalar. Bunday qurilmalar asosan markazlashgan an'anaviy elektr tarmoqlaridan uzoqda joylashgan kam quvvatli iste'molchilarni avtonom elektr quvvati bilan ta'minlashga xizmat qiladi.

2. Fotoelektrik stantsiyalar (FES). Bu qurilmalar ishlab chiqarish, xo'jalik ishlari va turmushda qo'llaniladigan elektr iste'molchilarini avtonom ravishda elektr quvvati bilan ta'minlaydi.

Birinchi guruh uchun iste'molchilar asosan bu ko'tarma radio teleapparatura, ko'tarma muzlatgichlar, kam quvvatli yoritgichlar va boshqa turmush anjomlari bo'lishi mumkin. Ikkinchi holda esa asosan markazlashgan elektr tarmoqlaridan uzoqda joylashgan qishloq xo'jalik ob'ektlari, meditsina tarmoqlari, alohida fermer xo'jaliklarida suv chiqarish, sug'orish, yoritish va boshqa xo'jalik ishlarida qo'llanilishi mumkin. QB va FES larini ishlab chiqarishda va ularni ishlatishda ayrim quyida keltirilgan sharoitlarni hisobga olish kerak. Jumladan ishlatish sharoiti (geografik tuzilish nuqtai nazaridan tog'lik, tekislik va hokazo), yorug'lik tushishining intensivligi (kunlik, haftalik, oylik, yillik), namlik va havodagi chang miqdori, yillik haroratning maksimal va minimal qiymatlari, hududning geografik kengligi, mahalliy hududning morfologiyasi va boshqalar e'tiborga olinadi.

Fotoelektrik qurilmaning tarkibi ishlash sharoitiga va iste'molchining talabiga qarab har xil bo'lishi mumkin. Umuman maksimal quvvat olish uchun uning fotoelektrik blok, akkumulyator, is'temolchi bilan akkumulyatorni boshqarish tizimi (kontroller), o'zgarmas tokni o'zgaruvchan 220 V kuchlanish va 50 Gts chastotali tokka aylantirgich (invertor), fotoelektrik qurilmani quyoshning yurishiga qarab holatini kuzatuvchi boshqarish bloki va hokazolardan iborat bo'lgan butlovchi qurilmalar kiradi.

Quyosh batareyalari va fotoelektrik qurilmalarning quvvatini hisoblash namunalari.

QB va FEQ lar quvvatini hisoblash uchun quyidagilarni hisobga olish zarur:

1. Fotoelektrik qurilma quvvatini hisoblash uchun avvaliga uni ishlatilishi ko'zda tutilgan muhit bilan tanishish va shu muhit xususiyatlarini (o'rtacha harorat, yorug'lik nurlarining o'rtacha quvvati, yorug'lik tushish muddati, yil davomidagi yorug' kunlar va hokazo) o'rganish zarur.

2. Elektr energiyasi iste'molchilarining xarakterini (o'zgaras va o'zgaruvchan tok iste'molchilari xususiyatlari), iste'molchilarning elektrik parametrlari (tok kuchi, kuchlanishi, o'zgaruvchan tok chastotasi), kerakli umumiy elektr quvvatini hisoblash va har bir iste'molchiga bir kunda o'rtacha ishlatish vaqtini aniqlash zarur.

3. Ortiqcha ishlab chiqilgan elektr energiyasini hisoblash va energiyani yig'ish usulini tanlash.

4. Yig'uvchi akkumulyator elektr sig'imini hisoblash.

5. Fotoelektrik qurilma yig'ish uchun kerak bo'ladigan standart va nostandart asbob uskunalarni aniqlash.

6. Invertorlar parametrlarini, quvvatini va foydali ish koeffitsientini aniqlash.

7. Kontrollerlarning parametrlarini va quvvatini aniqlash.

8. Fotoelektrik qurilma konstruktsiyasini tanlash, parametrlarini rejalash, tayyorlash texnologiyasini aniqlash.

9. Fotoelektrik qurilmani tayyorlash.

10. Fotoelektrik qurilma qismlarini sinash. Qurilmani butunicha sinash.

11. Fotoelektrik qurilmani sinash natijalarini hisobga olgan holda uni parametrlarini optimal holga keltirish.

12. Qurilmani tajribaviy sinash, hisob va rejaviy natijalar bilan taqqoslash.

13. Fotoelektrik qurilmaga ketgan xarajatlarni qoplash muddatini va samaradorligini aniqlash.

Misol sifatida O'zbekiston Respublikasining cho'l sharoitida joylashgan, energiya markazlaridan uzoqda bo'lgan fermer xo'jalikni fotoelektrik qurilma bilan ta'minlashni ko'rib o'tamiz. Fermer xo'jalikning asosiy kasbi chorvadorlik va dehqonchilik bo'lsin.

1. Bu hudud uchun (Masalan, Qashqadaryo hududi) quyoshli kunlar 300 kun, tushayotgan yorug'likning o'rtacha quvvati 750 Vt/m^2 , o'rtacha yorug'lik tushish muddati kuniga 8 soat bo'lsin.

2. Elektr energiyasining iste'molchilari, 6 kishidan iborat oila. Yoritish uchun 4 yorug'lik manbai har biri LDS-40 lampa, yoritish muddati bir kunda 4 soat. Ro'zg'or buyumlari: televizor quvvati 60 Vt bir kunda ishlash muddati 3 soat, sug'orish nasosi quvvati 20 Vt bir kunda ishlash muddati 2 soat, choy qaynatgich bir kunda ishlash muddati 2 soat, quvvati 20 Vt, ko'tarma kam quvvatli 40 Vt li slesar'-tokar quvvati 40 Vt, dastgohi o'rtacha ishlash muddati 0,5 soat.

3. Keltirilgan iste'molchilarining umumiy bir kunlik iste'mol qilgan elektr quvvati $0,64 + 0,18 + 0,04 + 0,04 + 0,02 = 0,92 \text{ kVt}$ soatni tashkil etadi. Bir yilda esa $360 \times 0,92 = 336 \text{ kVt}$ soat.

4. Energiyani yig'ish uchun kislotali akkumulyatorni tanlab olamiz, uning kuchlanishi 12 V bo'lsin. U holda bir kunda 0,92 kVt elektr quvvatini yig'ish uchun, agar invertorning f.i.k. 0,92 bo'lsa, f.i.k. 10 % li QE laridan bir kunda $85 \text{ A} \times 12 \text{ V} \times 1000 \text{ Vt}$ yig'ish mumkin. Agar yorug'likning o'rtacha tushish vaqti 8 soat bo'lsa har soatiga 125 Vt energiya jamlanishi yoki 20 % zahirali qilib fotoelektrik qurilma rejalashtirilsa quvvati 150 Vt bo'lgan qurilma tayyorlanishi kerak.

5. Akkumulyatorning elektr sig'imini hisoblash uchun razryadlanish chegarasini 75 % olsak, uning elektr sig'imi 300 A soat bo'ladi.

6. Ikki xil invertor kerak bo'ladi. A) LDS-40 yoritgichlar uchun chastotasi 20 kGts li, quvvati 150 Vt li invertor. B) CHastotasi 50 Gts li, quvvati 100 Vt li invertor.

7. Boshqaruvchi kontrollerlarning quvvati 150 Vt

8. Fotoelektrik qurilmaning quvvati 150 Vt va uni statsionar yoki ko'tarma konstruktsiyali qilish maqsadga muvofiqdir.

6-mavzu. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish samaradorligi.

Viloyat qo'mitasining tashabbusi va moliyaviy ko'magida hamda O'zbekiston Respublikasi Tabiatni muhofaza qilish Davlat qo'mitasining bevosita amaliy yordami bilan quyosh energiyasidan foydalanishning afzalliklarini omma o'rtasida tadbiq qilinishi oqibatida Jarqo'rg'on tumani «Oqtepa» tabiat bog'i ma'muriy binosiga 2 komplekt quyosh energiyasidan elektroenergiya ishlab chiqaruvchi hamda ishlab chiqarish zaruriyati uchun zarur bo'ladigan suv isitish tizimi yaratish

maqsadida uskunalar o'rnatildi. Yana viloyat tabiatni muhofaza qilish qo'mitasi ma'muriy binosiga, SHerobod tumani Sayid Qulfiddin fermer xo'jaligi, Termiz tumani 1-sonli shifoxonasi, Qumqo'rg'on tumani Xo'jamulki qishloq vrachlik punktlariga zamonaviy quyosh fotoelektr stantsiyalari (quyosh batareyalari) o'rnatildi va hozirgi kunda bu batareyalardan iste'mol uchun elektr energiyasi olinmoqda.

Quyosh energiyasidan foydalanish tizimlari yaratilishining afzalliklari asosan elektr va boshqa energiya manbalari bo'lmagan hududlarda tiklanadigan energiya manbalari yaratgan holda xalq xo'jaligi va aholining energiya manbalariga bo'lgan talablarini qondirishdan iborat.

Ushbu strategik yo'nalishning O'zbekiston uchun muhimligi shundan iboratki, barcha hududlarning uzoq kelajakdagi energiya ta'minoti, qayta tiklanadigan energiya manbasi sohasidagi aniq loyihalarni amalga oshirilishiga bog'liq, chunki, an'anaviy energiya resurslari qayta tiklanmaydi va cheklangan. O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbasi kelgusida rivojlanish sharoiti va o'zlashtirilishi elektroenergetika tizimini ma'lum darajada diversifikatsiya qilish orqali erishilishi mumkin.

O'zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish uchun qulay imkoniyatlar mavjud. Mamlakatimizda yilning asosiy qismi issiq va quyoshli kunlardan iborat. Bundan tashqari, tog'li hududlardan oqib o'tuvchi sersuv daryolar bitmas-tuganmas energiya manbai hisoblanadi. Respublikada qayta tiklanadigan energiya manbalarining texnik imkoniyatlari: quyosh — 98,8 foiz, shamol — 0,2 foiz, gidro — 1,0 foizdir. SHuning uchun mamlakatimizda geliouskunalaridan foydalanish qulay hamda maqsadga muvofiqdir.

Yuridik shaxslarni geliouskunalarni olib kirishdagi bojxona to'lovlari va qo'shimcha qiymat solig'idan (NDS) ozod qilish, suv isitish va elektr tokini ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan import qilinayotgan quyosh tizimi uskunalarining narxini ancha pasaytirishiga imkon beradi va ularni iste'molchi uchun arzon qilib qo'yadi. Masalan, bugungi kunda import qiluvchi Janubiy Koreya Respublikasida ishlab chiqarilgan 500–1000 W (Vatt) geliouskunalarni 1500–2500 AQSH dollari narxida taklif qilinmoqda. Agar ko'rsatilgan imtiyozlar kiritilsa, unda uning narxi 700 dollargacha pasayadi. Bu esa uskunalarning sotilish muddatini qisqartiradi. Bundan tashqari biz o'zimizning iqlim sharoitiga mos chidamli va iqtisodiy jihatdan arzon bo'lgan qurilmalar ishlab chiqishimiz ularni amaliyotda sinab qishloq xo'jaligi va ishlab chiqarish sanoatida qo'llashimiz lozim. Yuqorida kayd etilganlardan va hozirgi iqtisodiy sharoitlardan kelib chiqib bugungi kunda asosiy energiya manbai bo'lgan tabiiy resurslarning vaqti kelib tugashini hisobga olgan holda, O'zbekiston Respublikasi tabiatni muhofaza qilish Davlat qo'mitasi tomonidan O'zbekiston Respublikasida davlat unitar korxonasi hisoblanadigan «Eko-Energiya» ilmiy tadqiqot markazi tashkil etilgan.

- Markazning asosiy faoliyati quyidagilardan iborat: energiya ishlab chiqarish jarayonida atrof muhit ifloslanishi va shu yo'nalishda qonuniy, me'yoriy, boshqaruv va dastur hujjatlarini tayorlash; atrof muhitni muhofazasi, tabiiy resurslarni iqtisod qilish, ulardan samarali foydalanish, tiklanadigan energiya manbalarini o'rganish va amaliyotga tadbqiq qilish yo'llarini izlash; tiklanadigan va ekologik toza energiya manbalarini tadqiqot qilish va ularni keng ko'llamda amaliyotga qo'llash;
- tiklanadigan energiya manbalarini qo'llashda ilg'or tajribalarni o'rganish va optimal variantlarni qo'llash bo'yicha Eko-energiya texnologiyalarini amaliyotga tadbqiq qilish siyosatini yuritish;
- quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha iqtisodiy topshiriqlar asosida mahalliy resurslarni hisobga olgan holda loyihalash, qurish va hokazolar.
-

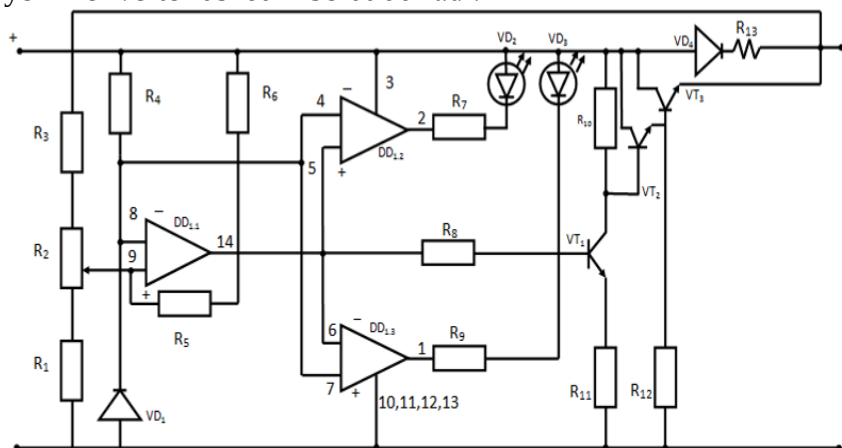
➤ **Elektr energiyasini saqlash,taqsimlash,va istemol qilish tizimi.**

Ko'chma telekommunikatsiya apparaturalarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda birlamchi elektr energiyasi sifatida kichik kuchlanishli o'zgarmas tok manbalari (gal'vanik elementlar, akkumulyatorlar, termogeneratorlar, quyosh va atom batereyalari) ishlatiladi. Turli xildagi telekommunikatsiya apparaturalarining elektr ta'minoti uchun esa turli nominaldagi

o'zgaras va o'zgaruvchan kuchlanishlar zarur bo'ladi. SHuning uchun bir nominaldagi o'zgaruvchan yoki o'zgaras kuchlanishni ikkinchi nominaldagi o'zgaruvchan yoki o'zgaras kuchlanishga o'zgartirish talab qilinadi. Bu vazifani o'zgartirgichlar bajaradi. O'zgartirgichlar elektr ta'minot manbai kuchlanishini apparaturalar alohida qismlarini elektr ta'minoti uchun talab qilingan turdagi va nominaldagi kuchlanishlarga o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi.

O'zgartirgichlar ikki turga bo'linadi. O'zgaras tok energiyasini o'zgaruvchan tok energiyasiga o'zgartirib beruvchi o'zgartirgichlar invertorlar deyiladi va o'zgartirish jarayoni invertorlashdan iborat bo'ladi.

Agar o'zgartirgich chiqishida o'zgaras kuchlanish olinishi talab qilinsa, u holda invertordan keyin to'g'rilagich va fil'tr kuyiladi. Bunday bir kuchlanishli o'zgaras tok energiyasini boshqa kuchlanishli o'zgaras tok yenergiyasiga o'zgartiruvchi o'zgartirgich konvertor deyiladi va o'zgartirish jarayoni konvertorlashdan iborat bo'ladi.



6.1-rasm. Kontroller qurilmasining prinsipial sxemasi.

Kontroller qurilmasi akumulyator batareyasi kuchlanishini nazorat qilishda va uni zaryadi nominal qiymatidan kamayishidan yoki o'ta to'yinishidan himoyasida qo'llaniladi. Bizning loyixada kontroller qurilmasining soddaxemasi keltirilgan bo'lib, ilmiy tadqiqotlar davomida sinovdan o'tkazildi. Bu qurilmalarning avzalligi shundaki arzon, ishonchli va prinsipial sxemasining soddaligidir. SHuni takidlash kerakki bu qurilma akumulyator batareyasini kuchlanishini to'liq nazorat qilish imkoniyatini berib chet elda ishlab chiqarilgan qurilmalardan qolishmaydi.

Loyixada akumulyator batareyasini ishchi nominal kuchlanishi 9.5 V-12.5 V deb tanlab olindiv quyidagilar elementlardan foydalanildi:

R_1 R_3 -33 kOm	VD_1 -KS162
R_2 -50 kOm	VD_2 - VD_3 -AL307 _A
R_4 R_8 -740 kOm	VD_4 - D232
R_5 - 1 mOm	VT_1 -KT6302
R_6 R_{10} -1 kOm	VT_2 – KT805
R_7 R_9 -470 Om	VT_3 – KT819
R_{11} -120 Om	DD_1 – LM339
R_{12} -300 Om	$I_{z,T}$ = 0.25 – 10 A
R_{13} -50-60 kOm	$V_{t,k}$ = 12.6 V

Agar R_4 , R_4 , R_4 , VD_1 larni mos ravishda tanlab olib 3 – 24 V lik akumulyator batareyasini 10 A tok bilan zaryadlash mumkin.

Akumulyator batareyadagi kuchlanish 12.6 V ga yetganda komparatorni 14 chi chiqishida katta potentsial hosil bo'ladi VT_1 ochiladi VT_2 , VT_3 lar esa yopiladi. Akumulyator batareyasi kichik 0.25 A tok bilan zaryadlanib boradi

Agar akumulyator batareyasidagi kuchlanish 12.6 V dan kichik bo'lsa 14 chi nuqtada quyi potentsial paydo bo'ladi VT_1 – yopiladi VT_2 va VT_3 lar ochiladi.

VD_4 - sutkaning tun qismida akumulyator batareyasidan quyosh paneliga energiya oqimini chegaralaydi.

Bu sxemani akumulyator batareyasini tarmoqdan foydalanib zaryadlash uchun ham ishlatish mumkin. Bunday xolatda o'zgaruvchan tokni doimiy tokka aylantirish zarur.

Invertor har qanday o'zgartirgichning asosiy qismi hisoblanadi. Invertorlar quyidagi belgilariga qarab sinflarga bo'linadi:

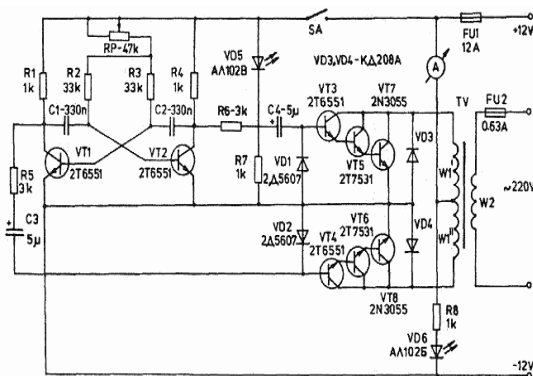
- o'zgartiriluvchi kattalik turiga qarab: tok invertorlari va kuchlanish invertorlari;
- ish taktiga qarab: bir taktli va ikki taktli invertorlar;
- kalit elementlari turiga qarab: tranzistorli va tiristorli invertorlar;
- ko'zgatish usuliga qarab: mustaqil va o'z-o'zidan qo'zgatishli invertorlar;

Tranzistorli invertorlar quyidagi turkumlarga bo'linadi:

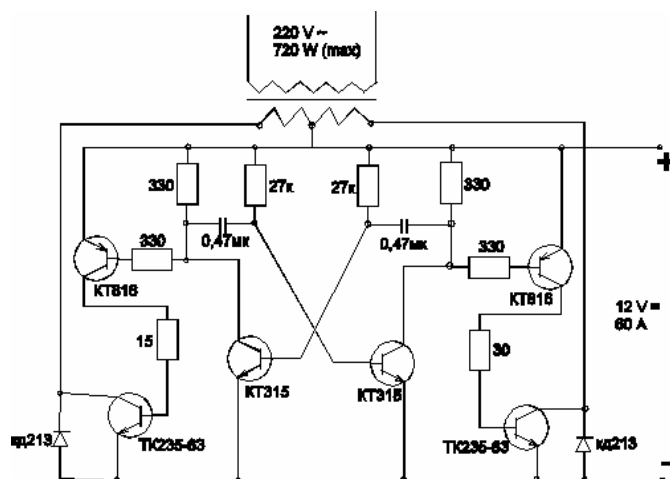
- tranzistorlarning ulanish sxemalariga qarab: umumiy emitterli va umumiy kollektorli invertorlar;
- teskari aloqa turiga qarab: kuchlanish buyicha teskari aloqali, tok buyicha teskari aloqali, tok va kuchlanish buyicha teskari alokali invertorlar;

Tiristorli invertorlar quyidagicha turlanadi:

- tiristorlar kommutatsiyasiga qarab: tarmoq orqali va avtonom;
- yuklamaga nisbatan kommutatsiyalovchi sigimning ulanishiga qarab: ketma-ket, parallel. Yarim o'tkazgichli o'zgartirgichlarning afzalliklari ishonchlilik, yuqori FIK, kichik xajm va ekspluatatsion muddatning uzoqliligidir.



6.2-rasm. Invertorning umumiy ko'rinishi va ishchi prinsipial sxemasi

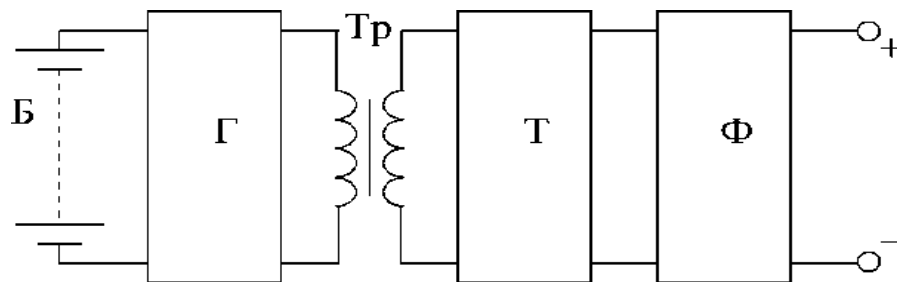


6.3-rasm. TK 235-63 tranzistorli invertor sxemasi.

Tranzistorli o'z-o'zidan ko'zgatishli o'zgartirgichlar (avtogeneratorlar) o'zgarma kuchlanishni o'zgartirish jarayonini keltirilgan tuzilish sxemasidan foydalangan holda tushuntirish mumkin. O'zgarma tok manbai akkumulyator batareyasi B xisoblanib, undan uncha katta bo'lmagan U_{kir} kuchlanish Tr transformatorga beriladi. Tr transformator o'zgaruvchan kuchlanishning shakllanishi va uning qiymatini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Akkumulyator

kuchlanishi o'zgaras bo'lganligi uchun akkumulyator va transformator orasiga o'zgaras tok zanjirini davriy ravishda uzish va ulash maqsadida 350...400 Gtsli tok uzgichi qo'yish zarur. O'zgaras tok uzgichi sifatida tranzistorli generator G xizmat qiladi.

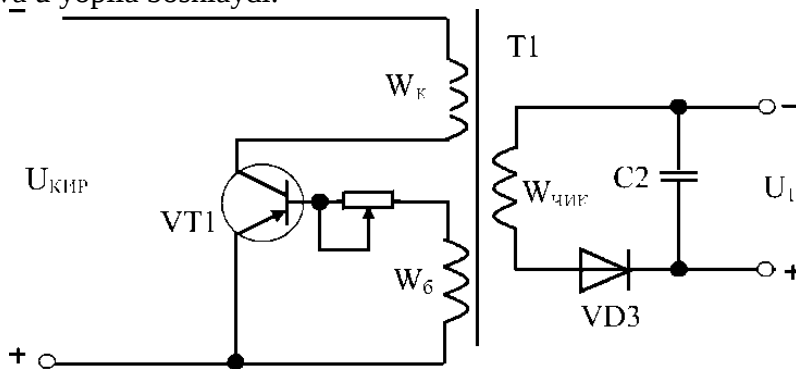
Transformator birlamchi chulg'amidagi tokning uzilishi magnit o'tkazgichda vaqt buyicha o'zgaruvchan $F(T)$ magnit oqimini vujudga keltiradi. Natijada chulg'amlarda magnit oqimi o'zgarish tezligiga va chulg'am o'ramlar soniga iroiortsional bo'lgan EYuK induktsiyalanadi. SHunday qilib o'zgaras kuchlanishdan to'g'ri burchakli impulslar shaklidagi o'zgaruvchan kuchlanish olinadi, ya'ni invertorlash amalga oshiriladi. To'g'ri burchakli impulslar transformator yordamida amplituda buyicha o'zgartiriladi va keyin F siliklovchi fil'trli T to'g'rilagichga beriladi. To'g'rilagich chikishidan o'zgaras kuchlanish olinadi. Bunday o'zgartirgich konvertor deyiladi. Uning chikishidan kirish kuchlanishidan talab qilingan qiymatga farkdanuvchi o'zgaras kuchlanish olinadi.



6.5-rasm. O'z-o'zidan ko'zgatishli bir taktli o'zgartirgich (avtogenerator)ning tuzilish sxemasi

O'z-o'zidan ko'zgatishli tranzistorli bir taktli o'zgartirgich (2-rasm) prinsipial sxemasi U_{kir} o'zgaras kuchlanish manbai avtogenerator sxemasi buyicha kalit rejimda ishlovchi UT tranzistorda yigilgan tok uzgichi, magnit o'tkazgich¹ to'g'ri burchakli gizterezis halkali impuls transformator $T1$, bir yarim davrli to'g'rilagich va yuklamadan tashkil topgan.

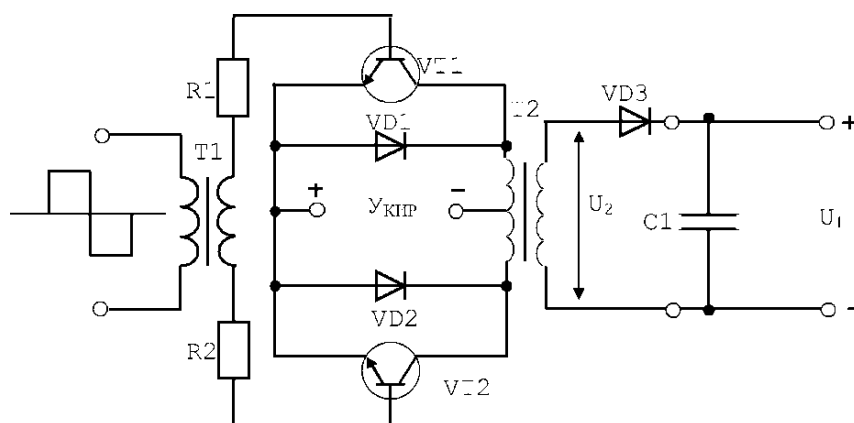
O'zgartirgichning ishlash printsipi impuls transformatori birlamchi chulg'amida kalit ravishda ishlovchi UT tranzistor yordamida o'zgaras tokni uzishga asoslangan. Kollektor zanjiriga U_{kir} o'zgaras kuchlanish kuyilganda transformatorning W_k birlamchi chulg'amidan tok oqib o'ta boshlaydi. Ulanish momentidan boshlab tok oniy ravishda emas, ma'lum qonun buyicha ortadi. SHuning uchun tok impuls transformatori magnit o'tkazgichida usuvchi magnit otsimini vujudga keltiradi. Bu o'zgaruvchan magnit oqimi W_b teskari alotsa chulg'amida o'zinduktsion EYuKni vujudga keltiradi. Bu teskari aloqa chulg'amining uchlari baza-emitter oralshda shunday ulanganki, kollektor toki ortganda bazaga og'uvchi potentsial keladi. Tranzistor ochila borib, bundan keyingi kollektor tokining ortishiga imkoniyat yaratadi, ya'ni sxemada musbat teskari aloqa amalga oshiriladi. Kollektor va baza toklarining bunday kuchkisimon ravishda tez ortishi magnit o'ushu tuyinguncha davom etadi. Keyin bu toklarning ortishi tuxtaydi va o'zgaras tokda transformator chulg'amlarida EYuK induktsiyalanmaydi. Natijada tranzistor bazasiga ochuvchi potentsial kelmaydi va u yopila boshlaydi.



6.6-rasm. O'z-o'zidan ko'zgatishli tranzistorli bir taktli o'zgartirgichning prinsipial sxemasi.

Tranzistor yopilishidagi kollektor tokining kamayishi karama-karshi yunalishdagi EYuKni x,osil qiladi va bazaga tranzistorni yopuvchi kuchlanish beriladi. Birlamchi chulg'am toki o'ziladi. SHunday qilib tranzistor, impuls transformatori va ta'minot manbai kuchlanish buyicha transformatorli teskari aloqali relaksion generatorni tashkil qiladi. U o'zgaras tokni uzilishini ta'minlaydi. Transformatorning ikkinchi chulg'amidan o'sha chastota va kugbdagi, lekin amplitudasi ortgan shakldagi impulsar olinadi. Bu impulsar UD diodda yigilgan to'g'rilagichga beriladi. To'g'rilagichdan keyin yuklamada talab kilingan kiymatdagi o'zgaras kuchlanish shakllanadi.

Eng sodda to'zilgan ikki taktli o'zgartirgich sxemasida T_1 kuch transformatorining ikki birlamchi chulg'ami UT_1 va UT_2 tranzistorlari bazalari bilan ulangan, birlamchi ta'minot manbai U_{KIR} esa tranzistorlar emitterlari va T_2 transformator birlamchi yarim chulg'amlari o'rta nuktasi orasiga kuyilgan Kuch tranzistorlari navbatma-navbat to'yinadi. Buning uchun T_1 ko'zgatuvchi transformatorning ikkilamchi chulg'amidan ularning bazalariga mos uzunlikdagi impulsar beriladi T_2 transformatorning ikkilamchi chulg'amidan olinadigan chitsish kuchlanishi impulsarining uzunligi ochuvchi impulsar uzunligidan tranzistorlar bazalaridagi asosiy bo'lmagan tashuvchilarning zaryad surish vaqti t_r ga katta. Agar ochuvchi impulsar uzunligi $T/2-t_r$ ga teng deb olinsa, chiqimida meandr shakldagi o'zgaruvchan kuchlanish olinadi. Bunday shakldagi kuchlanish to'g'rilagichda fil'trsiz o'zgaras kuchlanishga aylantiriladi. Agar kuch tranzistorlarini nolli uzilishsiz to'g'ri burchakli kuchlanish impulsari bilan qo'zgatilsa u xolda bazadagi asosiy bo'lmagan tashuvchilarning zaryad surish vaqtiga teng bo'lgan vaqtda xar ikkala tranzistor ochiq bo'ladi, bu esa kuch transformatori birlamchi chulg'amining qisqa vaqtli tutashuviga tengdir.



6.7-rasm. Mustaqil ko'zgatishli ikki taktli o'zgartirgichning prinsipial sxemasi

Ikkilamchi elektr ta'minoti manbalarining elektr ta'minoti tizimi bilan elektromagnit moslashuvi.

Elektr energiyasining sifati radioelektron vositalarning ishonchli ishlashi kursatkichlarini anikdovchi mux,im omillardan biri xhisoblanadi. Radioelektron aiiaraturalar tarkibida elektr ta'minoti manbalari yuklama va elektr ta'minoti tizimi o'rtasida moslashtiruvchi qism bo'lib xizmat qiladi. Elektr ta'minot manbalari kursatkichlariga kuyiladigan texnik talablar mazkur radioelektron apparatura uchun xdm umumiydir. Elektr ta'minoti manbalari (ETM) tuzilish tarzi, asos elementlari, tuzilishi va tayyorlash texnologiyasi buyicha sezilarli farkda ega. Bu farkushr uning tarkibiga kiradigan radioelektron kurilma afzalliklari orqali anikdanadi. O'z navbatida radioelektron kurilmalar funksional vazifalariga va ishlatish sharoitlariga kura farklanadi.

Elektr energiyasi tizimlari tomonidan ETMlarga kuyiladigan talablar kuvvatlar nisbati, tok turi (o'zgaruvchan yoki o'zgaras)? kuchlanishlar qiymatlari, tok va kuchlanishlar qiymatlarining ish va o'tish rejimlaridagi ruxsat etilgan og'ishlari orqali aniqlanadi.

O'zgaras tok elektr ta'minot tizimlari talab qilinadigan kuvvat 1,5 kVtda oshmagan hollarda qullaniladi. Bunday tizimlarning afzalligi akkumlyatorlar yordamida rezervlashning oddiyligidir. Ularning kamchiliklariga esa analog yuklamani elektr ta'minotida elektr energiyani

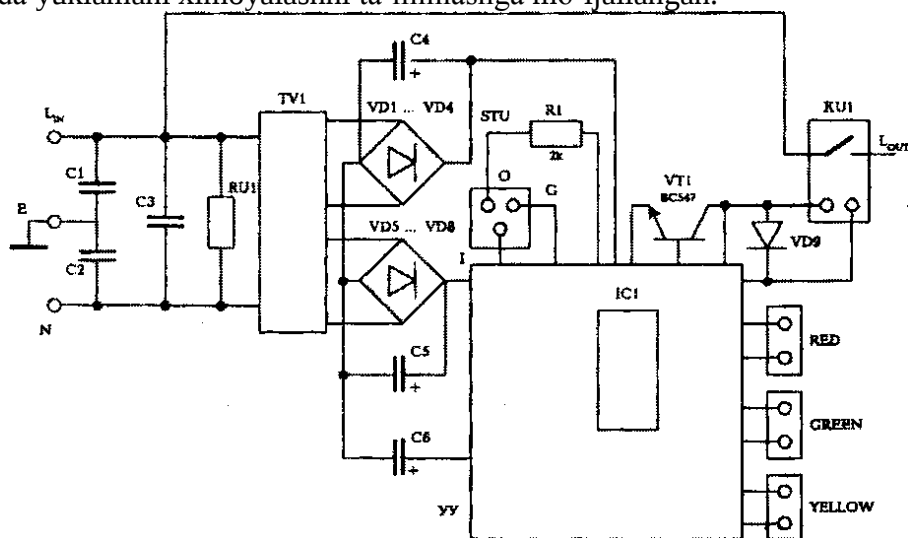
ikki marta o'zgartirish (impulsli va o'zluksiz) zarurligini kiritish mumkin. Hozirgi paytda 270 V chiqish kuchlanishli o'zgarmas tok elektr ta'minoti sistemalarini yaratish ustida ish olib borilmokda.

ETMlarning o'zgaruvchan tok elektr energiyasi tizimi bilan moslashuvi tarmokda generatsiyalanuvchi yuqori chastotali x,alaqitlar darajasini kamaytirish va ETM iste'mol tokining egriligini yaxshilash talablarining bajarilishi orqali ta'minlanadi. Elektr energiyasi tizimlariga yuqori garmonikalarning ta'siri ketma-ket va parallel rezonanslar natijasida toklar va kuchlanishlar garmonikalarining ortishi, shuningdek, elektr energiyasini generatsiyalash, o'zlash va undan foydalanish protsesslari samaralarining kamayishi, apparatura izolyatsiyasining eskirishi, buning natijasida xizmat muddatini kamayishi va apparaturaning xato ishlashi tarzida namoyon bo'ladi.

Kuchlanish garmonikalari transformatorlarda gistorezisidagi yuqotishlarni va magnit o'tkazgichlardagi uyurmaviy toklarni shuningdek chulg'amlardagi yuqotishlarni keltirib chikaradi.

Qo'shimcha yo'qotishlar kondensatorlarning kushimcha qizishiga olib keladi. SHuning uchun kondensatorlarni loyixdlash tok buyicha ruxsat etilgan ortiqcha yuklanishni hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Bu Angliyada 15%ni, Yevropada va Avstraliyada 30%ni, AQSH da 80%ni va Rossiyada 30%ni tashkil qiladi.

Elektron vositalar kirishida bir necha xdmoyalash funktsiyalarini bajaruvchi kurilma foydalanish mumkin. bunday kurilmalardan birining tuzilish sxemasi quyida keltirilgan. Bu kurilma radioxdlakitlarni sundirish, impuls ortitscha kuchlanishlarni cheklash va tarmoq kuchlanishi o'zgarganda yuklamani ximoyalashni ta'minlashga mo'ljallangan.



6.8-rasm. Ximoyalash qurilmasining tuzilish sxemasi

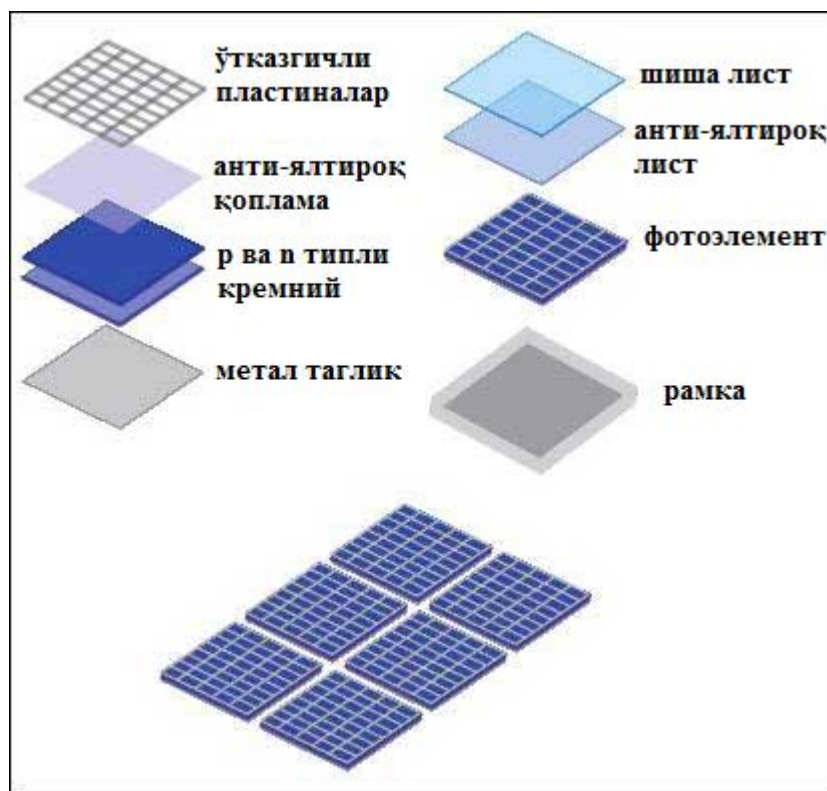
Sxema kuyidagi tartibda ishlaydi. TV1 transformator ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanishlar VD1 - VD4 va VD5 - VD8 kupriksimon to'g'rilash sxemalari orqali to'g'rilanadi. VD5 - VD8 to'g'rilash sxemasi chikishidagi to'g'rilangan kuchlanish integral kuchlanish stabilizatori STU (SM 781.12. ACZ) orqali stabilanadi. To'g'rilangan kuchlanish S4, S6 kondensatorlar yordamida filtrlanib 5S boshqarish sxemasiga va KU1 (125MV) rele chulg'amiga beriladi. Boshqarish sxemasi IC1 (LM393N, 1401 SAZ) mikrosxema bazasida yigilgan. Mikrosxema ikki kanalli kuchlanish kolparatori bo'lib, tarmoq kuchlanishining ortishini yoki kamayishini nazorat qilishga mo'ljallangan. Agar tarmoq kuchlanishi 190V gacha kamaysa yoki 250V gacha ortsa, boshqarish sxemasi kuchaytiruvchi VT1 tranzistori orqali KU1 releni o'zadi. Bu relening kontaktlari yuklamani tarmokdan o'zadi.

Ximoyalash qurilmasining holatlarining induktsiyalari svetodiodlar ("RED", "GREEN", "YELLOW") ortali amalga oshiriladi. kurilma kirishidagi S1...SZ kondensatorlar radiohalaqitlar filtrlari tashkil kiladi (C1, S2 kondensatorlar nosimmetrik radiohalaqitlarni, SZ kondensator esa simmetrik radiohalaqitlarni sundirishga xizmat kldadi). qisqa vaqtli kuchlanishni sakrashsimon keskin ortishi RU 1 rezistor orkali cheklanadi. UB₉ diod KSH rele chulg'ami o'zilganda ortikcha kuchlanishni kamaytirish uchun mazkur chulg'amni shuntlaydi.

7-mavzu. Quyosh elementlari konstruktsiyalari.

Keng tarqalgan kremniy asosli quyosh elementlari konstruktsiyasi p- va n-tipli materialni bir-biriga tutashtirishdan hosil qilinadi. yarim o'tkazgich material ichidagi r- va n-tip orasidagi o'tish sohasi (chegara hududi) elektron-teshik yoki **p-n** o'tish deyiladi. Termodinamik muvozanatda elektron va teshiklar muvozanat holatini belgilovchi Fermi sathi materialda bir holatda bo'lishi kerak. Bu shart **p-n** o'tish hududida ikkilangan zaryadli qatlam hosil qiladi va uni hajmiy zaryad qatlami deyilib, unga taalluqli elektrostatik potentsial paydo bo'ladi.

P-n tuzilma sirtiga tushgan optik nurlanish, sirtan material ichiga qarab **p-n** o'tish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda kontsentratsiyasi kamayib boruvchi elektron teshik juftliklari hosil qiladi. Agar sirt yuzasidan **p-n** o'tishgacha bo'lgan masofa nurning kirish chuqurligidan ($1/\alpha$ dan) kichik bo'lsa, elektron-teshik juftliklar **p-n** o'tishdan ichkarida ham hosil bo'ladi. Agar, **p-n** o'tish juftlik hosil bo'lgan joydan diffuzion uzunlikka teng masofa yoki undan kamroq masofada bo'lsa, zaryadlar diffuziya jarayoni natijasida **p-n** o'tishga yetib kelib,, elektr maydoni ta'sirida ajratilishi mumkin. Elektronlar **p-n** o'tishning elektron bor bo'lgan qismiga (**n**-qismiga), teshiklar esa **r**-qismiga o'tadi. Tashqi p- va n- sohalarni birlashtiruvchi elektrodlarda (kontaktlarda) potentsiallarayirmasi hosil bo'lib, natijada ulangan yuklanma qarshiligi orqali elektr toki oqa boshlaydi.



7.1-rasm. Quyosh elementlarini konstruktiv tarkibi

P-n o'tishga diffuziyalangan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar, potentsial to'siq bo'lganligi sababli ikkiga ajratiladi. Ortiqcha hosil bo'lgan (to'siq yordamida ajratilgan) va to'plangan, **n**- sohadagi elektronlar va **r**- sohadagi teshiklar **p-n** o'tishdagi mavjud hajmiy zaryadni kompensatsiya qiladi, ya'ni mavjud bo'lgan elektr maydoniga qarama-qarshi elektr maydonini hosil qiladi. Yoritilish tufayli tashqi elektrodlarda potentsiallar ayimasi hosil bo'lishi bilan birga yoritilmagan **p-n** o'tishdagi mavjud potentsial to'siqning o'zgarishi ro'y beradi. Hosil bo'lgan foto E.Yu.K. bor bo'lgan potentsial to'siq qiymatini kamaytiradi. Bu esa o'z navbatida qarama-qarshi oqimlarning paydo bo'lishini ta'minlaydi, ya'ni elektron qismda elektronlar oqimini, **r**- qismda esa teshiklar oqimini hosil qiladi. Bu oqimlar **p-n** o'tishga qo'yilgan elektr kuchlanishi ta'siri natijasida to'g'ri yo'nalishdagi tok bilan deyarli teng bo'ladi. Yoritilish jarayoni boshlangan vaqtdan boshlab

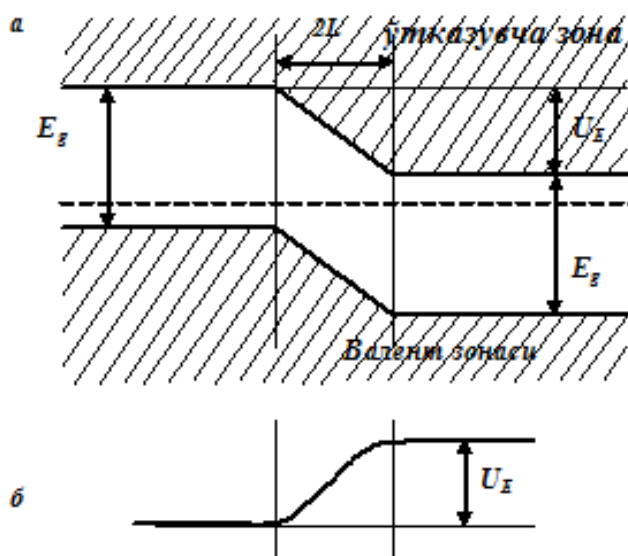
ortiqcha (muvozanatdagiga nisbatan) zaryadlarning to'planishi (elektronlarning **p**- sohada va teshiklarning **n**- sohada) potentsial to'siq balandligini kamaytiradi yoki boshqacha qilib aytganda elektrostatik potentsialni pasaytiradi (7.1-rasm).

Bu esa o'z navbatida tashqi yuklanmadan oqayotgan tok kuchini oshiradi va qarama-qarshi oqimlar hosil qiluvchi elektronlar va teshiklar oqimini **p-n** o'tish orqali o'tishini ta'minlaydi. Yorug'lik tufayli hosil bo'lgan ortiqcha juftliklar soni **p-n** o'tish yoki tashqi yuklanma orqali ketayotgan juftliklar soniga teng bo'lganda statsionar muvozanat hosil bo'ladi. Odatda bu hol yoritilish jarayonining mingdan bir soniyasi davomida ro'y beradi.

quyosh elementi qisqi tutashuv toki $I_{k,z}$ ni, tushayotgan optik nurlanish zichligi va spektral tarkibiga bog'liq holda o'rganish, element tuzilmasi ichida bo'layotgan har bir nurlanish kvantining elektr energiyasiga aylanish jarayoni samaradorligi haqida tasavvur hosil qilish imkoniyatini beradi. Ma'lum yorug'lik oqimi zichligi tushayotgan quyosh elementi uchun quyidagi tenglamani keltirish mumkin:

$$I_{K.3.IO}(\lambda) = \frac{I_{K.3.T}(\lambda)}{[1 - r(\lambda)]} \quad (7.1)$$

bu yerda $I_{K.3.T}$ va $I_{K.3.IO}$ - mos ravishda berilgan intensivlikdagi yutilgan va tushayotgan nurlanish uchun quyosh elementi qisqa tutashuv tokining qiymatlari, $r(\lambda)$ - birlamchi qaytish koeffitsienti. Keltirilgan uchchala kattaliklar ham bir xil to'lqin uzunligi bo'lgan hol uchun to'g'ridir.



7.1-rasm. Yoritilmagan **p-n** o'tishli yarim o'tkazgichda energetik sohalar strukturasi (a), elektrostatik potentsial taqsimoti (b). $2l$ – hajmiy zaryad sohasining kengligi, U_E - p- va n-sohalar chegarasidagi muvozanat holati uchun elektrostatik potentsial, E_g – ta'qiqlangan soha kengligi, shtrixlangan chiziq - muvozanat holati uchun Fermi sathi.

Quyosh elementi tahlil qilish va sifatini baholash uchun uning $I_{K.3}$ tokining spektral xarakteristikasini yutilgan har bir kvant nur uchun hisoblash o'ta muhimdir. Bu kattalikni quyosh elementi ning effekti v kvant chiqishi deyiladi va $Q_{\phi\phi}$ bilan belgilanadi. Agar N_0 - yarim o'tkazgich material sirtining birlik yuzasiga tushayotgan kvantlar soni bo'lsa, u holda

$$Q_{\phi\phi} = \frac{I_{K.3}}{N_0} \quad (7.2)$$

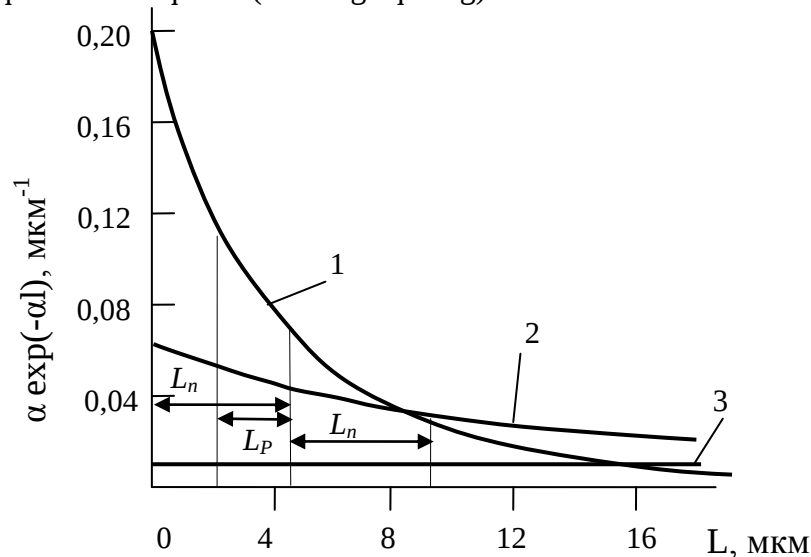
bo'ladi, bu yerda $I_{K.3}$ *элек / сония* da o'lchanadi va $Q_{\phi\phi}$ *элек / квант(фотон)* larda olinishi kerak.

Quyosh elementi effektiv kvant chiqishi ikki parametrga bog'liq bo'lib, u

$$Q_{\phi\phi} = \beta\gamma \quad (7.3)$$

kabi ifodalanadi. β - ichki fotoeffektning kvant chiqishidir. Bu kattalik har bir yutilgan kvant uchun fotoionizatsiya jarayonida yarim o'tkazgich ichida hosil bo'ladigan elektron-teshik juftliklarini ko'rsatadi. γ - **p-n** o'tish potentsial to'siqning tok tashuvchilarni yig'ish (jamlash) koeffitsientidir. Boshqachasiga aytganda tok tashuvchilarning ajratish koeffitsienti ham deyiladi. Bu koeffitsient optik nurlanish yordamida hosil bo'lgan umumiy juftliklardan qancha qismi qisqa tutashuv tokida ishtirok etishini ko'rsatadi. tashqi o'lchash asbobi ulangan hol uchun $\beta = 1$ bo'lsa, har bir kvant bita juftlik qila olishini ko'rsatadi.

Har hil to'lqin uzunlikka ega bo'lgan optik nurlanish materialda materialda har xil chuqurlikka kira oladi (kvantlarning chuqurlikka kirish qobiliyati ularning energiyasiga bog'liqdir). yarim o'tkazgich materiallarda yutilgan kvantlar hisobiga hosil bo'lgan elektron-teshik juftliklar materialda fazoviy taqsimot hosil qiladi. (3-rasmga qarang).



7.2-rasm. Har xil to'lqin uzunlikka ega bo'lgan nurlanishning kremniy asosidagi **p-n** o'tishga perpendikulyar tushgan hol uchun hosil bo'lgan elektron-teshik juftliklarining taqsimlanishi. 1- $\lambda = 0,619 \text{ MKM}$, $\alpha = 2000 \text{ cm}^{-1}$; 2 - $\lambda = 0,81 \text{ MKM}$, $\alpha = 700 \text{ cm}^{-1}$; 3 - $\lambda = 0,92 \text{ MKM}$, $\alpha = 90 \text{ cm}^{-1}$.

Hosil bo'lgan juftliklarning keyingi taqdiri yarim o'tkazgich materiallarning diffuzion yo'li uzunligiga bog'liqdir. Agar bu parametr kattaligi yetarlicha bo'lsa, u holda nurlanish tufayli hosil bo'lgan ortiqcha asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar faqat diffuziya jarayoni tufayli **p-n** o'tishga kelib uning elektr maydoni orqali ajratilishi mumkin. Optik nurlanishni aylantirilishi jarayonida muhim rolni elektronlarning diffuziya yo'li uzunligi (L_n) va **p-n** o'tish chuqurligi ℓ o'ynaydi, chunki hosil bo'layotgan va ajratilishi kerak bo'lgan juftliklar ularga bog'liqdir. Optik nurlanishning yarim o'tkazgich materialga tushish yo'nalishiga qarab **p-n** o'tish konstruksiyasining ikki xili mavjud va ularni quyidagi 4-rasmda keltirilgan holi uchun ko'rib o'tamiz.

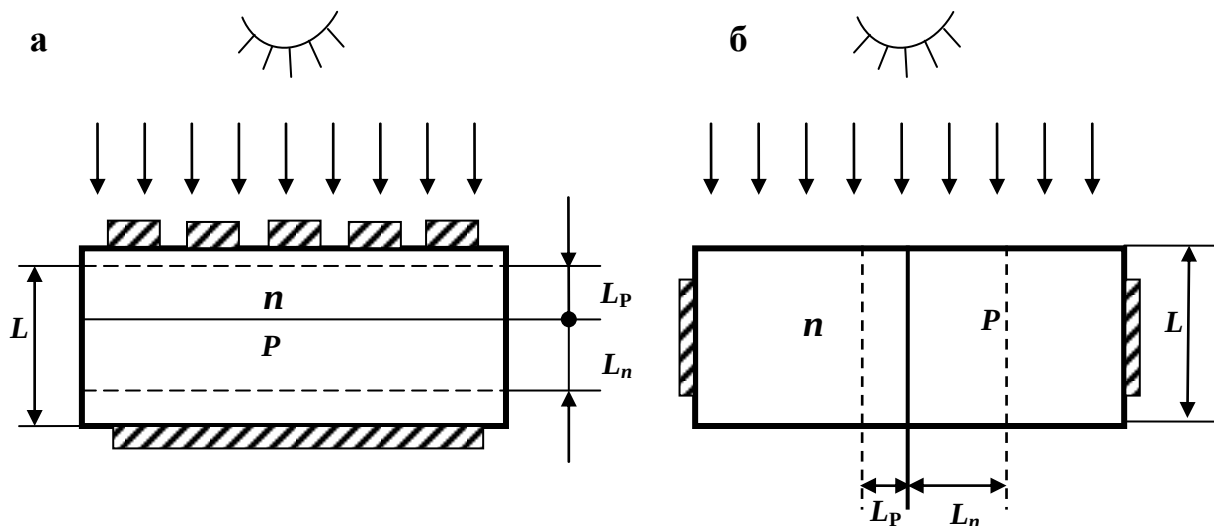
1-hol. Optik nurlanish yo'nalishiga **p-n** o'tish perpendikulyar joylashgan hol. Optik nurlanish qalinligi L ga teng bo'lgan yarim o'tkazgich materialning butunlay oxirigacha kiradi.

2-hol. Optik nurlanish yo'nalishiga **p-n** o'tish parallel joylashgan hol. Nurlanish kengligi d ga teng bo'lgan tuzilmaga tushadi.

Perpendikulyar va parallel joylashgan **p-n** o'tishlar uchun yig'ish (jamlash) koeffitsienti quyidagi munosabatlar bilan aniqlanadi.

$$\gamma = \frac{(L_n + L_p)}{\ell} \quad \text{va} \quad \gamma = \frac{(L_n + L_p)}{d} \quad (7.4)$$

Bu yerda, L_n va L_p - mos ravishda elektronlar va teshiklarning diffuziya yo'li uzunligi.



7.3-rasm. Yarim o'tkazgichli kristallda **p-n** o'tishlarning joylashish sxemalariga qarab (a) perpendikulyar va (b) parallel **p-n** o'tish tekisligi uchun optik nurlanishning tushishi. L_n , L_p – **r**- va **n**-sohalar asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion uzunliklari; L – yarim o'tkazgichda nurlanishning kirish chegarasi; shtrixlangan sohalar – **r**- va **n**-sohalaridagi metall kontaktlarining ko'rinishi.

Birinchi qarashda **p-n** o'tishning parallel joylashishi afzalroq ko'rinadi. Chunki hosil bo'lgan zaryad juftliklarini to'laligicha yig'ish va ajratish uchun yarim o'tkazgich material qalinligi va **p-n** o'tishga nisbatan taqsimlanishi muhimdir. yarim o'tkazgich ichida juftliklarning material chuqurligiga nisbatan bir tekis hosil bo'lishi ularning **p-n** o'tish tomon diffuziya hodisasi orqali ajratilish jarayoni uchun o'ta muhimdir. Shuning uchun, ko'p **p-n** o'tishlarga ega bo'lgan quyosh elementi larda ularning **p-n** o'tishlari tushayotgan optik nurlanishga parallel joylashtiriladi. Optik nurlanishning uzun to'lqinli qismida bu konstruktsiya zaryad tashuvchilarni yig'ishning yuqori samaradorligiga ega bo'ladi, hamda bir birlik yuzadan katta miqdordagi foto-EYuK olishga imkon yaratadi.

Ta'kidlash lozimki, nisbatan kichkina o'lchamli parallel joylashgan **p-n** o'tishlarga ega bo'lgan mikro quyosh elementi larida rekombinatsiya hodisasining perpendikulyar joylashgan **p-n** o'tishlarga nisbatan kattaligi nazariy va Amaliy jihatdan aniqlangan. Shuning uchun bu turdagi quyosh elementi ning quyosh nurlanishiga qaratilgan yuzasiga qisqa to'lqinli nurlarning spektral effektivligini oshirish uchun qo'shimcha kirishmalar kiritilgan teskari tipdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qo'shimcha yupqa qatlam hosil qilish maqsadga muvofiqdir. Parallel joylashgan **p-n** o'tishli quyosh elementi larida hosil bo'lgan elektron-teshik juftliklar kontsentratsiyasi (M) material yuzasidan ichkarisiga qarab o'zgaradi. Perpendikulyar joylashgan **p-n** o'tishli quyosh elementi konstruktsiyasi uchun esa **n**- turdagi material uchun ham, **r**- turdagi uchun ham hosil bo'layotgan juftliklarning aksariyati **p-n** o'tishga yaqin joyda hosil bo'ladi. Hosil bo'ladigan elektron-teshik juftliklar birlik chuqurlikda quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$M = N_0 \alpha \exp(-\alpha \ell) \quad (7.5)$$

Bu yerda, N_0 - bir birlik yuzaga tushayotgan kvantlar soni. Juftliklar soni ichkariga qarab kamayib boradi. Ularning soni yarim o'tkazgich materialda yutilishi mumkin bo'lgan sohada $\alpha(E)$ ni aniqlash mumkin. Kremniy uchun natijasi bir necha qiymatga ega bo'lgan to'lqin uzunliklardagi hisoblashlar **n**- va **r**- turdagi materiallardagi zaryad tashuvchilarning diffuzion uzunliklari sohalarini, **p-n** o'tish perpendikulyar bo'lgan hol uchun zaryad tashuvchilar jamlash jarayonini baholash imkonini beradi.

Quyosh elementlarning planar konstruktsiyasi (optik nurlanish tuzilma yuzasiga perpendikulyar tushgan hol) quyosh elementi texnologiyasida va ularni amaliy ishlatishdagi asosiy konstruktsiyadir. Bunday quyosh elementi har xil yarim o'tkazgich materiallar asosida ishlab chiqilgan. Yuqorida keltirilgan tahlillar asosida yuqori samarali optimallashtirilgan konstruktsiyalar

ishlab chiqildai. Ammo har qanday material uchun ham ularga qo'yiladigan yuqorida keltirilgan asosiy talablar saqlab qolinishi kerakligi aniqlandi. γ va $I_{K.3}$ ni oshirish uchun **p-n** o'tishning ikkala tomonida ham albatta diffuzion uzunlikni oshirish maqsadga muvofiqdir. Buni amalga oshirish uchun. Kerakli material tanlash va **p-n** o'tishni texnologik tayyorlash jarayonida diffuzion uzunlikni kamaymasligiga harakat qilish kerak. Agar uning kamayishi aniq bo'lsa uni hisobga olish zarurdir. Agar L_d ni frontal sirtida oshirish imkoniyati bo'lmasa u holda frontal sirt qalinligini $L_p \gg L$ ga amal qilgan holda olish kerak. SHu asosda baza parametrlarini tanlash zarurdir.

8-mavzu. Fotoelementlarda volt-ampere tasnifi;

Quyosh elementlarining asosiy xarakteristikasi hisoblangan volt-ampere xarakteristika (VAX) va spektral sezgirlik yarim o'tkazgich materiallarning optik va elektrofizik xususiyatlariga bog'liqdir.

Quyosh elementi VAX **p-n** o'tishli yarim o'tkazgich diodning VAX idan yangi I_ϕ hadning paydo bo'lishi bilan farq qiladi. I_ϕ - optik nurlanish ta'sirida quyosh elementida paydo bo'lgan tokdir. Agar I_d – diod orqali oqayotgan tok va I – tashqi yuklanma orqali oqayotgan tok bo'lsa, u holda,

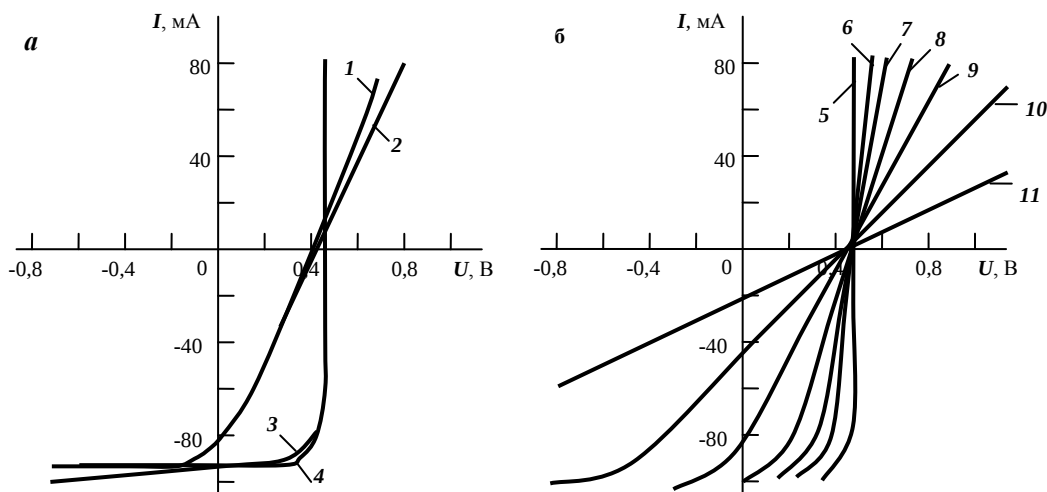
$$I_\phi = I_d + I \quad (8) \text{ va } I_d = I_0 \left(\exp\left(\frac{qU}{kT}\right) - 1 \right) \quad (8.1)$$

Bu yerda I_0 - p-n o'tishning teskari yo'nalishdagi to'yinish toki, q – elektron zaryadi, T – mutlaq harorat, k – Boltsman doimiysi, U – kuchlanish.

Qarshiligi cheksiz bo'lgan ochiq zanjir holi uchun, ya'ni $I = 0$ da yuqoridagi tenglamadan

$$U_{X.X} = \ln\left(\frac{I_\phi}{I_0} + 1\right) \cdot \frac{kT}{q} \quad (8.2)$$

kelib chiqadi. 5-rasmda R_n va R_{uu} ning turli xil qiymatlarida quyosh elementi VAX ko'rinishlari (a) va R_n ning $R_{uu} = \infty$ dagi qiymatlari (b) keltirilgan.



8.1-rasm. Quyosh elementi VAX ning ko'rinishlari (a) va R_n ning $R_{uu} = \infty$ dagi qiymatlari (b); 1 - $R_{uu} = 100 \text{ Om}$; 4 - $R_n = 0$, $R_{uu} = \infty$; 5-11 - $R_n = 0$; 1; 2; 3,5; 5; 10 va 20 Om, $R_n = 5 \text{ Om}$, $R_{uu} = 100 \text{ Om}$; 2 - $R_n = 5 \text{ Om}$, $R_{uu} = \infty$; 3 - $R_n = 0$.

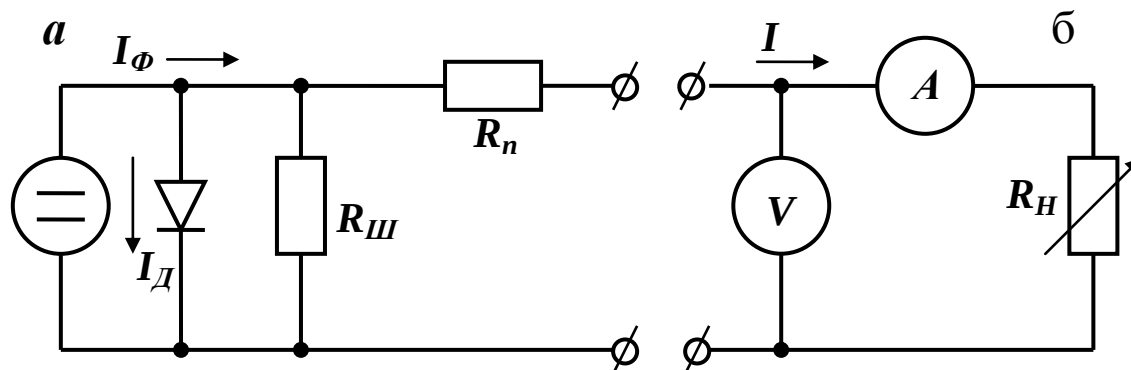
Amalda quyosh elementlarida ketma-ketlik qarshiligini tashkil qiluvchilar bu kontaktlarni tashkil qiluvchi qatlamlar qarshiligi, alohida **p**- va **n**- sohalar qarshiligi, metall-yarim o'tkazgich orasidagi o'tish sohalar qarshiligi, shunt qarshiligi va hokazolardir. Bu qarshiliklarni va r-n o'tishdagi rekombinatsion yo'qotishlarni hisobga olib VAX ni murakkabroq ko'rinishda ifoda etish mumkin, ya'ni

$$\ln\{(I + I_f) / I_0 (U - IR_n) / I_0 R_{sh} Q 1\} = q (U - IR_n) / AkT \quad (8.3)$$

Kiritilgan koeffitsient A amaldagi asbobning ideal asbobga nisbatan yaqinlik darajasini ko'rsatadi. Bu tenglamani amaliyotga yaqin qilib quyidagicha yozish mumkin.

$$I = I_f - I_0 \{ \exp [q (U + IR_n) / AkT] - 1 \} - (U - IR_n) / R_{sh} \quad (8.4)$$

Bu tenglama asosida olingan ayrim hisob-kitob natijalari 8.2-rasmda va quyosh elementining ekvivalent hamda o'lchash sxemasi 6-rasmda berilgan.



8.2-rasm. Quyosh elementining ekvivalent (a) va o'lchash (b) sxemalari.

Quyosh elementining birlik yuzasidan olinayotgan quvvat R ni quyidagi tenglamadan baholash mumkin.

$$P = (I_n U_n)_{\max} = FF I_{kz} U_{xx} \quad (8.5)$$

Bu yerda FF (yoki ξ) – volt-ampere xarakteristikasining to'ldirish koeffitsienti, ya'ni VAX shaklining to'g'ri to'rtburchakka qay darajada yaqinligini ko'rsatadi. To'ldirish koeffitsienti hozirgi zamon quyosh elementi larida (kremniy va galliy arsenidi elementlarida) 0.8 va undan kattadir. Ketma-ket va shunt qarshilik ta'sirini 5-rasmdan VAX ga ta'sirini ko'rib o'taylik. Rasmdan ko'rinadiki, shunt qarshilik R_{sh} ni cheksizlikdan 100 Ω gacha kamayishi VAX shakliga va quyosh elementi ning chiqish quvvati R_V ga deyarli ta'sir etmaydi. Holbuki, R_n ning 1 Ω dan 5 Ω gacha o'zgarishi VAX shaklining keskin yomonlashishiga va chiqish quvvati R_V ga gisbatan kamayishiga olib keladi.

Quyosh elementi VAX ning yorug'lik va qorong'ulikdagi xususiyatlarini aniqroq tahlil qilish mumkin. Odatda kuchlanish darajasiga qarab **p-n** o'tishdan o'tayotgan teskari to'yinish tokining o'tish mexanizmi o'zgaradi. Bu tok odatda ikkita tokning yig'indisidan iborat, ya'ni

$$I = I_{01} [\exp(qU/AkT) - 1] + I_{02} [\exp(qU/AkT) - 1] - I_f \quad (8.6)$$

Bu yerda I_{01} – yupqa p-n o'tish orqali diffuzion mexanizm vositasida oqayotgan tok, I_{02} – esa $A=2$ ga teng bo'lgan hol uchun p-n o'tish sohasida rekombinatsiya hodisasi uchun teskari to'yinish toki. Quyosh elementlarining qorong'ulik va yorug'likda o'lchangan VAX asosida ulaning ayrim parametrlarini aniqlash mumkin. Bular jumlasiga I_0 , R_n , R_{sh} , A parametrlar kiradi. Quyida keltirilgan 7-rasmda AM 0 sharoitda va qorong'ulikda olingan quyosh elementi ning tipik VAX lari keltirilgan. Birinchi kvadrantdagi yorug'lik sharoitida olingan VAX va uning to'rtinchi kvadrantdagi davomi to'g'ri chiziqlardir. Bu to'g'ri chiziqning toklar o'qiga qiyaligi quyosh elementi ning ketma-ketlik qarshiligini belgilaydi.

$$R_n = \Delta U_{np} / \Delta I_{np} \quad (8.7)$$

Bu yerda, $\Delta U_{np} / \Delta I_{np}$ qiymatining ΔU_{xx} - ga yaqin sohasidagi o'zgarishi olinadi. Keltirilgan xarakteristikaning birinchi kvadrantdagi qismi va uning ikkinchi kvadrantdagi davomi to'g'ri chiziqdan iborat.

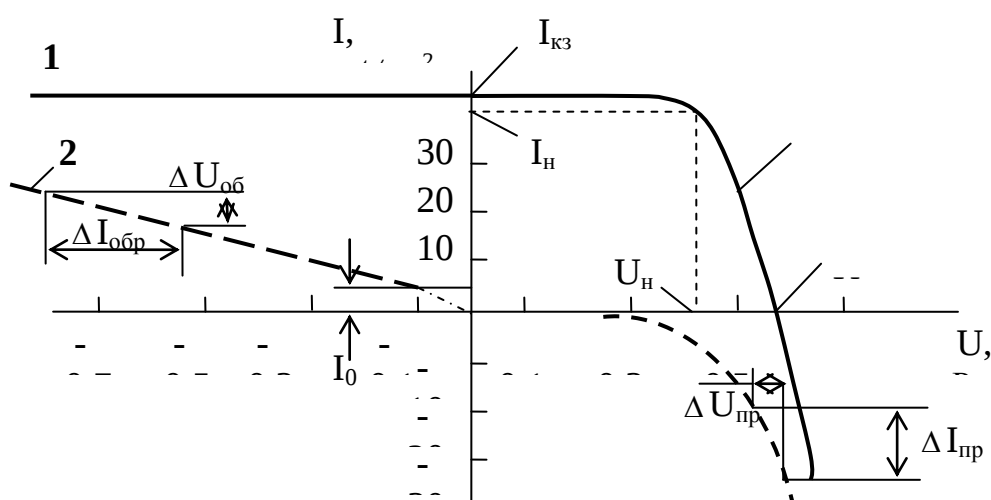
Uning kuchlanishlar o'qiga og'masi quyosh elementi dagi shunt qarshiligi R_{III} ning qiymatini belgilaydi, ya'ni

$$R_{III} = \Delta U'_{np} / \Delta I'_{np} \quad (16)$$

bu yerda $\Delta U'_{np}$ va $\Delta I'_{np}$ lar qiymatlari qisqa tutashuv toki $I_{K.3}$ ga yaqin sohadagi o'zgarishi olinadi.

Yorug'likda olingan VAX ning qisqa tutashuv toki $I_{K.3}$ atrofidagi to'g'ri chiziq qiyalginio'zgartirilishi qiyin bo'lganligi uchun, shunt qarshiligi R_{III} qorong'ilikda olingan VAX ning qiyaligidan aniqlanadi (ikkinchi kvadrant shtrix chiziq), ya'ni

$$R_{III} = \Delta U_{o\delta p} / \Delta I_{o\delta p} \quad (17)$$



8.3-rasm. Atmosferadan tashqari holdagi Quyosh nurlanishi uchun o'lchangan hozirgi zamon kremniy asosidagi quyosh elementi ning tipik volt-ampér xarakteristikasi. 1 – yorug'lik ta'siridagi; 2 - qorong'ulikdagi holatlar.

Qorong'ilikda olingan xarakteristika yordamida teskari to'yinish toki I_0 ni aniqlash mumkin. Quyosh elementlari **p-n** o'tishi ish rejimida to'g'ri yo'nalishda ulangan bo'ladi, ya'ni optik nurlanish ta'siri natijasida muvozanatda bo'lmagan zaryad tashuvchilarning **p-n** o'tishga ikkala tomondan hosil bo'lishi, bu **p-n** o'tishning to'g'ri yo'nalishda ulanganligini ko'rsatadi. SHuning uchun, teskari to'yinish toki I_0 va ideallanish ko'effitsienti A ning tfg'ri yo'nalishdagi qorong'ilikda yoki yorug'likda o'lchangan VAX idan topish maqsadga muvofiqdir. Qorong'ilikda olingan VAX ga taalluqli diod tenglamasini boshqacha ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin.

$$\ln(I_{\mathcal{A}} + I_0) = \ln I_0 + \frac{qU}{AkT} \quad (8.8)$$

bu tenglama hisob-kitob uchun tokning qiymati katta bo'lgan $I_{\mathcal{A}} \gg I_0$ sharoitda ishlatilishi va teskari to'yinish toki rekombinatsion mexanizm asosida **p-n** o'tish orqali o'tadigan holi uchun ishlatilishi mumkin. quyosh elementi ning to'g'ri yo'nalishda o'lchangan VAX (katta tok va

kuchlanishlar uchun) asosida $\ln I_0 = f(U)$ funksiyasini chizish mumkin. bu tenglama qiyaligining tangensi $\frac{qU}{AkT}$ ag teng bo'ladi. Uning ordinati o'qida kesgan kesmasi $\ln I_0$ ning qiymatini beradi.

quyosh elementi real ishlashiga yaqin sharoitda I_0 va A ning qiymatini aniqlashning yana bir usuli mavjud. Buning uchun yorug'lik oqimi zichligining hech bo'lmaganda ikki xil qiymatida imitator yordamida quyosh elementining VAX o'lchanadi. Ketma-ketlik qarshiligi R_n uchun kuchlanishlar pasayishi va p-n o'tish sohasida rekombinatsiya bo'lishi jarayoni uchun yuqoridagi tenglamani keltiramiz, ya'ni

$$I = I_0 \left[\exp \left\{ \frac{q(U - IR_n)}{AkT} \right\} - 1 \right] - I_\phi \quad (8.9)$$

Salt ishlash rejimida $I = 0$, $U = U_{xx}$ bo'lgani uchun, $R_n = 0$ va $I_\phi = I_{K.3}$ deb olish mumkin. U holda,

$$\ln(I_{K.3} + I_0) = \ln I_0 + \frac{qU_{xx}}{AkT} \quad (8.10)$$

Bu tenglamani qo'llash uchun etalonli quyosh elementi yordamida harbir yangi optik nurlanish oqimi zichligiga to'g'ri keladigan $I_{K.3} = f(E)$ tenglamaning chiziqli qiymatlari topiladi va undan

$I_{K.3}$ va U_{xx} aniqlanadi. Tangens burchagidan $\frac{q}{AkT}$ ning qiymati topiladi va uning ordinata o'qi kesishadigan kesmasidan $\ln I_0$ ning qiymati aniqlanadi.

Quyosh elementlarini tashkil qiluvchi tuzilmalarning xususiyatlarini o'rganish.

Yuqorida keltirilgan qonuniyatlar shuni ko'rsatadiki, har bir jarayonning samaradorligi yarim o'tkazgich materialning optik va elektrofizik xususiyatlariga (tuzilma sirtida yorug'likning qaytishiga fotoionizatsiya hodisasining kvant chiqishiga, asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion yo'lining uzunligi L_n ga, asosiy yutilish chegarasining spektral holatiga va hokazolarga), r-n o'tishning xarakteristikasiga (elektr tokining o'tkazish mexanizmiga, potentsial to'siqning kattaligiga, hajmiy zaryad sohasining kengligiga), geometrik faktoriga (ba'zi materialning diffuzion yo'li uzunligi va ba'zi qalinligi orasidagi munosabatga, ya'ni L_n va ℓ ga), hamda n- va r-sohalardagi yarim o'tkazgich materialning legirlanish darajasiga bog'liqdir. Bundan tashqari ketma-ketlik qarshiligi R_n ning VAX shakliga va quvvat R ga ta'sirini aniqlash zarurdir. O'z navbatida ketma-ketlik qarshiligining qiymati uni tashkil qiluvchi qismlar qarshiliklari va kontakt qatlamlarining geometrik joylashuvi bilan ham aniqlanadi. Bir-biriga qarama qarshi bo'lgan talablarni kompromiss texnik yechimlarga keltirish natijasida tushayotgan yorug'lik nurlanishiga perpendikulyar joylashgan **p-n** o'tishli quyosh elementlari konstruksiyasi tanlab olingan. Hozirgi zamonda ayrim qo'shimchalar kiritilgan holda (tortuvchi elektr maydoni kiritilishi, orqa tomondagi kontaktga izotip to'siqlar olish, butun qoplamali kontaktni to'rsimon kontaktga almashtirish, sirtqi yuzani teksturalash, orqa tomonga akslantiruvchi qoplamalar hosil qilish) yuqoridagi konstruksiya saqlab qolingan.

Quyosh elementini samaradorligini oshirish maqsadida uning frontal yorug'likni qabul qiluvchi tomoniga radiatsion-himoya qoplamasi, haroratni boshqaruvchi va yuzani tiniqlashtiruvchi qoplamalar hosil qilinadi. Quyosh elementining ishlashi jarayonida bu qoplamalar material ichiga kiruvchi nurlanish miqdorini ko'paytiradi, ortiqcha issiqlikni nurlantirish hisobiga kamaytiradi. Bundan tashqari qoplamalar Yerda noqulay iqlim sharoitlarida va koinotga ularni radiatsiyadan himoya qiladi. Quyosh elementi frontal, optik nurlanishga qaratilgan yuzasini, odatda fosfor atomlari kiritilgan kremniyning yupqa qatlamidan tayyorlanadi va uni 10^{20} sm^3 gacha va undan ham ko'proq darajagacha legirlashadi.

Elementning bazasiga esa bor kirishmasi 10^{15} - 10^{16} sm^3 darajagacha kiritiladi quyosh elementlarining optik nurlanishga qaratilgan frontal sirtini 5-7% gacha egallagan xar xil topologiyali to'rsimon kontakt bilan qoplanadi.

P-n o'tishdan elektr maydoni vositasida ajratilayotgan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar tashqi zanjirga o'tishi kerak. Yarim o'tkazgich material frontal sirtida (**n**- tip qoplamada) zaryadlar qoplama bo'ylab harakatlansa, quyosh elementi bazasida (**r**- tipdagi materialda) ularning harakati perpendikulyar yunalishda bo'ladi. O'ta legirlangan frontal qatlamda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion yo'li uzunligi 0,2 – 0,6 mkm ni tashkil etadi. Element bazasida esa bu kattalik 100-250 mkm gacha boradi va ularning qiymatlari zaryadlar kontsentratsiyasi va quyosh elementlari tayyorlash jarayonida bajariladigan texnologik operatsiyalarning rejimiga bog'liq bo'ladi.

Aytish joizki, quyosh elementlarini tayyorlash jarayonida bajariladigan texnologik operatsiyalar davomida yarim o'tkazgich materialda kerak bo'lmagan, nazorat qilib bo'lmaydigan kirishmalar va rekombinatsiya markazlari paydo bo'lishi natijasida uning dastlabki parametrlari o'zgaradi. SHuning uchun, yarim o'tkazgich material parametrlarini quyosh elementlari tayyorlash jarayoni oxirida turli xil vositalar bilan qaytadan o'lchash maqsadga muvofiqdir.

Legirlangan frontal qatlamda diffuzion uzunlik qiymatining nisbatan kamligi **p-n** o'tishni sayozroq qilishni talab qiladi (hozirgi zamon quyosh elementlarida frontal qatlam qalinligini 0,3 – 0,5 mkm qilib olinadi). Ammo, quyosh elementiga tushayotgan Quyosh nurlanishining asosiy qismidan foydalanish uchun, ya'ni $h\nu = E_g$ bajarilishi uchun, quyosh elementi bazasi qalinligi 200 mkm dan kam bo'lmasligi talab qilinadi. Bunday qalinlikdagi kremniy plastinalari nisbatan mexanik ishlov berishga yaroqli bo'lishi bilan birga, o'larda no'rlanishning 93-95% gacha qismi yutilishi mumkin. Baza sohasining qarshiligi uncha katta qiymatda bo'lmayda, chunki tok qalin bazaga perpendikulyar ravishda o'tadi. Tayyorlanadigan omik kontaktning birinchi qatlami alyuminiydan qilinadi. Alyuminiy **r**-materialda kirishma bo'lgani uchun, u kremniyga yaxshi omik kontakt beradi va keyin uning ustiga *Ti*, *Pd*, *Ag* yoki *Ni* va kerakli priпой qotishmasi qoplanadi. Quyosh elementining frontal **n**-qatlamining qarshiligi nisbatan katta bo'lib 50-100 gacha borishi mumkin. Bunday qarshilikni yengish uchun yuqorida kursatilgan materialardan birin-ketin qatlamlar o'tqaziladi. Bu texnologik jarayonlar o'tkazilishida frontal yupqa qatlamni elektrik teshilishini oldini olinishi talab qilinadi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, agar frontal yupqa qatlamga kontakt materiali dastlab butun sirtga qoplama sifatida olinib, keyin ma'lum shaklli rasmni fotolitografik jarayon vositasi bilan ximik yemirish orqali bajarilsa, frontal yuzada ko'plab mikro teshilgan xududlar paydo bo'lar ekan. Bu esa o'z navbatida, shunt qarshiligini kamaytirib teskari to'yinish toki I_0 ni oshirib yuborar ekan. SHuning uchun frontal kontaktlar topologiyasini niqob orqali yoki fotolitografik jarayonni kontakt olinishidan oldin o'tkazilishi talab qilinadi.

Yuzasi $2 \times 2 \text{ sm}^2$ bo'lgan quyosh elementi frontal sirtining qatlam qarshiligi 50dan 100 $\text{Om} \cdot \text{cm}$ gacha bo'lsa, unga bir dona kengligi 0,5-1 mm li kollektor (yig'uvchi) yo'lkasi va 6 tadan 12 gacha undan chiquvchi kengligi 0,05-0,1 mm bo'lgan yo'lkachalar o'tkaziladi. Natijada ketma-ketlik qarshiligi R_p ni 0,15-0,2 Om gacha kamaytirish mumkin bo'ladi. Ammo, sayoz r-n o'tishlar tayyorlanganda (misol, $\ell = 0,15-0,4$) frontal qatlam qarshiligi 500 $\text{Om} \cdot \text{cm}$ gacha ortishi mumkin, u holda 4 sm^2 yuzali quyosh elementida yo'lkachalar sonini 60 gacha ko'paytiriladi. Yo'lkachalar kengligi 15-20 mkm qilinib, elektroximik qayta o'stirishlar vositasida kontakt qalinligi 3-5 mkm gacha yetkaziladi. Agar hisob kitob aniq bo'lib, texnologik jarayonlar mukammal bajarilsa, quyosh elementining VAX keskin yaxshilanadi.

9-mavzu. Quyosh elementlari tayyorlash uchun kerak bo'ladigan optimal parametrlil yarim o'tkazgichli materiallar.

Quyosh elementlari yaratishning dastlabki davrlarida quyosh nurlanishining spektri maksimumiga qiyoslab, optimal material sifatida man qilingan sohasining kengligi 2 eV bo'lgan YaO' material olingan. Keyinchalik esa, shu narsa aniqlandiki, fotoaktiv kvantlar sonini oshirish va qisqa tutashuv tokining o'sishi uchun man qilingan soha kengligi E_g ning qiymati 2 eV dan kichik

bo'lishi kerak ekan. Ammo bu holat uchun generatsiya qilinayotgan foto-EYuK ning qiymati nisbatan kamayishi aniq, chunki p-n o'tishdagi potentsial to'siq qiymati pasayadi.

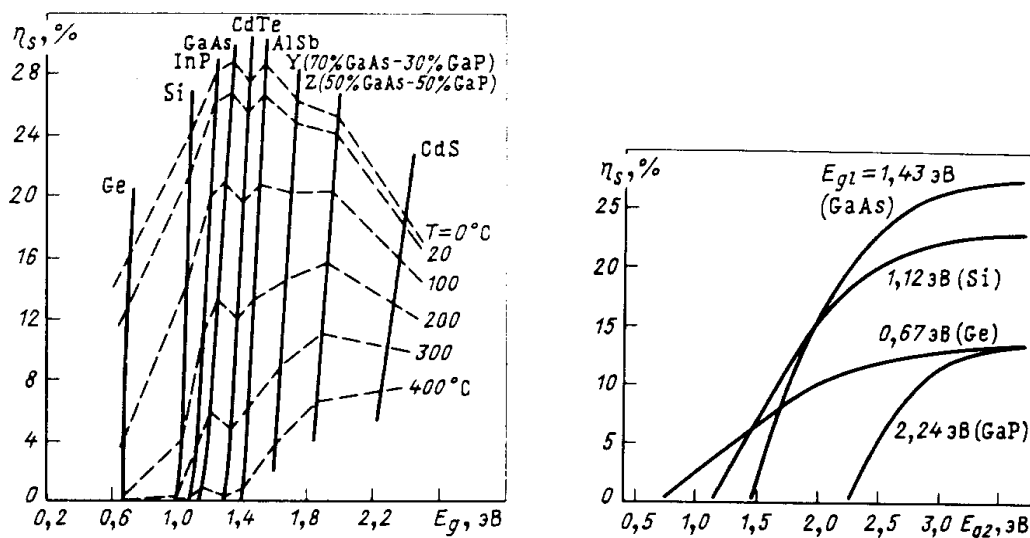
Keyinchalik varizon (man qilingan soha qiymatini o'zgartirish imkoniyati mavjud bo'lgan materiallar) YaO' materiallarni QE tayyorlashda ishlatilishi imkoniyati paydo bo'lganida, ularni tadbiq qilishning 2 xili taklif qilindi.

1. Bevosita geteroo'tishlarni qo'llash.
2. Man qilingan sohasi qiymati baza materiali man qilingan sohasi qiymatidan katta bo'lgan YaO' qatlamni keng sohali deraza sifatida qo'llash.

Baza sifatida qo'llanilishi kerak bo'lgan materialning QE xususiyatlariga ta'siri to'g'risida ikki xil qarama-qarshi nuqtai nazar mavjud. QE F.I.K. ning baza materiali man qilingan sohasi kengligiga jiddiy bog'likligini asoslash uchun element VAX ni analiz qilish va unga tushayotgan optik nurlanish spektri ta'sirini o'rganish zarur.

1956 yil J.Loferskiy tomonidan Yer sharoitidagi quyosh nurlanishi spektri uchun yuqorida talab qilingan nazariy hisob - kitob bajarildi. Har xil optimallashtirilgan materialdan tayyorlangan QE uchun optik va fotoelektrik yo'qotishlarning qiymati baholandi. Bunday namunalarning natijalari quyidagi 8- rasmda ko'rsatilgan.

Rasmdan shu narsa ko'rinadiki, kremniy materiali asosidagi quyosh elementlari foydali ish ko'effitsientidan kattaroq F.I.K. olish imkoniyati, man qilingan sohasi 1,1-1,6 eV intervalida bo'lgan YaO' materiallarida mavjud. Maksimal fotoelektrik samaradorlik olish (maksimal F.I.K.) uchun QE VAX ga tegishli bo'lgan A va I_0 parametrlar yordamida aniqlanadigan teskari to'yinish tokining p-n o'tish orqali o'tish mexanizmini aniqlash o'ta muhimdir. YaO' materialning quyosh nurlanishi fotoaktiv yutilishining spektral sohasini kengaytirishga nisbatan, p-n o'tishning yuqorida qayd etilgan parametrlarini mukammallashtirish samaradorlikni oshirishga imkon kuproqdir. Gomogen YaO' material asosidagi p-n o'tishli quyosh elementlarda p-n o'tish odatda yorug'lik ta'sirida uning ikkala tomonida hosil bo'lgan ortiqcha asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarni ajratadi va yig'adi.

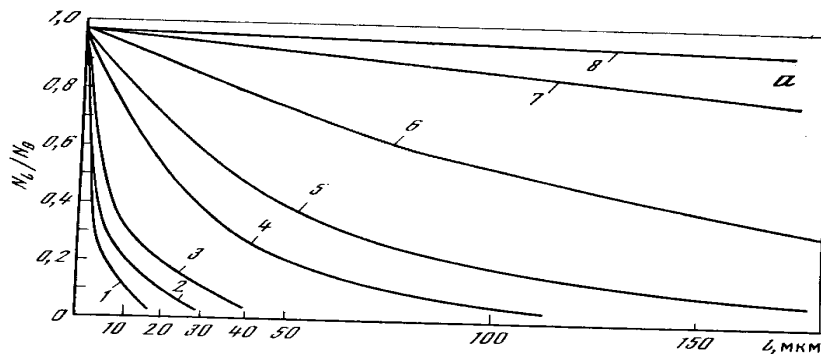


9.1-rasm. Har xil material asosidagi quyosh elementlari foydali ishko'effitsientining yarim o'tkazgichli kristall man qilingan soha kengligiga bog'lanishi.

Quyosh elementining effektiv kvant chiqishi Q_{eff} va yig'ish ko'effitsienti γ amalda bir xil kattalikdir, shuning uchun bu ikki kattalikni bir xil belgida yozamiz va uni yig'ish ko'effitsienti Q deb ataymiz. Bu fizik kattalik, p-n o'tish orqali o'tgan va ajratilgan ortiqcha zaryad tashuvchilarning optik nurlanish vositasida hosil qilingan elektron-teshik juftliklar soniga, nisbatidir. Q xuddi p-n o'tish orqali o'tayotgan toklardek, r- va n-sohalar yig'ish ko'effitsientlarining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni

$$Q = Q_n + Q_p = I_{kz}/(1-r)qN_e, \quad (8.1)$$

bu yerda I_{kz} r- va p-sohalardagi elektron va teshiklar toklarining yig'indisidir. YaO' material ichiga kirgan quyosh nurlanishi fotonlari taqsimoti N_e , material uchun belgilangan $\alpha(\lambda)$ orqali hisoblanadi. SHunday hisob-kitoblar natijasi, kremniy va galliy arsenidi materiallari uchun quyidagi 10- rasmda keltirilgan.



9.2-rasm. Nurlanishning xar xil to'liqin uzunliklari uchun kremniydagi ℓ chuqurlikkacha yetib borgan fotonlarning nisbiy qiymati.

1 – 0,5 mkm; 2 – 0,7 mkm; 3 – 0,8 mkm; 4 – 0,9 mkm; 5 – 0,95; 6 – 1,0 mkm; 7 – 1,05 mkm; 8 – 1,1 mkm.

Har xil to'liqin uzunlikdagi fotonlarning Si materialida (10a- rasm) taqsimoti ko'rsatilgan. Fotonlarning nisbiy qiymatlari har xil to'liqin uzunliklari uchun keltirilgan, 1 – 0,5 mkm, 2 – 0,7 mkm, 3 – 0,8 mkm, 4 – 0,9 mkm, 5 – 0,95mkm, 6 – 1,0 mkm, 7 – 1,05 mkm, 8 – 1,1 mkm .

Kuyosh elementlar tayyorlanadigan materialning turli chuqurlikdagi qatlamlaridan zaryad tashuvchilarning yig'ilishini nisbiy baholash uchun, kremniyga tushayotgan optik nurlanishning to'liqin uzunliklariga qarab nisbatan kirish qobiliyati ($1/\alpha$) haqidagi ma'lumotlar quyida keltirilgan jadvalda ko'rsatilgan ($\alpha = 4\pi\kappa$).

λ	0,45	0,5	0,56	0,6	0,65	0,7	0,75
$1/\alpha$	0,4	0,89	1,61	2,12	3,06	4,33	6,14
λ	0,80	0,85	0,90	0,95	1,05	1,10	
$1/\alpha$	8,90	14,0	24	63	2000	4000	

P-n o'tish orqali oqayotgan diffuzion tok (qisqa tutashuv tokining tashkil etuvchisi), kirishmalarining r-tip materialdan qilingan bazadagi taqsimoti bir tekis va tortuvchi elektr maydoni mavjud bo'lmagan holati uchun quyida keltirilgan formula

$$I_{kz} = q \alpha L_p N_0 (-\alpha \ell_p / (1 + \alpha \ell_p)) \quad (8.2)$$

Orqali ifodalanadi. Agar baza p-tip uo'tkazuvchanlikka ega bo'lsa, tenglamadagi L_p , L_r ga almashadi. Bu tenglama yordamida QE bazasidagi diffuzion uzunliklarning oddiy va haqiqatga yaqin qiymatini aniqlash usulini topish mumkin. Qisqa tutashuv toki I_{kz} va yig'ish koeffitsienti Q ning uzun to'liqinli qismi o'zgarishining (~ 1 mkm atrofida) legirlangan qatlamdagi yutilishini hisobga olmaslik mumkin, va natijada I_{kz} va Q ning qiymati element bazasidagi ularning qiymatlari bilan aniqlanadi. SHuning uchun, yig'ish koeffitsientining spektral bog'lanishini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$Q(\lambda) = \alpha L_p \exp(-\alpha \ell_p / (1 + \alpha \ell_p)) \quad (8.3)$$

hozirgi zamon QE uchun $\ell_p \approx 0,15-0,5$ mkm va $\lambda = 1$ mkm da $A = 80 \text{ sm}^{-1}$ bo'lgani uchun, $\exp(-\alpha \ell_p)$ ning qiymati 1 ga yaqin bo'ladi. Natijada yuqoridagi tenglama yanada soddalashib $L_p = Q(\lambda) / \alpha [1 - Q(\lambda)]$ ko'rinishni oladi.

QE ning qisqa tutashuv tokini va akslanish koeffitsienti r ning $\lambda = 1$ mkm dagi va N_e ni qiymatini (yuqoridagi rasmdan) bilgan holda Q ning $\lambda = 1$ mkm bo'lgandagi qiymatini yoki L_p ni topish mumkin. Agar hisob-kitob 3 ta yaqin qiymatdagi to'liqin uzunliklari uchun olib borilsa (

Masalan, $\lambda = 0,95 \text{ mkm}$, $1,0 \text{ mkm}$, $1,05 \text{ mkm}$ larda) va L_p ning uchta qiymatidan o'rtachasi olinsa aniqlash haqiqatga yaqinroq bo'ladi. Agar QE ning bazasida yoki frontal qatlamida element effektivligini oshi rish uchun tortuvchi elektr maydonlar hosil qilingan bo'lsa, L_p ning qiymati qatlam qalinligi bo'yicha o'zgaruvchan xarakterga ega bo'ladi va uni aniqlash qiyinroq bo'ladi.

So'nggi vaqtlarda difuzion uzunlikni hisoblashning va eksperimental o'lchashning oddiy usullari ishlab chiqilmoqda. Frontal qatlamda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning qiymatini hisoblash usullaridan biri (ℓ/L ni o'lchashdir) taqqoslash usulidir, ya'ni agar avvalroq ℓ aniqlangan bo'lsa, Q ning qisqa to'lqinli qism uchun eksperimental va hisob- kitob qilingan qiymatlari taqqoslanadi. P-n o'tish chuqurligini aniq baholash usullari mavjud bo'lib, ular qatoriga anodlash, shar va qiyshiq shlif yordamida aniqlash usullari kiradi. Yig'ish koeffitsienti Q ning ma'lum qismini alohida tahlil qilish asosida (spektrning qisqa to'lqin uzunligidagi qismida), agar diffuziya koeffitsienti D aniqlangan bo'lsa, S/D ning qiymatini topish mumkin.

Keyin rekombinatsiya doimiysi S ni aniqlab, ℓ ni frontal qatlam qalinligi o'rniga quyib L_r ni hisoblab topish mumkin. Yana bir usul bu spektral sezgirlikning maksimal qiymatidan p-n o'tish chuqurligini va L_p ni topishdir.

10-mavzu. Fotoelementlarning foydaliish koeffitsienti.

Quyosh elementi va quyosh batareyasining foydali ish koeffitsientini (F.I.K.) aniqlash uchun tushayotgan optik nurlanish energiyasining miqdorini va element yoki batareya ishlab chiqargan elektr energiyasining miqdorini bilish zarur. F.I.K.ni aniqlash uchun quyida keltirilgan masalalarni yechish kerak bo'ladi.

1. Quyosh nurlanishi atmosfera holatiga va uning vaqt davomida tez o'zgarishiga olib kelganligi uchun, uning spektral tarkibini va quvvatini aniq o'lchash kerak .
2. Birinchi punktini hisobga olgan holda aniq quyosh xarakteristikasini qaytara oladigan imitatorlar (quyoshdan tarqalayotgan optik nurlariga o'xshash nurlar paydo qila oladigan qurilmalar) yasash ilmiy texnik muammo bo'lib, haligacha to'liq yechilmagan.
3. Imitatorlarda taqqoslash uchun ishlatiladigan parametrlari vaqt davomida stabil o'zgarmaydigan kerakli spektral sezgirlikka va diapazonga ega bo'lgan QE ishlab chiqish uchun materialning optik va elektrofizik xususiyatlarini hisobga olgan holda tanlash lozim.
4. Quyosh elementlari va batareyalarining elektrik parametrlarini o'lchash davomida o'lchov asboblarning ketma-ketlik qarshiligining ta'sirini hisobga olish zarur.

Xulosa qilib aytganda, quyosh elementlari va batareyalarining

F.I.K.ni aniqlash bu murakkab kompleks masala bo'lib, uni alohida o'rganish lozim bo'ladi.

Quyosh elementlarining asosiy o'lchanadigan parametri bu optik nurlanish tushish davomida yuklanma ulanganida o'lchanadigan volt-ampere xarakteristikasidir va uning yordamida keyin quyida keltirilgan parametrlar topiladi;

1. QE ishlab chiqarayotgan quvvat $P = U_{opt} I_{opt}$ hisoblash mumkin,
2. Salt yurish kuchlanishining o'lchangan (U_{xx}) qiymatiga asosan YaO' material man qilingan sohasining tuzilmada ishlatish samaradorligini aniqlash mumkin,
3. Elementning qisqa tutashuv toki va to'ldirish koeffitsienti (I_{kz} va ξ) asosida tuzilmadagi optik va fotoelektrik yuqotishlar hakida ma'lumot olish mumkin,
4. quyosh elementi F.I.K.ni $\eta = I_{kz} U_{xx} 100\%/E_{pad} S$ formuladan aniqlash mumkin (S-KE yuzasi, cm^2 larda olinadi).

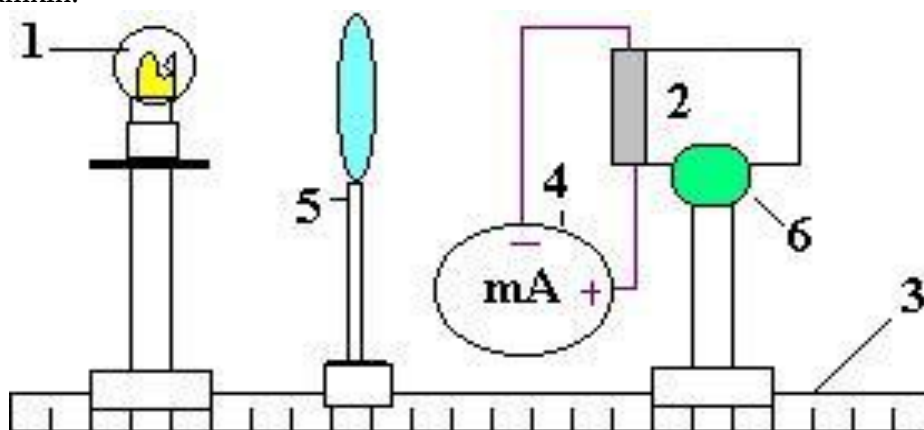
Quyosh elementi foydali ish koeffitsientini aniqlanish darajasi elementga tushayotgan optik nurlanishning energiyasini aniqlashga bog'lik buladi. Elementga tushayotgan nurlanish energiyasini o'lchash usullaridan biri oldindan gradirovka qilingan etalon QE yordamida o'lchashdir.

Etalon uchun muljallangan QE ni gradirovka qilish uchun qisqa tutashuv toki I_{kz} ning absolyut qiymatini topish kerak. Buning uchun mutla= spektral sezgirlikni standart atmosferadan tashqari uchun yoki Yer sharoiti uchun nurlanish spektriga qayta hisoblash kerak. quyosh elementi, batareyasi parametrini o'lchashni laboratoriya sharoitida, Yer va koinot sharoitlarida o'lchash usullari mavjud.

11-mavzu. Etalon fotoelementlari va ularni graduировka qilish usullari.

Quyosh nurlanishi imitatorlarining nurlanish energiyasining spektral taqsimlanishi standart quyosh nurlanishidan albatta farq qiladi. QE sezgirligi selektiv (tanlovchi) bo'lgani uchun QNI intensivligini noselektiv nurlanish qabullagichlari (radiometrlar) bilan sozlash maqsadga muvofiq emasdir. SHuning uchun, sezgirlikni hamda boshqa parametrlarni o'lchashda maxsus etalonli quyosh elementlari qo'llaniladi. Etalonli yoki standart QE – bu selektiv sezgirlikka ega bo'lgan amaldagi radiometrlardir.

Atmosfera massasining nisbatan bir xil qiymatliligiga qaramasdan quyosh nurlanishi oqimining zichligi atmosfera tarkibining oz miqdorda o'zgarishiga qarab keskin o'zgarishi mumkin. Har xil atmosfera sharoitlarini taqqoslash natijasi shuni ko'rsatadiki, quyosh nurlanishining oqim zichligi ayrim o'zgarishlardan keyin noselektiv radiometrlar bilan o'lchanganda, nurlanishning spektral tarkibi bir-biridan jiddiy farq qilganda ham, bir xil natijani ko'rsatishi mumkin. Bunga sabab QE ning selektiv sezgirligining har xilligidir. Hattoki, yuqori sifatli materialdan qilingan va effektivligi katta bo'lgan QE larida ham, Yer sharoitida bir xil energetik yoritilganlik sharoitida o'lchangan qisqa tutashuv toki I_{kz} , atmosfera holati har xil bo'lsa, o'lchangan tok farqi 15 % gacha bo'lishi mumkin.



11.1-rasm. Milliampmetr yordamida jismni graduировka qilish sxemasi. 1-cho'g'lanma lampa, 2-fotoelement tutib turuvchi qism, 3- qurilmaning tayanch qismi, milli ampmetr, 5-linza, 6-burchakmetr.

Etalon QE larining qisqa tutashuv tokini aniqlab graduировka qilishda standart yoritilganlikdan foydalanish talab qilinadi. Buning uchun etalon element yordamida QNI sozlanadi – ya'ni uning nurlanishi oqimi bash=arilgan holda o'zgartirilib, qisqa tutashuv tokini standart holdagi I_{kz} ga teng bo'lguncha davom ettiriladi.

Ta'kidlash lozimki, QNI ish sohasining energetik yoritilganligi aslida aniq standart sharoitdagi optik nurlanishning energetik yoritilganligini takrorlamaydi. Bunga asosiy sabab, nurlanishni baholash konkret konstruksiyali selektiv sezgirlikka ega bo'lgan, quyosh elementga ta'sir orqali amalga oshiyapti.

Misol, harorati 2850° K bo'lgan cho'g'lanma yoritgichdan yoritilayotgan kremniy asosidagi, p-n o'tish chuqurligi 0,5 mkm li QE ning qisqa tutashuv toki I_{kz} koinot sharoitida, energetik yoritilganligi suvli fil'trdan ($d=40$ mm li) keyin 780 Vt/m² ga teng bo'lgan va fil'trsiz esa 960 Vt/m² ga teng bo'lgan element tokiga teng bo'ladi. Bundan farqli, ikkala hol uchun xam etalon QE shunday lampa yorug'ligida 1360 Vt/m² yoritilganlikni ko'rsatadi.

Etalon QE larini qo'llash, nurlanish manbai sifatida energiyaning taqsimlanish spektri ixtiyoriy bo'lgan holda ham, spektrlarini korrektsiyalash mumkin bo'lgan QNI yordamida aniqligi qoniqarli darajada bo'lgan o'lchovlar olib borishga imkon yaratadi. Bunday sharoitda QE ning fotoelektrik xarakteristikasining o'lchash xatoligi etalonli va o'lchanayotgan elementlarning spektral sezgirligining farqi darajasi bilan aniqlanadi. SHuning uchun, etalon QE ga quyiladigan asosiy talablar quyidagicha – ularning optik xususiyatlari va spektral xarakteristikalari o'lchanishi lozim bo'lgan elementning shunday xarakteristikasiga monand bo'lishi kerak.

Etalon QE loyihalash va tayyorlash – bu ularning konstruksiyasini, metrologik xarakteristikalarining stabiligini o'rganishni, garduirovka qilish usulini va ularni parametrlarini o'lchash jixozlarini yaratishni va qo'llashni taqozo qiladi.

Etalon QE larini ishlatilish sharoitiga qarab turlicha konstruksiyali bo'lishi mumkin, ularga quyiladigan asosiy talab – parametrlarining yuqori darajada stabiligining saqlanishidir. O'z navbatida bu talab elementning haroratdan stabil va haroratni aniq o'lchashni taqozo etadi. Etalonli quyosh elementning oddiy konstruksiyasi bu chuqurlashtirilgan metall plastinaga o'rnatilgan va himoya sifatida frontal sirtiga shisha o'rnatilgan variantidir. Haroratni o'zgarmas qilib ushlab turish uchun u issiqlikdan himoya qilingan taglikka o'rnatiladi.

Tayyorlash texnologiyasining doimiy mukammallashib borayotganligi tufayli va yangi turdagi QE lari yaratilayotganligi sababli spektral sezgirliги nostandart taqsimotga ega bo'lgan elementlarning parametrlarini o'lchash masalasi paydo bo'lmoqda. Etalon sifatida ishlatiladigan QE, yo seriya qilib chiqarilayotgan elementlardan tanlanadi, yoki maxsus tayyorlanadi. Tanlash jarayonida asosiy diqqatni quyosh elementi tuzilmasining yon sirti tomonlarining sifatiga, shunt va ketma-ketlik qarshiliklarining kattaligiga qaratiladi. Bu maqsadda ishlatilishi ko'zda tutilgan QE lari yuzasi bir jinsli, spektral sezgirliги stabil, qisqa tutashuv tokining harorat buyicha koeffitsienti minimal bo'lishi kerak. Yer sharoitida ishlatilishi ko'zda tutilgan etalonli QE lari uchun spektral sezgirlikning tushayotgan optik nurlanish tushish burchagiga va qisqa tutashuv toki I_{kz} ning tushayotgan nurlanish oqimi zichligiga chiziqli munosabatda bo'lish bog'likligi amalda tekshiriladi.

Etalon QE ni absolyut gradirovka qilish mashaqqatli ish bo'lib, bu jarayon uzoq vaqtni va ko'p xarajatni talab qiladi. SHuning uchun, bunday jarayonlar orqali olingan etalon elementlar ko'rgazmali o'lchash asboblarda birinchi etalon sifatida ishlatiladi. Etalonli QE lari qisqa tutashuv rejimida ishlatiladi va ularning gradirovka qilish jarayoni quyosh nurlanishining spektral tarkibi va zichligi normirovka qilingan sharoitda qisqa tutashuv tokini aniqlashdan iboratdir.

Gradirovka qilishning ikki printsiptial farq qiluvchi turi mavjud.

1. Bevosita quyosh nurlanishidan foydalanish usuli,
2. Laboratoriya sharoitida o'lchov vositalarini va oldindan o'lchangan davlat etalonini qo'llash usuli.

Er sharoitida bevosita quyosh nurlanishidan foydalanish usuli odatda kuproq ishlatiladi. Buning uchun asosan dengiz sathidan bir necha ming metr balandlikdagi tog' hududlaridan foydalaniladi va keyin olingan natijalar AM 0 sharoiti uchun ekstropolyatsiya qilinadi.

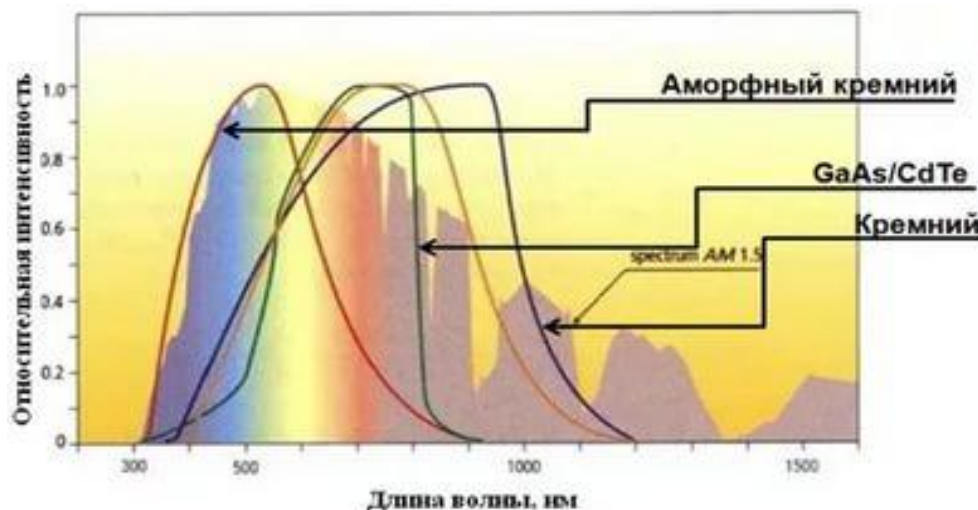
Gradirovka qilish jarayonida etalon QE larining qisqa tutashuv toki qiymatini asta-sekin har xil atmosfera massalari uchun o'zgartirilib o'lchanadi, ya'ni quyoshning har xil balandlikdagi nurlanishi uchun o'lchanadi. O'lchash jarayoni statsionar sharoitda o'tkaziladi, shuning uchun atmosfera massasining nisbatan har xil qiymatlari uchun I_{kz} ning o'zgarishini aniqlash kifoya. AM 0 sharoit uchun to'g'ri keladigan qiymatni topish jarayoni $\ln I_{kz}$ ni nuly atmosfera massasiga chiziqli ekstropolyatsiya qilish bilan topiladi. O'lchash jarayonini kunning birinchi yarmida olib borish ma'qo'lroqdir.

12-mavzu. Yuqori samarali kremniy asosidagi fotoelementlarning yangi konstruksiyalari.

Kremniy asosidagi p-n o'tishli gomogen YaO' materialda yaratilayotgan QE larining samaradorligini oshirish asosan potentsial to'siqning chuqurligini (qalinligini) kamaytirish orqali erishilmoqda. Dastlabki paytlarda olingan kremniy asosidagi QE lariga qaraganda bu parametr 7-10 mkm dan hozirgi sharoitda 0,1 – 0,015 mkm gacha kamaytirildi. P-n o'tish chuqurligini kamaytirish va uni yuzaga chiqarish maqsadi umuman aytganda tushunarli hol, zero quyosh nurlanishining katta qismi juda yupqa qatlamda yutiladi. Ammo natijada bu yupqa yuza qismida zaryad yo'qotishlar xam sirt rekombinatsiyasi natijasida juda katta qiymatlarga ega bo'ladi. Bu yunalishdagi mantiqiy chegara bo'lib QE larining sirt-to'siqli (poverxnostno-bar'ernaya) tizimli har xil turlari hisoblanadi. Ular umuman legirlangan qatlamsiz bo'lib, hajmiy zaryad hosil qilgan maydon deyarli frontal yuzagagina ta'sir qiladi. SHunday QE bir-biriga taqqoslash maqsadida ularning spektral

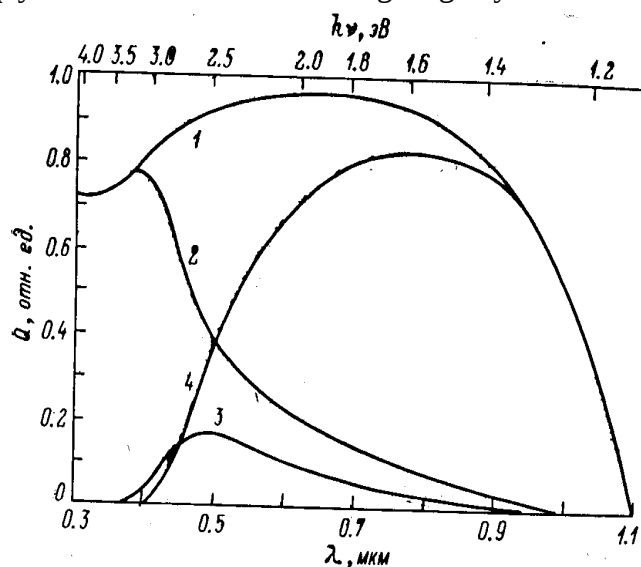
xarakteristikalari 12.1 rasmda keltirilgan. 4-6 $\ell \leq 0,3$ mkm (legirlangshan qatlam qalinligi) shaffoflantirilgan element.

P-n o'tish chuqurligi $\sim 0,2$ mkm bo'lgan QE ishlab chiqarilishi natijasida, qisqa to'lqinli optik nurlanish ta'sirida hosil bo'ladigan zaryad tashuvchilarning fazoviy ajratish muammosini ko'p jihatdan hal bo'ldi. Haqiqatdan, shu turdagi quyosh elementlarida hattoki $\lambda = 0,4$ mkm da ham yig'ish ko'effitsienti qiymatini $\xi = 0,9$ gacha yetkazish imkoniyatini paydo bo'ldi, holbuki $\ell > 0,4$ mkm li QE larida shu spektr sohasida yig'ish ko'effitsienti atigi 0,5 atrofida bo'lishi aniqlangan edi. SHuning uchun, bunday turdagi QE binafsha-ko'k



Rasm. 10. Kremniy asosidagi QE larining absolyut spektral sezgirligi. 1-3 legirlangan qatlam qalinligi $\ell \geq 1,2$ mkm bo'lgan shaffoflantirilmagan qatlamlari element;

spektrda o'ta yuqori sezgirlikka ega bo'lganligi sababli «binafsha» quyosh elementlari degan nomni oldi. Bunday QE qisqa tutashuv toki I_{kz} zichligi 40-42 mA/sm² ga yetkazildi. «Binafsha» quyosh elementlardagi tok yo'qotishlarning spektr bo'yicha o'zgarishi, AM 0 sohada spektr taqsimotini hisobga olinganda, ularning yig'ish ko'effitsienti quyosh elementi sezgirligining deyarli barcha qismlarida birga yaqin ekan. +is=a to'lqinli qismdagi qisman yo'qotishlarni QE ning konstruksiyasini mukammallashtirish hisobiga emas (chunki p-n o'tish deyarli har bir hosil bo'lgan elektron-teshik juftlikni ajrata oladi), balki elementning optik parametrlarini, ya'ni metall kontaktning qaytarish ko'effitsientini va u egallagan yuzani kamaytirish hisobiga erishish mumkin.



10.2-rasm. Kremniy asosidagi quyosh elementlarida umumiy yig'ish ko'effitsientining spektral o'zgarishi (1), frontal qatlamning yig'ish ko'effitsientidagi hissasi (2), hajmiy zaryad qismining hissasi (3), baza qismining xissasi (4).

Elementning legirlangan frontal qatlami qalinligini kamaytirish faqat fotosezgirliknigina oshirib qolmay, shu bilan birga QE ning diod xarakteristikasini ham yaxshilar ekan. Hisoblashlar va eksperimentlar shuni ko'rsatadiki, legirlangan qatlam parametrlari nisbatan teskari to'yinish toki I_0 ga, va natijada foto-EYuK ga ham ta'sir qiladi. Bunga sabablar;

1. Kirishmalar kontsentratsiyasini yuqori darajada kiritish, man qilingan soha kengligi E_g ning kamayishiga olib keladi va asosiy zaryad tashuvchilarning effektiv kontsentratsiyasi kamayada, teskari gradientli elektr maydoni hosil bo'lishiga olib keladi.

2. Frontal qatlamdagi asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning (teshiklarning) yashash davri τ keskin kamayib ketadi va ehtimol bir ns (nanosoniyadan) oshmay qolishi mumkin.

SHuning uchun, teskari to'yinish toki I_0 ni kamaytirish jarayonida frontal qatlam qalinligini kamaytirish bilan birga kirishmalar kontsentratsiyasini birmuncha pasaytirish ($\sim 2 \cdot 10^{17} \text{ sm}^{-3}$ ga qadar) lozim, va qatlam qarshiligining nisbatan ortishini to'rsimon omik kontakt topologiyasini optimallashtirish hisobiga kompensatsiya qilish mumkin.

Bu talablar ayrim texnologik va konstruktorlik yangiliklar hisobiga «binafsha» QE lari ishlanmalarida qo'llanildi. Bular jumlasiga past haroratli diffuziya (770-800 °S) jarayonini uzatuvchi (transport) gaz oqimida o'tkazish, kirishmalarining nisbatan sirtidagi kontsentratsiyasini kamaytirish ($\sim 10^{17} \text{ sm}^{-3}$) gacha, qalin to'rsimon kontakt yo'lkalari sonini oshirish (8-10 yo'lka/sm) va kengligini 50 mkm gacha kamaytirish va hokazolar kiradi.

Kremniy plastinalari yuzisiga ishlov berishning yangi – yuzadan nur qaytarishni kamaytiruvchi va shu tufayli F.I.K.ni oshiruvchi usuli yaratildi. Bunday QE larining frontal sirtida piramidasimon, teksturali rel'ef hosil qilinadi, va piramida yon tomonidan qaytgan nur, keyingi piramida yon tomoniga tushib, kristall yuziga qaytariladi.

SHuning uchun, antirefleksion qatlam olinmagan yuzada ham hosil qilingan piramidasimon rel'ef hisobiga optik yo'qotishlarni 10 % gacha kamaytiriladi. Qo'shimcha sifatida shuni aytish mumkinki, teksturalangan sirt optik nurlanishning yutilish chuqurligini kamaytiradi. Natijada effektiv yutilish ko'effitsienti α ning o'sishi, yig'ish ko'effitsientining va tok zichligining oshishiga olib keladi.

An'anaviy tekis, planar konstruktsiyadan tashqari keyingi paytlarda p-n o'tishining konstruktsiyasi murakkab bo'lgan QE, jumladan p-n o'tishlari yoritilayotgan sirtga perpendikulyar bo'lgan elementlar ishlab chiqildi. Ular yagona umumiy taglikda tayyorlangan yoki alohida kontaktlar bilan birlashtirilgan mikro QE lardan tuzilgan bo'lib, p-n o'tishlarining perpendikulyar joylashishi QE lariga qo'shimcha imkoniyatlar yaratishi mumkin. Bunday QE lari ketma-ket ulanganda bir necha V/sm gacha kuchlanganlik olish mumkin va hamda ular yuqori yoritilganlik sharoitida effektiv ishlashi mumkin.

Konstruktsiyaning yana bir turi bu rel'ef yuzali QE. Bu yerda rel'ef, xuddi teksturalash jarayoni kabi, selektiv yemirish hisobiga paydo qilinadi. Natijada yuqoridagi frontal yuzadagi n^+ -qatlam rel'ef profilini takrorlaydi. Rel'efning geometrik o'lchamlarini har xil qilish mumkin. Nurlanishni qabul qiluvchi sirtning optik yutilish ko'effitsienti teksturalangan yuza yutilish ko'effitsientiga yaqin ilish mumkin.

Yuqorida keltirilgan quyosh elementlarining sifatlaridan yana biri – perpendikulyar joylashgan p-n o'tishlarning bir-biri bilan yaqin joylashishi natijasida butun hajmda yuqori darajali fotosezgirlikka erishish imkoniyati mavjudligidir. Agar baza qalinligi asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilari diffuzion yo'li uzunligidan juda kam bo'lsa, ya'ni $w \ll L$ bo'lsa, bazada nurlantirish tufayli hosil bo'lgan hamma zaryad juftliklari ajratilishi mumkin. Rel'ef tuzilmali namunali QE lari atmosferadan tashqari sharoitda 15 % dan ortik effektivlikka ega ekanligi aniqlangan.

Quyosh elementlarining optik va fotoelektrik xarakteristikalarini yaxshilashning yana bir imkoniyati – bu bazada maxsus usullarni qo'llab zarayadlarni tortuvchi elektr maydoni hosil qilish usulidir.

Kremniy asosidagi QE ning spektral sezgirligini spektrning qisqa to'liqlik qismida keskin oshirish imkoniyatlaridan biri, frontal sirtida maxsus yuzani passivatsiya qiluvchi qatlamlar bilan yopishdir.

Bunday qatlamlar odatda kremniy oksidi, kremniy nitridi asosida olinadi. Bunday qatlamlarda kiritilgan (vstroenno'y) elektr zaryadlari mavjud bo'ladi. Bu zaryadlar kremniyning yuzaki yupqa legirlangan qatlami bilan, xuddi ayrim QE tuzilmalaridagi tortuvchi elektr maydonlari kabi, legirlangan qatlam bilan ikki qatlamli nn^+ yoki pp^+ -tuzilma hosil qiladi. Bu sirtida hosil bo'lgan tuzilma effektiv sirt rekombinatsiya tezligini kamaytiradi va ortiqcha zaryadlar yig'ilishini yaxshilaydi. Asosan bu yaxshilanish yuza yaqinida yutiluvchi qisqa to'liqlik optik nurlanish hisobiga bo'ladi.

Keltirilgan effektini quyidagi misolda namoyish qilish mumkin. Passivatsiya qiluvchi qatlam olingandan sung, odatda yig'ish koeffitsienti va salt yurishi kuchlanishining qiymati ortadi.

Agar oddiy QE ning baza qatlami (r-tip kremniy misolida) notekis legirlangan bo'lsa va p-n o'tish atrofida kirishmalar kontsentratsiyasi uning ichidagiga qaraganda kam bo'lsa, u holda bazada ham elektrostatik maydon hosil bo'ladi va ortiqcha hosil bo'lgan zaryad juftliklarini yig'ishda yordam beradi. Bu hodisa, birinchidan, teskari to'yinish tokining oshishi hisobiga va potentsial to'siq qiymatining kamayishi hisobiga, U_{xx} ni kamaytiradi, ikkinchidan, kirishmalar kontsentratsiyasi baza qatlami ichida nisbatan oshirilganligi uchun asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion yo'li uzunligi (L_d) va yashash vaqti (τ) kamayadi.

QE bazasining xususiyatlari va uning element parametrlariga ta'siri rini tahlil qilish natijasida bazada katta qiymatli tortuvchi elektr maydoni hosil qilish o'rniga sunggi vaqtlarda yangi model element orqa tomonida orqa kontakt yaqinida keskin izotip pp^+ yoki nn^+ o'tishlar hosil qilish modeli paydo bo'ldi.

Yuqori samarali QE yaratish jarayonida xususiy o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan kremniyni ham ishlatish mumkinligi aniqlandi. Buning uchun uning ikkala tomoniga p- va r-tip beruvchi kirishmalar diffuziya qilish kerak va ma'lum masofada p-n o'tish hosil qilish va boshqa tomonida ma'lum gradientga ega bo'lgan izotip potentsial to'siq paydo qilinishi kerak.

$p^+ rr^+$ yoki $r^+ pp^+$ - tuzilmali QE lari olishda, uzoq masofaga ta'sir etuvchi tortuvchi elektr maydoni hosil qilishga qaraganda, orqa tomondan $r^+ r$ yoki $p^+ p$ izotip to'siq olish texnologiya nuqtai nazaridan osonroqdir va amaliy tomondan izotip o'tish olish bazada yig'ish koeffitsientini oshirish uchun qulayroqdir. Qo'shimcha kirishmalar kiritib orqa tomonda olingan izotip to'siq, orqa kontaktdan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarni qaytaradi va ularda L_d ning effektiv qiymatini oshiradi, hamda baza-metall kontakt tuzilmasi chegarasidagi sirt rekombinatsiyasi koeffitsientini keskin kamaytiradi. QE ning teskari to'yinish toki I_0 ham birmuncha kamayadi. Orqa tomonida izotip o'tishli QE larining ustunlik tomoni baza qatlamida asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarining diffuzion yo'li uzunligi uning qalinligidan kattaroq bo'lganida yoki hech bo'lmaganda teng bo'lgan sharoitda sezilarli bo'ladi. Bu tenglik bajarilishi uchun YaO' material nisbatan tozaroq yoki yupqaroq bo'lishi va $L \sim d$ bajarilishi kerak.

P-i-n va $r^+ - i - n^+$ tuzilmali elementlar uzun to'liqlik diapazonda nihoyatda katta sezgirlikka ega. Bu QE ning VAX ning shakli nihoyatda to'g'ri turtburchakka yaqindir. Chunki ularda optik nurlanish bilan yoritilish sharoitida element bazasidagi kuchlanishning omik pasayishi nolga intiladi, ya'ni optik nurlanish ta'sirida yuqori Omli bazada muvozanatda bo'lmagan zaryad tashuvchilar muvozanatda bo'lganlaridan ko'proq hosil bo'ladi. Asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion yo'li uzunligi yuqori Omli baza materialida nisbatan kattaroq qiymatga ega bo'lishi Yer atrofidagi radiatsion kamarlarda ularning ishlash muddatini boshqa QE lariga qaraganda birmuncha uzayishiga olib keladi.

SHu o'rinda yana bir narsani qayd qilish lozim. Asosiy yutilish chegarasidan tashqarida uzun to'liqlik nurlanishga shaffof bo'lgan kremniy va boshqa YaO' materiallar asosidagi quyosh elementlarining kelajagi istiqbolidir. Bunday QE tayyorlash imkoniyati hozir ham mavjud bo'lib, u

nisbatan tozaroq materiallarning asosiy fundamental yutilish chegarasidan tashqarida nisbatan shaffofligiga asoslangandir. Ammo, QE bazasi yuqorida qayd qilingan nisbatan toza tayyorlanishiga qaramay uning yuqori frontal qatlamida kirishmalar kontsentratsiyasi deyarli materialning chegaraviy eruvchanligiga qadar kiritilishi, shu qatlamda katta to'liq uzunligiga ega bo'lgan optik nurlanishning ko'proq yutilishi yoki akslanishiga olib keladi.

Legirlangan yupqa frontal qatlamda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion yo'li uzunligi L_d va yashash davri τ qiymatlarining nisbatan kichikligi shu qatlam qalinligini 0,15-0,5 mkm diapazonda olishni taqozo etadi. SHu qalinlikdagi qatlamda quyosh optik nurlanishining infraqizil spektridagi yutilishi (ya'ni, 1,1 – 2,5 mkm diapazonida) odatda 1-3 % oshmaydi. SHunday qilib, p-n o'tish chuqurligini kamaytirish hozirgi zamon QE uchun xarakterli bo'lib, bu usul asosiy yutilish chegarasidan tashqarida quyosh spektriga shaffof bo'lgan elementlar olish imkoniyatini kremniy materiali asosida yaratish mumkinligini ko'rsatadi.

Qolgan yana ikkita to'siq – orqa tomondagi yuzani butunlay qoplovchi kontaktda quyosh nurlanishining to'la yutilishi va undan nisbatan to'raligicha qaytarilish hodisasi – orqa kontaktni to'rsimon shaklli qilish va shu tomonda ham qalinligi 0,3-0,4 mkm bo'lgan akslantiruvchi oksid qatlamlar hosil qilish orqali yechilishi mumkin.

1,1 mkm dan boshlab IQ sohada shaffof va orqa kontakti to'rsimon shakldagi quyosh elementlari kremniy, galliy arsenidi va yupqa qatlamli CuS – CdS geteroo'tishli tuzilmalarda yaratildi. Hisoblarga qaraganda geostatsionar orbitalar sharoitida bunday QE larini ishlatish natijasida harorat nisbatan 10-15 °S pastroq va elektr quvvatini 5-7 % oshirar ekan. Fotoaktiv bo'lmagan uzun to'liqlik IQ nurlanishni QE tuzilmasidan nafaqat o'tkazib yuborish, balki to'raligicha qaytarish ham mumkin. Buning uchun, quyosh elementining orqa tomonida IQ nurlanishni qaytaruvchi ko'zgusimon kontakt olish kerak. Bunday kontaktni olish uchun Ag, Al, Cu qoplamalarni vakuumda uchirish yoki elektroximiyaviy usulda olish imkoniyati mavjud.

quyosh elementi samaradorligini oshirishga imkon beradigan yana bir usul – bu ikki tomonlama sezgir QE tuzilmasini ishlatishdir. Bu tuzilma, ikki xil yuqorida qayd qilingan, IQ spektr sohasida shaffoflikni paydo qilish va element orqa tomonida olingan izotip o'tish bilan mushtarak holda birlashtirish natijasida 12 - rasmda ko'rsatilgan $p^+ rr^+$ yoki $r^+ pp^+$ tizimli QE lari hosil qilishdan iboratdir.

Nisbatan katta solishtirma qarshilikka ega bo'lgan kremniy asosidagi ikki tomonlama sezgir QE bazasi qalinligini nisbatan kamaytirish yoki diffuzion yo'li uzunligi nisbatan katta bo'lgan materiallar ishlatish natijasida, element tuzilmasi frontal tomondan tushayotgan optik nurlanishni qanday effektivlikda elektr energiyasiga aylantira olsa, orqa tomondan tushayotgan nurlanishni ham shunday effektivlikda aylantira olishi aniqlangan. Element orqa tomonidan tuzilmaga izotip o'tishlarni kiritish ikki tomonlama sezgir QE tuzilmasida orqa tomondagi sirt rekombinatsiya koeffitsientini keskin kamaytirib ($L/d > 1$), yig'ish koeffitsientini, orqa tomondan nurlanish tushgan hol uchun, frontal tomondan nurlanish tushish kattaligiga qadar ko'tardi.

Ikki tomonlama sezgir QE tuzilmasi samaradorligini oshirish uchun uning bazasini, oddiy element bazasiga nisbatan yuqori Omli bo'lishi kerak. Misol, odatda oddiy QE tuzilmasi uchun baza odatda 0,5-1,0 Om sm kremniydan tayyorlansa, ikki tomonlama sezgir elementlar uchun baza qarshiligi 7,5-10 Om sm va undan ham yuqori olinadi.

13-mavzu. Quyosh elementining foydali ish koeffitsienti tushunchasi.

Quyosh elementi foydali ish koeffitsienti deb, quyosh elementi ishlab chiqargan energiyasining, element yuziga tushayotgan nurlanish energiyasining nisbatiga aytiladi. Quyosh elementi va quyosh batareyasining foydali ish koeffitsientini (F.I.K.) aniqlash uchun tushayotgan optik nurlanish energiyasining miqdorini va element yoki batareya ishlab chiqargan elektr energiyasining miqdorini bilish zarur. F.I.K.ni aniqlash uchun quyida keltirilgan masalalarni yechish kerak bo'ladi.

Quyosh — Yer sayyorasida insoniyat mavjud bo'lganidan buyon quyosh energiyasidan foydalanib keladi. Mana 5000 yildirki, odamlar Quyoshga yerning asosiy energiya manbasi,

yorug'lik, issiqlik, oziq-ovqat va hayot asosi deb qaraydi.

Hozirgi zamon texnologiyalari quyosh energiyasidan elektr va issiqlik energiyasi ishlab chiqarishga imkon beradi. Olingan ma'lumotlarga ko'ra, 2003 yilda dunyo bo'yicha eng yirik quyosh kollektorlarining umumiy maydoni AQSHda 10 million kvadratga, Yaponiyada 8,0 million kvadratga yetgan. Yevropa mamlakatlarida ham bu borada namunali ishlar olib borilmoqda.

Bilamizki, Quyosh — eng yaqin yulduz, usiz bizning sayyoramizda hayot bo'lishi mumkin emas. Kishilar o'zining kundalik hayotida quyosh energiyasidan u yoki bu usul bilan bu haqida o'ylab ham o'tirmay, foydalanadilar. Masalan, hovliga kir yoysak — biz quyoshdan kelayotgan issiqlik energiyasini ishlatamiz.

O'zbekiston quyosh energiyasidan foydalanishda katta salohiyatga ega. Mamlakatimizning iqlim sharoitlari quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda qulay. «Fizika — quyosh» instituti mutaxassislarining hisob-kitoblariga ko'ra, O'zbekiston hududiga tushadigan quyosh energiyasining miqdori, o'rtacha hisob bilan aytganda, mamlakatda boshqa manbalardan olinadigan energiyadan to'rt barobar ko'p ekan. Quyosh energiyasining yalpi imkoniyatlari 51 mlrd t.n.e., texnik imkoniyati esa — 177 mln. t.n.e.ga teng. Ekspertlarning fikriga ko'ra, aynan quyosh energiyasidan foydalanish aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash, mamlakatning bir qator uzoq hududlarini yanada jadal rivojlantirish masalalarini tez hal qilishga imkon beradi.

SHu bilan birga, O'zbekiston kristalli kremniy olish uchun xom ashyo zaxiralariga ham ega. Uning asosida butun dunyoda 90 foiz fotoelektrik modullar ishlab chiqariladi. Kremniy konlari Jizzax va Samarqand viloyatlarida mavjud. Ushbu resurs bazasi quyosh energetikasi sohasida muhim jamlovchi mahalliy ishlab chiqarishni tashkil qilish uchun imkon yaratadi.

Quyosh energetikasini rivojlantirish istiqboli haqidagi masala O'zbekiston uchun yangilik emas. Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ilk tadqiqot ishlari 70-yillarda boshlangan. Bir qator yutuqlarga qaramasdan, o'sha zamon texnologiyalari kerakli samaradorlikka erishishga imkon bermadi. Elektr energiyasi va energiya yetkazuvchilar narxlarining pastligi sababli quyosh energetikasiga ehtiyoj sezilgani yo'q. 1991 yildan so'ng energetikaning bu sohasini rivojlantirish ustuvorligi haqida bir qator qonun, me'yoriy-huquqiy hujjatlar, rivojlantirish dasturlari va boshqa rasmiy hujjatlar qabul qilindi. Lekin quyosh energetikasini joriy etish uchun resurs va imkoniyatlarni aniqlashga, undan foydalanishga hamda xususiy sektorlarni rag'batlantirishning ma'muriy va iqtisodiy mexanizmlarini yaratishga yetarli darajada e'tibor qaratilmadi.

O'zbekiston tabiiy gazning yirik zaxiralariga ega bo'lganligi uchun energiya resurslariga jiddiy ehtiyoj yo'q. SHuningdek, mamlakat rivojlangan energetika infratuzilmasiga ega, elektr va gaz tarmoqlari deyarli barcha aholi joylariga yetkazilgan. Hamda aholi va korxonalar haligacha past narxlar bo'yicha energiya bilan ta'minlanmoqda. Aynan energiyaning past narxi hukumat energetika siyosatining asosiy ustuvor vazifalaridan hisoblanadi. Lekin bu ustuvor vazifalarni ado etish qimmatga tushayapti. Energiya resurslariga dunyo miqyosida narxlar oshayotgan bir paytda quyosh energiyasi imkoniyatlaridan foydalanish — bu energiyani iste'mol qilish tuzilmasining samaradorligini oshirishi mumkin.

Quyosh — gaz o'rnida. Quyosh energetikasi markazlashtirilmagan ta'minotini rivojlantirish uchun asos bo'la olishi va energetika infratuzilmasiga jalb qilinadigan investitsiyalarni qoplashdagi sifat va ishonchli muammolarni hal qilishi mumkin. Uzoqda joylashgan va kam energiya talab qiladigan ob'ektlarni energiya bilan ta'minlashda quyosh energetikasi juda qulay.

Quyosh energetikasini rivojlantirish O'zbekiston uchun juda foydali, chunki shu orqali tabiiy gaz iste'mol turlari saqlab turiladi yoki qo'shimcha zaxiralarni eksport uchun ajratiladi (bugungi kunda ichki energiya iste'molining 80–85 foizi qondirilmoqda). Ayni paytda tabiiy gazning 60 foizi o'z iste'molchilarimiz va «O'zbekenergo» DAK korxonalariga yetkazilyapti. O'zbek tabiiy gazining eksport narxi 2011 yil 1 oktyabr holatiga ko'ra, 1 ming m³ uchun 200–230 AQSH dollarini tashkil qiladi. Bozorimizda esa bu narx — 57,1–45,9 (ulgurji narxda — 99,60 so'm, aholi uchun — 79,90 so'm) AQSH dollarga teng. Agar O'zbekistonda quyosh energetikasini rivojlantirib, ichki bozordagi gaz ehtiyojini hech bo'lmaganda 1 foizga (yoki 650 mln.m³) kamaytirsak, mamlakatimiz har yili gaz eksportidan 130–149,5 mln. dollarga yaqin daromad oladi. Bu daromad quyosh energetikasini rivojlantirish uchun sarflanishi mumkin. Masalan, geliotizimlarning

qulayligini grantlar, subsidiya va imtiyozli kreditlar orqali oshirish tufayli quyosh energetikasini rivojlantirishga qiziqтира bo'ladi.

Tabiiy gaz uchun eksport narxлари oshsa, O'zbekiston energetika sohasidagi uzoq muddatli siyosatini real maqsadga erishish uchun mamlakatda gazdan foydalanish hajmini quyosh energiyasidan foydalanishni kengaytirish hisobiga qisqartirishi mumkin. Bu borada qabul qilingan maqsadli ko'rsatkichlar, masalan, muayyan muddat ichida gaz ishlab chiqarish hajmini 0,1–0,2 foiz kamaytirish kabi doimiy ravishda qayta o'zgartirilib turilishi talab etiladi.

SHuningdek, bugungi kunda aholini markazlashtirilgan isitish tizimi bilan ta'minlash va issiq suv narxlarini subsidiyalash uchun ko'p xarajat sarflanmoqda. Lekin bu subsidiyalar ko'p qavatli uylarda joylashgan gelio-uskunalarda issiq suv ishlab chiqarish uchun ishlatilsa, bir xil natija bermoqda. Toshkent issiqlik ta'minot korxonalarida amalga oshirilgan bir qator ko'rgazmali loyihalar natijalari shuni ko'rsatadiki, quyoshli markazlashtirilgan suv isitgichlari bilan qozonxonalarda uglevodorod yoqilg'isini yoqish yo'li bilan olingan 1 kVt energiyaning narxлари bir xil.

Yuridik shaxslarni geliouskunalarini olib kirishdagi bojxona to'lovlari va qo'shimcha qiymat solig'idan (NDS) ozod qilish, suv isitish va elektr tokini ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan import qilinayotgan quyosh tizimi uskunalarining narxini ancha pasaytirishiga imkon beradi va ularni iste'molchi uchun arzon qilib qo'yadi. Masalan, bugungi kunda import qiluvchi Janubiy Koreya Respublikasida ishlab chiqarilgan 500–1000 W (Vatt) geliouskunalarini 1500–2500 AQSH dollari narxida taklif qilinmoqda. Agar ko'rsatilgan imtiyozlar kiritilsa, unda uning narxi 700 dollargacha pasayadi. Bu esa uskunalarining sotilish muddatini qisqartiradi va quyosh energetikasining investitsiyaviy qulayligini oshiradi.

Quyosh energetikasini rivojlantirish geografiyasiga qaraganimizda rivojlangan mamlakatlar katta muvaffaqiyatlarga erishganini ko'ramiz. CHunki u yerlardagi texnologik imkoniyatlar qator muhim sharoitlar bilan ta'minlangan. Bu birinchidan, elektr energiyasi va energiya yetkazuvchilar uchun narxlarning yuqoriligi, ikkinchidan, markazlashtirilgan energiya ta'minot tizimlariga ulanish uchun xarajatlarning yuqoriligi, jumladan, infrastrukturalarining rivojlanmaganligi, uchinchidan, korxona va uy xo'jaliklarida quyosh energiyasidan foydalanish uchun to'lash qobiliyatining mavjudligidir. Xususan, bunday mamlakatlar qatoriga Yaponiya, Germaniya (ularning jahon bozoridagi hissasi eng katta), Xitoy, Hindiston, Turkiya va boshqa mamlakatlar kiradi. Bu mamlakatlarda an'anaviy energiya ta'minotining cheklanganligi, qayta tiklanuvchi energetikaning rivojlanishini rag'batlantiradi. Lekin bu mamlakatlarda ham quyoshli energetika bozorini yaratish va kengaytirish faqat hukumatning faol aralashuvi bilan hal qilinmoqda. Tadqiqotlar va ishlanmalarga ketadigan investitsiyalardan tashqari, energiya narxлари o'rtasidagi uzilishlarni an'anaviy manbalardan olinadigan va qayta yaratilgan quyosh energiyasi o'rtasidagi energiya narxlarini davlat qoplaydi.

Quyosh energiyasini rivojlantirishiga nisbatan davlat siyosati, avvalombor, bu energetika — strategik ahamiyatli yo'nalish yoki energiya tejash, ekologik siyosat, energiya zaxiralarini konservatsiyalash siyosati dasturlarining bir asosi sifatida ko'rib chiqishiga bog'liq. O'zbekistonda nisbatan yirik energiya resurs zaxiralarining mavjudligini hamda rivojlangan energetika infratuzilmasini rivojlanishi strategik ustuvor bo'ladi deb aytish qiyin. Lekin yaqin 5–10 yil ichida quyosh energetikasi qayta tiklanuvchi energetika turlari kabi energiyani tejash va energiya resurslarini konservatsiyalash, eksport uchun va boshqa sohalar uchun xom ashyo sifatida uglevodorodlarni ajratib olish siyosatining muhim bir qismi bo'lishi mumkin. O'zbek tabiiy gazi uchun eksport narxлари oshsa, « quyosh muqobilligi » juda qo'l keladi. Uni amalga oshirishda O'zbekistonda boshqa mamlakatlar kabi iqtisodiy rag'bat va ma'muriy mexanizmlarni uyg'unlashtirish lozim.

Quyosh va noan'anaviy energetikaning boshqa turlarini rivojlantirishning dunyo tajribasi ko'rsatishicha, bu sohadagi siyosat kompleks, bosqichma-bosqich va izchil bo'lmog'i kerak. Uning oxirgi maqsadi — quyosh energetikasining bozorga kirib borishi va bu bozorni asta-sekin kengaytirishi kerak.

14-mavzu. Fotoelementlarni tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallarning xususiyatlari.

Yarim o'tkazgichli materiallarni qirqish. Yarim o'tkazgichli materiallar asosan yombi ko'rinishda o'stiriladi (slitok). Yombining diametri, vazni, uzunligi har xil bo'lishi mumkin. Undan tashqari materiallar qattiqligi bilan ham katta farq qilishi mumkin. Qirqish usullari asosan sim orqali qirqish, olmos yuritilgan gardish (disk) orqali qirqish va nisbatan yangi usul lazer nuri yordamida qirqishlarga bo'linadi. Bu usullarni ishlatish davomida asosan qirqish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilarni kamaytirish, qirqish jarayonida plastinalar sifatini saqlash va qirqish samaradorlikni oshirishga ahamiyat beriladi.

Ximiyaviy ishlov berish. Bu texnologik jarayon davomida asosan yarim o'tkazgichli materiallar yuzasiga ta'sir qilinadi va ular qatoriga ximik va mexanik sayqal berish (polirovka), kimyoviy tozalash (ochistka) va kimyoviy yemirish (travlenie) jarayonlari kiradi. Ishlov berish tartibi quyidagilardan iborat: taglikka o'rnatish, yuvish va shliflash (bu jarayon katta raqamli abraziv kukundan kichkinasiga qarab asta-sekin olib boriladi). Sayqallash jarayoni (polirovka) quyidagi tartibda olib boriladi. Avvaliga namuna taglikka o'rnatiladi, keyin shlifovka jarayonida ishlatilgan dastgohga yoki alohida dastgohga yumshoq matoh (M: baxmal, zamsh, batist, satin va shunga o'xshashlar) tortiladi. So'ngra namuna matohga ma'lum bosim bilan yarim o'tkazgichli material kontaktga keltiriladi va ma'lum tezlikda aylantiriladi 60-100 ayl/min. Matoh bilan namuna orasiga tarkibida olmos bo'lgan suspenziya (olmos pastalar asosida tayyorlangan qo'yiqlik massa) quyiladi. Ishlatiladigan asosiy olmos pastalar markalari ASM 3, ASM 1 va hokazolar. Ishlov berish sifati va darajasi optik mikroskop yordamida nazorat qilinadi.

Ximik yemirish jarayoni. Yarim o'tkazgichli materiallar sirtida mexanik ishlov natijasida hosil bo'lgan deformatsiya bo'lgan qatlamlarni sof yuza chegarasigacha olib tashlash uchun ishlatiladi. Ayrim hollarda YaO' qalinligini kamaytirishda ham ishlatiladi. Ximik yemiruvchilar (travitel) uch turga bo'linadi.

1. Selektiv (tanlovchi) yemiruvchilar. Bular yordamida kerakli ma'lum kristallografik yo'nalishdagi yuzalarni, sirtlarni chiqarish mumkin.
2. Sayqallovchi (poliruyuhiy) yemiruvchi. Izotropik ya'ni har xil yo'nalishda o'zgarmas ma'lum yemirish tezligiga ega bo'lgan yemiruvchi.
3. Noselektiv yemiruvchi. Bu yemiruvchi material yuzasini nisbatan sayqallaydi hamda yuzada notekisliklar ham hosil qiladi.

Yemiruvchilar tayyorlash uchun ximikatlarni ularning tozaligiga qarab tanlab olinadi. Ximikatlarni tozaligiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi. T – texnik toza, XCH – ximiyaviy toza, CHDA – analiz uchun toza, OSCH – alohida spektral toza.

Yarim o'tkazgichli materiallarda diffuziya qonunlarining ishlatilish imkoniyatlari. Hozirgi zamon QE texnologiyasida diffuziya yordamida tuzilmalar tayyorlash asosiy yunalishlardan hisoblanadi. Hozirgi vaqtda butun dunyoda tayyorlanayotgan kremniy asosidagi QE larining asosiy qismi diffuzion texnologiya vositasida olinadi. Qisqacha diffuziya jarayonini ko'rib utamiz.

Diffuziya jarayonida modda oqimining zichligi Fikning birinchi qonuniga asosan quyidagicha ko'rsatiladi.

$$I_a = D \text{ grad } C \quad (3), \quad \text{grad } C = dC/dx \quad (4)$$

Ya'ni bu jumla X o'ki yo'nalishida kontsentratsiya o'zgarishini ko'rsatadi. Bu yerda, D – diffuziya koeffitsienti, sm^2/sek o'lchanadi va bu koeffitsient berilgan kontsentratsiya gradienti qiymatida moddalar oqimining qiymatini ko'rsatadi. Fikning ikkinchi qonuniga asosan kontsentratsiyaning vaqtga nisbatan o'zgarishi

$$DC/dt = D d^2C/dx^2 \quad (5)$$

ga teng bo'ladi.

Umuman yarim o'tkazgichli asbobsozlik texnologiyasida keng imkoniyatlilik, samaradorligi va ko'p qavatli qatlamlar olish imkoniyati osonligi, kirishmalar kontsentratsiyasini o'zgartirish imkoniyati mavjudligi bilan boshqa usullardan farq qiluvchi usul - bu diffuziya usulidir. Kirishmalarni diffuziya hududiga yetkazish imkoniyatini hisobga olgan holda bu usulni quyidagi yunalishlarga bo'lish mumkin.

A) Gaz yoki bug' holatidan foydalanib diffuziya qilish.

B) Iqtidorligi chegaralangan manbadan diffuziya qilish (M: elektrolitik yoki vakuumda uchirish yo'li bilan olingan yupqa qatlamlardan diffuziya qilish).

V) Yarim o'tkazgichli material ustiga ma'lum usullar bilan o'tqazilgan (surtilgan yoki tsentrifuga yordamida o'tqazilgan yupqa qatlamlarga kerakli kirishma uning tarkibida bo'lgan) yupqa oksid qatlamlardan diffuziya qilish.

G) Asosiy materiali inert va unga aktiv kirishma kiritilgan qattiq jismlardan diffuziya qilish usuli.

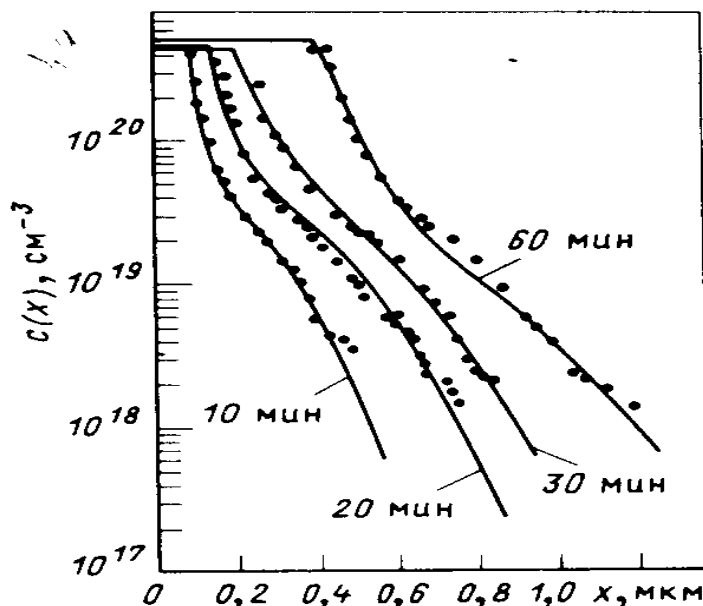
Kremniyda diffuziya jarayoni Fik qonuniga to'liq bo'ysinadi va unga asosan kirishmalar kontsentratsiyasi taqsimoti chegaralanmagan quvvatli kirishma manbai holi uchun quyidagi tenglama bilan aniqlanadi.

$$N(x,t) = N_0[1 - \exp(-x^2/4Dt)] \quad (6)$$

bu yerda N – kontsentratsiya, D – diffuziya koeffitsienti, t – vaqt, N_0 – kirishmalar atomlarining yuzadagi kontsentratsiyasi.

Eksperimental tadqiqotlardan aniqlanishicha, kirishmalar taqsimoti ancha murakkab bo'lib, bunga asosiy sabab diffuziya koeffitsienti D ning yarim o'tkazgichli materialdagi vakansiyalar kontsentratsiyasiga bog'liqligidir.

Diffuziya jarayoni o'tkazishga misollar, jarayonni o'tkazish tartibi. Diffuziya jarayonini o'tkazish ma'lum tartibda olib boriladi. Bular jumlasiga: yarim o'tkazgichli materialni tayyorlash (mexanik va ximik ishlov berish), kirishmalar manbaini tayyorlash (Kirishmalar kiritish yo'nalishini tanlash), jarayon o'tkazish rejimini tanlash, hisoblash va hokazolar, diffuziya o'tkazish, kirishmalar kontsentratsiyasini va chuqurligini aniqlash, kirishmalar taqsimotini o'rganish, jarayon o'tkazilish rejimiga tuzatishlar kiritish, qayta diffuziya o'tkazish va hokazolar. Ayrim hollarda (shu jumladan QE larini tayyorlashda ham) diffuzion qatlamlar elektr tokiga qarshiligini kamaytirish uchun qatlamlar maksimal qiymatgacha kirishmalar kiritiladi (berilgan harorat uchun chegaraviy eruvchanlikka qadar). Misol 18-Rasmga qarang. Bu hol uchun, diffuzion jarayon davomida yarim o'tkazgichli material sirtida kontsentratsion plato hosil bo'ladi va undagi kirishmalar kontsentratsiyasi chegaraviy eruvchanlik qiymatiga teng bo'ladi. Materialni diffuzion jarayondan keyingi sovutish davomida yuqori kontsentratsiyali kirishmalar kremniyda har xil kristallik nuqsonlar hosil qiladi va natijada yarim o'tkazgichning elektrofizik xususiyati keskin yomonlashadi (Misol, jumladan L , t , μ va hokazolar).



Rasm 14.1. Diffuziya jarayoni o'tkazishning har xil vaqlari uchun fosforning kremniydagi diffuzion profili. (diffuziya o'tkazish harorati 950°S , diffuziya manbai ROS_3 , kremniy tagligida kirishmalar kontsentratsiyasi $2 \times 10^{16} \text{ sm}^{-3}$); $s(x)$ – yuzadan x masofadagi fosfor atomlarining kontsentratsiyasi.

Natijada yarim o'tkazgich yuzasida xususiyatlari tamoman yaroqsiz bo'lgan «o'lik qatlam» hosil bo'ladi. Bu qatlamning xususiyatlarini o'zgartirish va uning qalinligini kamaytirish uchun quyidagi amallarni bajarish kerakdir;

- kirishmalarning yuzadagi kontsentratsiyasini chegaralash,
- diffuziya jarayonini chegaralangan quvvatli manbadan olib borish,
- kirishmalarni ikki stadiyali usul bilan kiritish,
- yuzadagi kontsentratsion platonni kimyoviy yemirish usuli bilan olib tashlash.

Ikki stadiyali diffuziya qilish usuli.

Ikki stadiyali diffuziya usuli bilan kirishmalar kiritish jarayoning afzalligi (bu jarayon kirishmalarni ikki etapda kiritadi, «kiritish» va «tarqatish» etaplari) shundan iboratki, «kiritish» etapida materialga faqat berilgan miqdordagigina kirishma uning yuza qatlamlariga kiritiladi. «Tarqatish» stadiyasida esa kirishmalar material ichiga diffuziya qilinadi. Natijada kirishmalarning namuna yuzasidagi kontsentratsiyasi nisbatan kamayadi. Bu esa yuzadagi rekombinatsion sur'atni kamayishiga olib keladi. «Kiritish» etapining harorati «tarqatish» etapigi qaraganda pastroq haroratda olib boriladi.

Diffuzion qatlamlar xususiyatlarini o'rganish.

Hosil qilingan diffuzion qatlamlarni yarim o'tkazgichli tuzilmalarda tatbiq qilish uchun ularning xususiyatlarini tahlil qilish asosiy shartlardandir. Bu xususiyatlar jumlasiga diffuzion qatlamning qalinligi, kirishmalar kontsentratsiyasi, kirishmalarning qatlamdagi taqsimoti, qatlamning elektr tokiga qarshiligi, undagi asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning yashash vaqti va harakatchanligi, va hokazolar. Diffuzion qatlamlar qalinligini o'lchash usullari jumlasiga qatlamni buzmasdan (ne razruhayuhie metodo') va qatlamni yemirib (razruhayuhie) o'lchash usullari kiradi. Qatlamni yemirishga asoslangan usullar qatoriga shar-shlif va qiya-shlif usullari kiradi.

SHar-shlif usuli diffuziya jarayonidan keyin material sirtida mexanik usul bilan shar shaklidagi zoldir yordamida chuqurcha hosil qilib, so'ngra uni rang beruvchi ximik aralashmalarda yemirib p-n o'tish chegarasini aniqlashdan iborat. Aniqlangan chegara optik mikroskopda qalinligi (chuqurligi) o'lchanadi va uning qiymati diffuzion qatlam qalinligiga teng deb olinadi.

Qiya-shlif usuli avvalgi usulni bir ko'rinishi bo'lib p-n o'tish chegarasigacha qiya tekislik hosil qilinadi. Bu usullarning aniqligi zoldirning diametriga va qiya tekislikning qiyaligiga bog'liqdir. +atlamni buzmasdan qalinlikni o'lchash usullariga vol't-sig'im xarakteristikani o'lchash yo'li bilan qalinlikni aniqlash va har xil elektron zond usullari kiradi.

Kirishmalar kontsentratsiyasini o'lchash usullari. Kirishmalar kontsentratsiyasini o'lchash usullari ko'p bo'lib bulardan klassik sifatida foydalanidigan usullardan bu Xoll usuli, Van der Pau usuli va vol't-sig'im usulidir. Bu usullar yarim o'tkazgichli materialdan elektr toki va magnit maydonining zaryadga bo'layotgan ta'sir natijasida hosil bo'lgan elektr toki o'tkazuvchanligiga asoslangandir.

Diffuzion texnologiya asosida quyosh elementlarini tayyorlash imkoniyatlari.

Hozirgi zamon kremniy asosidagi quyosh elementlarining deyarli aksariyatida QE ning asosiy qismi bo'lgan p-n o'tish olish kirishmalarni diffuziya qilishga asoslangan. Diffuzion p-n o'tish olish uchun kremniyga ionlanish energiyasi kichkina bo'lgan kirishmalar kiritiladi. Jumladan r-tip Si olish uchun B va p-tipdagi Si olish uchun P kiritiladi. Xozirgi zamon kremniy asosidagi QE tayyorlashda asosiy material qilib kristalli kremniyning r-tipdagisi olingan. Bunga asosiy sabablardan biri bo'lib bunday kremniyda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning elektronlar bo'lganligi va ularning diffuzion yo'li uzunligining nisbatan kattaligidir. L_d QE sifatida ishlatiladigan materiallarda 100 mkm dan ortiq bo'lib, o'z navbatida bunday qalinlikdagi (100 mkm dan qalinroq bo'lgan) kremniyga mexanik va ximik ishlov berishni osonlashtiradi. Diffuziya qilish usuli bilan p-n o'tish olishdan avval diffuzion jarayon o'tkazish va diffuzion qatlam parametrlari oldindan nazariy yo'l bilan hisoblanadi. Avvaliga p-n o'tish qalinligi, diffuzion qatlamdagi

kirishmaning kontsentratsiyasi, sirt rekombinatsion koeffitsienti hisoblanadi. So'ngra diffuziya qilish jarayoni aniqlanadi.

R-tipdagi kremniy asosida QE olish uchun fosfor kirishmalari kiritiladi. Yer sharoitida ishlaydigan effektivligi 16-18 % bo'lgan quyosh elementlari olish uchun fosfor kiritilgan qatlamning qalinligi 0,3-0,5 mkm bo'lishi kifoya, kirishmalar kontsentratsiyasi esa (1-6) 10^{19} sm^{-3} , solishtirma qarshiligi $\rho \sim 10^{-2} - 10^{-3} \text{ om sm}$, $L_r \sim 0,4-0,6 \text{ mkm}$ bo'lishi manzurdur. Sirt rekombinatsion sur'ati miqdori 10^2-10^3 sm/sek dan oshmasligi kerak.

Fosfor diffuziyasi jarayonidan avval orqa tomonga alyuminiy kiritilgan (1-1,5 mkm chuqurlikda) r⁺-tipdagi, ya'ni rr⁺-o'tish hosil qilish maqsadga muvofiqdir. Keyin fosfor diffuziyasi ta'sir qilmasligi uchun orqa tomon ma'lum qalinlikdagi kremniy oksidi bilan berkitiladi.

Fosfor bilan legirlangan diffuzion qatlam olish harorati odatda pastroq bo'lib 900-950 °S ni tashkil qiladi. Fosfor kiritish quvvati chegaralangan manba'dan olib boriladi. Jarayonni qattiq jismlar manba'lardan "yumshoq" rejimni qo'llab olib borish kerak.

«Ulik qatlam» hosil bo'lish oldini olish uchun ikki stadiyalik diffuziya qilish usulini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

p-n o'tishning boshqa usullari ham mavjud bo'lib bular jumlasiga ionli legirlash usuli, epitaksiya qilish vositasi kiradi. O'z navbatida epitaksiya qilish vositasining turli yo'llari mavjud, jumladan, gaz fazali epitaksiya usuli, suyuq fazali epitaksiya usuli, molekulyar nurli epitaksiya usuli.

15-mavzu. Fotoelementlarda geteroo'tishlar va ularning xossalarini o'rganish;

Ikkita har xil moddalarning bir-biriga tutashuvi (kontaktga keltirilishi) ga geteroo'tishlar (GO') deyiladi. GO' har xil turlari mavjud bo'lib, jumladan;

1. Ikkita har xil yarim o'tkazgich asosidagi GO'. Misol, GaAs va Ge, GaP va Si, CdTe va CdS va boshqalar.
2. Metall va yarim o'tkazgich asosidagi GO' (SHotki bar'eri misolida). Misol, Au va Si, Ge va Ag va boshqalar.
3. Metall va yarim o'tkazgich orasidagi omik kontakt.

Geteroo'tishlarning energetik diagrammasi.

Geteroo'tishlarning fizik va elektrik xossalarini o'rganish va uni tahlil qilish ularning energetik diagrammalarini tuzish asosida olib boriladi. SHuning uchun qisqacha GaAs-Ge geteroo'tishining energetik diagrammasi misolida ko'rib o'tamiz. Faraz qilaylik, berilgan yarim o'tkazgichlarning hajmdagi xususiyatlari bo'linish chegarasigacha o'zgarmaydi va chegara qismida keskin bir materialdan boshqa material xususiyati boshqasiga o'zgaradi. GaAs va Ge materiali uchun man qilingan zonalar kengligi (E_g) 1,45 va 0,7 eV ga teng. (23-rasm).

CHiqish ishining kattaligi Fermi sathidan to vakuum sathigacha bajarilgan ish miqdoriga teng bo'lgani uchun va Fermi sathining kirishmalar kontsentratsiyasiga bog'likligi sababli, uning o'rniga elektronga moyillikni olish maqsadga muvofiqdir, ya'ni o'tkazuvchanlik zonasi chegarasidan vakuum sathigacha bajarilishi kerak bo'lgan ish kirishmalar energiyasiga bog'lik emas. Tablitsada GaAs va Ge ni xarakterlaydigan energetik diagramma tuzish uchun kerak bo'ladigan parametrlar keltirilgan.

PARAMETRLAR	GaAs	Ge
Elektronga moyillik, χ va man qilingan zona kengligi, E_g , (eV)	4,07, 1,45	4,13, 0,7
Kompensatsiya qilinmagan donorlar kontsentratsiyasi, N_d-N_a , sm^{-3}	10^{16}	
Kompensatsiya qilinmagan aktseptorlar kontsentratsiyasi, N_a-N_d , sm^{-3}		$3 \cdot 10^{16}$
$E_c-E_g' = \delta_{\text{GaAs}}$, eV	0,1	
$E_g'-E_v = \delta_{\text{GaAs}}$, eV		0,14
Panjara doimiyligi, α , $\text{\AA}^0$	5,654	5,658
Nisbiy dielektrik kirituvchanlik, ϵ	11,5	16

Elektronning $E_{g,p}$ sathdagi energiyasi uning $E_{g,n}$ sathdagi energiyasidan kam, shuning uchun Fermi sathlari tenglashuvi uchun (materiallar kontaktga keltirilgan hol) bir qism elektronlar GaAs dan Ge ga o'tadi. Bunday harakat (kuchish) chegaraviy qismda arsenid galliyda E_c sathining yuqoriga qayrilishiga olib keladi. Ya'ni 23-rasmdagi V_{dn} va V_{dp} uzilishlar hosil bo'ladi. Fermi sathining siljishi

$$E_{g,p} - E_{g,n} = (\chi_{Ge} + E_{g(Ge)} - \delta_{Ge}) - (\chi_{GaAs} + \delta_{GaAs}) = V_{dn} + V_{dp} \quad (7)$$

va bu miqdor 0,52 eV ga teng bo'ladi. Gomoo'tishdagi kabi, chegara yaqinida χ_n va χ_p qalinliklarda zaryadga kambag'allashgan hududlar mavjud bo'lib, zaryad saqlanish qonuniga asosan

$$X_n \text{ va } \chi_p = N_a/N_d \quad (8)$$

saqlanishi kerak. Puasson tenglamasiga asosan

$$V_{Dn} = N_D \chi_n^2 / 2\epsilon_{GaAs} \text{ va } V_{Dp} = N_A \chi_p^2 / 2\epsilon_{Ge} \quad (9),$$

bu tenglamadan

$$V_{Dn}/V_{Dp} = N_A \epsilon_{Ge} / N_D \epsilon_{GaAs} \quad (10)$$

kelib chiqadi. Bizning hol uchun bu nisbat 4:1 munosabatdadir. SHuning uchun, bu nisbat 0,42 eV va 0,10 eV ga tengdir. Bu ko'rilgan mulohazalardan quyidagi energetik diagrammani chizish mumkin (23-Rasm).

Oddiy geometrik mulohazalar asosida ΔE_c uzilish uchun quyidagi tenglikni keltirish mumkin.

$$\Delta E_c = \delta_{GaAs} + V_{Dn} - (E_{g(Ge)} - \delta_{Ge}) + V_{Dp} \quad (11)$$

va (1) tenglamani hisobga olib

$$\Delta E_c = \chi_{Ge} - \chi_{GaAs} \quad (12)$$

hosil bo'ladi.

Valent zonadagi energetik uzilish uchun esa quyidagi tenglikni keltirish mumkin.

$$\Delta E_v = (E_{g(GaAs)} - E_{g(Ge)}) - (\chi_{Ge} - \chi_{GaAs}) \quad (13)$$

va (12)→(13) natijasida

$$\Delta E_c + \Delta E_v = E_{g(GaAs)} - E_{g(Ge)} \quad (14)$$

hosil bo'ladi. Xuddi shunday mulohaza asosida boshqa geterojuftliklar uchun ham energetik diagrammalarni tuzish mumkin. Bu diagrammalar ajralish chegarasida zaryad bo'lmagan hol uchun to'g'ri bo'ladi.

Yarim o'tkazgichlar materiallar asosidagi geterojuftliklar.

Geterojuftliklar tanlash asosan ikkita kristallografik parametrlarni hisobga olishga asoslanadi. Bular panjara doimiyligi va issiqlikdan kengayish koeffitsientlaridir.

Panjara doimiyligi agar bir necha foizni tashkil qilsa, u holda ajralish chegarasidagi holatlar zichligi 10^{14} sm^{-2} va undan yuqori bo'lishi mumkin, natijada geteroo'tish xususiyatlari shu chegaraviy holatlarga bog'liq bo'lishi mumkin. Bunday holatlar juftlanmagan valentlari yoki «bebosh» aloqalar hisobiga bo'ladi. SHular tufayli ajralish chegarasida quyidagi hollar kelib chiqadi;

- a) ajralish chegarasida energetik sohalarning qayrilishi,
- b) ajralish chegarasida ortiqcha asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning kuchli rekombinatsiyasi.

Agar ajralish chegarasidagi holatlar zichligi 10^{13} sm^{-2} va undan kamroq bo'lsa, aytish mumkinki chegaraviy holatlar o'tish chegarasiga kam ta'sir qiladi va geteroo'tish xususiyatlari tashkil qiluvchi materiallar orasida hosil bo'lgan guteroo'tish xossalari bilan aniqlanadi. SHuning uchun asosan geterojuftliklar tanlashda panjaralar doimiyligini farqi 1 % va undan kamroq bo'lishi maqsadga muvofiqdir. quyidagi jadvalda ayrim geterojuftliklar va ularning parametrlari keltirilgan.

Geteroo'tishli materiallar olish texnologiyasi asosan uch usulga asoslangan. Bular jumlasiga suyuq va gaz fazadan epitaksiya usuli, molekulyar-nurli epitaksiya usuli va vakuumdan ustirish usullaridir.

Getero p-n o'tishlarning afzalliklari.

QE geteroo'tishli materiallar asosida tayyorlanganda quyidagi afzalliklarga ega bo'lishi mumkin.

1) Agar keng sohali birinchi yarim o'tkazgichning man qilingan sohasi E_{g1} va keyingi yarim o'tkazgichning man qilingan sohasi E_{g2} bo'lsa, va $E_{g1} > E_{g2}$, holat uchun qisqa to'lqinli diapazonda spektral sezgirlikning o'sishi kuzatiladi.

2) Birinchi yarim o'tkazgichni «optik darcha» sifatida qaralib uni maksimal ravishda kirishmalar kiritish (yorug'lik o'tishiga to'sqinlik qilmaydigan darajada) vositasi bilan QE ning ketma-ketlik qarshiligini kamaytirish imkoniyati tug'iladi.

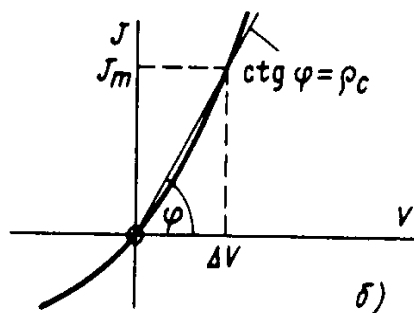
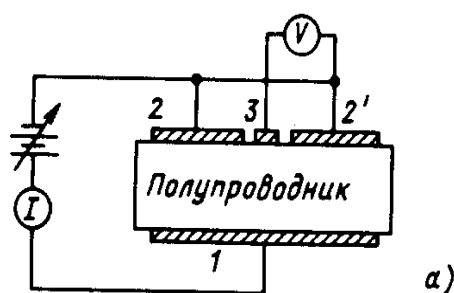
3) Birinchi yarim o'tkazgichni qalin qilib olish mumkin bo'lgani uchun, QE ning har xil nurlanish radiatsiyasiga chidamliligi ortadi. Bu esa QE larini koinotda ishlatilganida muhim ahamiyat kasb etadi.

Materia llar	E_g , eV	a , A°	Zona tuzilishi	$IK, 10^{-1}$	kirishmalar	Elektronga moyillik, eV
GaAs	1,43	5,654	To'g'ri	5,8	Se, Te, Zn	4,07
Ge	0,66	5,658	To'g'rimas	5,7	Al, Ga, In	4,13
ZnSe	2,67	5,667	To'g'ri	7,0	Al, Ga, In	4,09
Ge	0,66	5,658	To'g'rimas	5,7	Al, Ga, In	4,13
AlAs	2,15	5,661	To'g'rimas	5,2	Zn	3,5
GaAs	1,43	5,654	To'g'ri	5,8	Se, Te	4,07

16-mavzu. Fotoelement tuzilmalariga omik kontaktlar olish texnologiyasi.

Omik kontakt tushunchasi.

Agar kontaktning volt-ampere xarakteristikasi noldan boshlab kuchlanishning katta qiymatlariga teng kT largacha ($V \gg kT$) chiziqli xususiyatga ega bo'lib, tok kuchini qarama-qarshi tomonga o'zgartirilganda chiziqli qonuniyat saqlansa, metall va YaO' orasidagi kontakt omik deb hisoblanadi. Ammo, kontaktdagi kuchlanish pasayishi yarim o'tkazgichli material hajmidagi kuchlanishlar pasayishidan kam bo'lsayu, tok-kuchlanish ($I-V$) xarakteristika shu oralikda chiziqli bo'lmasa ham, kontakt kvazi omik hisobiga kiradi va uning xususiyatlari qoniqarli bo'ladi. (16.1-rasm).



16.1-rasm. Kontaktlar qarshiligini o'lchashning uch zondli usuli (a), o'lchangan volt-ampere xarakteristika (b)

Omik kontaktga qo'yiladigan talablar. Omik kontakt quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi shart:

- katta elektr o'tkazuvchanlikka,
- yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka,
- mexanik mustahkamlikka.

Kontaktning solishtirma qarshiligi siljitish kuchlanishi (napryajenie smeheniya) nolga teng bo'lgan hol uchun quyidagi tenglamani qanoatlantirishi kerak,

$$\rho_{ko} = (dV/dI)_{V=0} \quad (16.1)$$

Odatda solishtirma qarshilikning keskin kamayishi zaryad tashuvchilar kontsentratsiyasini oshirish orqali kuzatiladi va haroratning kamayishi jarayonida ρ ning oshishi kuzatiladi.

Omik kontakt olish usullari.

Hozirgi zamon yuqori samarali fotoqabullagichlar va QE ishlab chiqarishda (asosan kremniyli quyosh elementlarda) ko'p qatlamli kontaktlar ishlatiladi. R-tip kristalli kremniy asosidagi quyosh elementlarida Al, Ti, Pd, Ag (koinotda ishlatiladigan elementlarda), p-tip asosidagi uchun esa, Ti, Pd, Ag ishlatiladi. Yerda ishlatiladigan quyosh elementlari uchun nisbatan arzonroq turadigan materiallar asosidagi quyidagi kontakt tizimlari ishlatiladi; r-tip uchun Al, Ti, Ni, Cu, p-tip materiali uchun, Ti, Ni, Cu. Kontaktlar sirti keyin POS-61 yordamida qalaylanadi. Eng arzon va oddiy texnologiya bilan olinadigan kontaktlarda material sifatida Sn va Al dan foydalaniladi.

Omik kontaktlar olish asosan vakuumda uchirish, elektroximik o'tkazish usuli, ximik olish usuli va termik usullarni qo'llashdan iborat. Yuqoridagi texnologik jarayonlaridan birini ishlatish uchun avvaliga kvaziomik yoki omik kontakt olish uchun kerak bo'lgan asosiy talablarni ko'rib o'tamiz. 1) Metall-yarim o'tkazgichli material chegarasida qarshilikni kamaytirish uchun zaryad tashuvchilarning tunnel usuli bilan oqib o'tishini ta'minlash maqsadida o'ta legirlangan chegaraviy qatlam hosil qilish; 2) Termoelektron tok oqib o'tish mexanizmini boshqarish uchun metalldagi chiqish ishi F_M va yarim o'tkazgichdagi elektronga moyillikning mushtarak qiymatlarini tanlab chegaradagi F_b bar'er kattaligini boshqarish

3) ionli implantatsiya, mexanik ishlov yoki elektrik ishlov berish yo'li bilan yarim o'tkazgichli material yuzasida nuqsonlar hosil qilib, tunnel to'siqlar hududida energetik holatlar hosil qilish.

Yuza qatlamdagi kirishmalarning o'ta yuqori kontsentratsiyasini hosil qilish uchun quyidagi usullardan qo'llaniladi.

1. Qattik jisimli diffuziya manba'idan yoki bug' fazasidan yuqori haroratda diffuziya jarayonini o'tkazish.
2. Kontakt materialning o'zidan diffuziya o'tkazish, misol Zn ning Au-Zn-Au dan InP ga diffuziyasi.
3. Ionli implantatsiya jarayonidan keyingi termik ishlov usuli.
4. p^+ va r^+ -qatlamlarni epitaksial usul bilan o'stirish.
5. Kontakt materialini yarim o'tkazgich bilan birgalikda termik eritish (splavlenie) va rekristallizatsiya (qayta kristallanish) qilish.

So'nggi usul suyuq fazali epitaksiya usuliga o'xshash bo'lib, erituvchi metall tanlanganda uning yarim o'tkazuvchi materialda eritish qobiliyati hisobga olinadi. Legirlovchi kirishma erituvchi tarkibida bo'lishi mumkin, yoki maxsus vosita bilan kiritiladi. Bunday eritma sovuganda yarim o'tkazgich kristallanish jarayonini o'tadi va qayta hosil bo'lgan qatlam eritmadan o'ta legirlanadi.

Omik kontaktlar xususiyatlari o'rganish

Quyida berilgan jadvalda ayrim yarim o'tkazgichli QE lari tayyorlashda ishlatiladigan materiallar uchun omik kontaktlar keltirilgan.

Yarim o'tkazgichli material	ρ , Om sm	P- yoki r- kirishmaning kontsentratsiyasi	Kontakt materiali	Kontakt turi	Keltirilgan qarshilik, om/sm ²
R-Si	-	10^{19}	Al	aktiv	10^{-6}
P-Si	-	10^{15}	Al	aktiv	$5 \cdot 10^{-4}$
P-Si	0,5	-	Al	aktiv	10^{-3}
P-Si	2	-	Ni	passiv	-
P-Si	har qanday	har qanday	Pt-Pt-Si		10^{-4}
n-Si	$5 \cdot 10^{-3}$	-	Al	passiv	$4 \cdot 10^{-3}$
n-Si	-	10^{19}	Ag-Pd-Ti	passiv	
n-GaAs	-	$2 \cdot 10^{16}$	Ni-AuGe-Ni	aktiv	$8 \cdot 10^{-5}$
p-InP	1-10	-	Au-Zn-Au	aktiv	10^{-3}

Quyosh elementlariga taalluqli kontaktlarga qo'yiladigan talablarni ko'rib chiqamiz. Jadvalda QE lari uchun ishlatilgan klassik kontaktlar keltirilgan. Umuman olganda hozirgi zamon QE lari uchun ishlab chiqilgan kontaktlarning o'nlab har xil materialdan olingan «aktiv» va «passiv» turlari yaratilgan. SHunga qaramasdan ularga qo'yiladigan talablarning asosiy qismlari quyidagilardan iborat:

1. Kontaktning keltirilgan qarshiligi kichkina bo'lishi kerak. ($\rho_{ko} \rightarrow 0$)
2. Frontal tomonga olinadigan kontakt to'rsimon ko'rinishda bo'lgani uchun, uning qarshiligini kamaytirish maqsadida uning kesimini oshirish kerak (ya'ni kontakt qalin bo'lishi kerak). Buning uchun QE eritilgan qalayga (pripoyga) tushiriladi, shuning uchun kontaktning qatlamlari shu jarayonga chidamli bo'lishi kerak.
3. Kontaktning xususiyatlari keyingi har xil texnologik jarayonlar davomida saqlanib qolishi kerak, xususan bu ko'proq frontal kontaktga tegishli.
4. QE larini germetizatsiya qiluvchi qatlamlar olingandan keyin kontakt parametrlari uzoq vaqt davomida (20 yil va undan ko'proq vaqt davomida) tashqi muhit ta'siriga chidashi kerak.
5. Kontakt olinadigan materiallar iloji boricha arzonroq bo'lishi, nodir materiallar qo'llanmasligi (Er sharoitida ishlaydigan QE lari uchun) kerak.
6. Orqa tomondan nurni qaytaruvchi kontaktga ega bo'lgan QE lari olish uchun material tanlanganda nurni qaytarish koeffitsientini hisobga olish kerak.

Kristalli kremniy asosidagi QE keng qo'llaniladi. Bu QE larida asosan quyidagi kontaktlar qo'llaniladi; r-tipdagi Si uchun Al, Al-Ti Pd-Ag va p-tipdagi Si uchun Ti-Pd-Ag. Bu kontaktlar asosan vakuumda uchirish usuli bilan olinadi.

Odatda p⁺-Si uchun Ag yaxshi tunnellanish xususiyatiga asoslangan kontakt bo'lib hisoblanadi ($F_v=0,6-0,7$ eV). Ammo bu tizimning adgeziyasi yomon, shuning uchun Si bilan Ag orasiga oraliq yupqa qatlam Ti kiritiladi. Bunday kontaktlarda Ag ning qalinligi 2-3 mkm va titanning qalinligi 1 mkm ga yaqin bo'lishi kerak. Bunday qalin qatlamlarni vakuumda uchirib olish mushkil vazifadir. Bu kontaktlarda tabiiy sharoitda o'tkazilgan tajribalar natijasiga ko'ra bu sistemaning korroziyaga uchrashi mumkinligi aniqlangan va bu jarayon suv bug'ining yutilishiga asoslangani aniqlangan. SHuning uchun keyinchalik titan va kumush orasiga palladiy kiritish tavsiya etilgan va natijada kontaktning elektr toki va haroratga chidamliligi oshirilgan. Bu kontaktning birdan-bir kamchiligi uning nisbatan qimmatligidir. Bu yerda nafaqat materiallar nodirligi, shu bilan birga vakuumda uchirish jarayonining katta isrofgarchilikka olib kelishini ham hisobga olish kerak (90% yaqini chiqindiga chiqadi).

QUYOSH ELEMENTLARIGA KONTAKT OLIISH JARAYONI MARSHRUTI

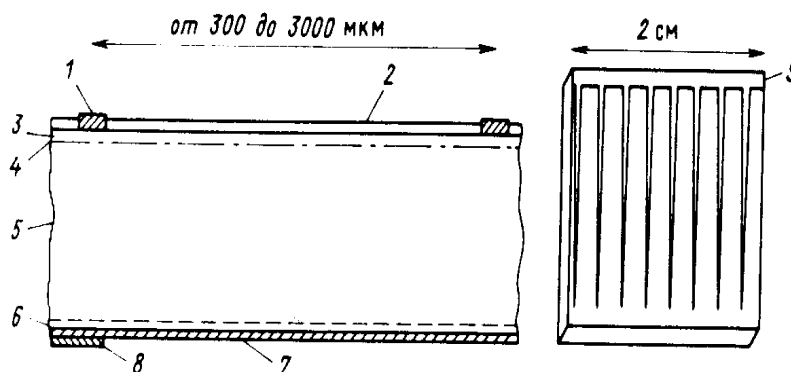
Kontakt olish jarayonining asosiy operatsiyalarini ketma-ketligini quyidagilardan iborat.

- Si r-n tuzilmasini kontakt olishga tayyorlash (ximik yoki ximik-mexanik usul bilan kontakt olinadigan yuzani tozalash),
- strukturaga fotorezist o'tqazish,
- fotoshablon yordamida kontakt rasmini tushirish,
- fotorezistni mustahkamlash,
- vakuum qurilmasidan foydalanib ketma-ketlik bilan kontakt materiallarini uchirish,
- kontakt adgeziyasini yaxshilash uchun kontaktga issiqlik bilan ishlov berish,
- fotorezistni yuzadan olib tashlash,
- kontakt kesim yuzasini oshirish uchun qalaylash,
- frontal yuzadan nur qaytarishini kamaytirish uchun uni oksid bilan qoplash,
- QE tuzilmasidan shunt beradigan qismlarni kesib olib tashlash,
- QE ning parametrlarini o'lchash.

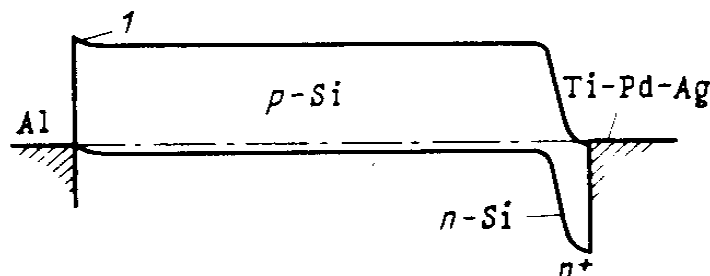
QE frontal qismidagi yupqa diffuzion jarayon orqali hosil qilingan fosfor kirishmali qatlam odatda katta yuza qarshiligiga ega bo'ladi va uning qiymati odatda 50-100 Om/sm². Bunday qarshilikni kamaytirish va tuzilma samaradorligini saqlash uchun tashqi (frontal) yuzaga to'rsimon (setka) kontakt olinadi. Bu kontakt birinchidan yuzani ko'p to'smasligi, ikkinchidan omik bo'lishi, uchinchidan yupqa diffuzion qatlamni teshmasligi kerak. 16.2 va 16.3-rasm.

Izlanishlar natijasi shuni ko'rsatadiki, odatda yuzada mikroskopik kattalikdagi teshilgan uchastkalar hosil bo'lishi mumkin (yupqa diffuzion qatlamlar olinganda) va bunday hollarda R_{sh} qarshiligi kamayishi va I_0 ning qiymati ortishi mumkin. Buning oldini olish maqsadida kontakt olinadigan yuzaga metall maskalar yoki polimer materialdan qilingan va kontakt rasmi tushirilgan fotorezist maskalar yordamida yoki akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar ustiga kontakt olinadi.

Kontaktning geometrik shakli (topologiyasi) kontakt olinadigan yuza kattaligiga, diffuzion qatlamning qalinligiga va QE larining qaysi sharoitda ishlashiga qarab tanlab olinadi. Odatda yuzaga tushayotgan nurni yulini to'smaslik uchun yuzani to'sish ko'effitsientining kattaligi 10 % dan oshirmaslikka harakat qilinishi kerak. Kentsentrlashtirilgan (zichlashtirilgan) quyosh nurlari bilan ishlaydigan QE larda esa yuzani to'sish ko'effitsienti quyosh nurini zichlashtirish ko'effitsientiga bog'lik bo'lib, ayrim hollarda u 50 % oshiqroq bo'lishi ham mumkin.



16.2-rasm. Kremniy quyosh elementining frontal kontakt ko'rinishiga oid misol. 1-yuzadagi to'rsimon kontakt (ko'p qatlamli + pripoy), 2 – shaffoflantiruvchi qatlam, 3– legirlangan p-tipdagi yupqa qatlam (0,2 mkm), 4 – 0,5 mkm qalinlikdagi xajmiy zaryadqatlami, 5 – 200 mkm qalinlikdagi baza qatlami, 6 – 0,5 mkm qalinlikdagi n^+ - qatlam, 7– orqa tomondagi kontakt qatlami, 8 – tok jamlovchi shina, 9 – to'rsimon tokjamlovchi shina.



16.3-rasm. Tipik kremniy asosidagi quyosh elementiga oid energetik zonali diagramma; p-qatlam o'lchami kattalashtirilgan. 1 – orqa tomonga yaqin qismdagi elektr maydoni.

17-mavzu. Akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish texnologiyasi.

Akslanishni kamaytiruvchi qatlamlarning xususiyatlari.

Quyosh elementari samaradorligini oshirishning yana bir yo'li elementning yuza qismidan bo'ladigan nur qaytarilish hodisasini kamaytirishdir. Misol uchun sayqallangan kremniy plastinasi yuzasidan (0,35-1,1 mkm diapazondagi) tushayotgan nurning akslanish ko'effitsienti 0,45 dan oshishi mumkin. Bu hodisa asosan Si va atmosfera orasida nur sindirish ko'effitsientining nomuvofiqligidir, ya'ni kremniy uchun $n = 3,6$ bo'lgani holda, havo uchun bu ko'rsatkich birga teng. Bunday sharoitda tushayotgan nurning qaytishini kamaytirish uchun, yarim o'tkazgichli material ustini sindirish ko'rsatkichini muvofiqlashtiruvchi, har xil oksid materiallar, bilan qoplash kerak bo'ladi. Bunday materiallardan QE texnologiyasida ishlatiladiganlari birmuncha bo'lib, ularga quyidagilar misol bo'la oladi, SiO , SiO_2 , SnO_2 , TiO_2 , Ta_2O_5 , ZnS va hokazolar. Odatda qoplanayotgan materiallar sindirish ko'rsatkichi quyidagini tengsizlikni qanoatlantirishi kerak, ya'ni $n_1 < n < n_2$ bo'lishi kerak. Yuzaga olinayotgan akslanishni kamaytiruvchi qatlam bir yoki ikki qavatli har xil materialdan iborat bo'lishi mumkin. U holda $n_1 < n_{1k} < n_{2k} < n_2$ bo'lishi kerak.

Ayrim hollarda quyosh elementi yuzasidan bo'layotgan issiqlikdan nurlanishni oshirishga to'g'ri keladi. Sayqallashgan Si yuzasidan, kirishmalar kontsentratsiyasi $(1-2) 10^{20} \text{ sm}^{-3}$, bo'lganda QE da issiqlikdan muvofiqlashtiruvchi qoplamasiz issiqlikdan nurlanish ko'rsatkichi bor yug'i 0,19-0,24 ga teng bo'ladi. Element isib ketmasligi uchun issiqlikdan nurlanish koeffitsientini 0,9 gacha oshirish kerak bo'ladi. Buning uchun QE yuzasi ikki qatlamli oksid bilan qoplanib, ikkinchi qatlam issiqlikdan muvofiqlantiruvchi bo'lib uning qalinligi 40-80 mkm ga borishi va $n = 1,51$ yaqin olinishi kerak va tushayotgan spektrning yutilishi, yuzadagi issiqlikni 30-40 °S da saqlash uchun, to'lqin uzunligi 3-30 mkm ga to'g'ri kelishi kerak bo'ladi. Bu hodisalar asosan koinotda ishlatiladigan QE lariga ko'proq taalluqlidir.

Ikki qavatli akslanishni kamaytiruvchi qatlamlarni parametrlarini to'g'ri tanlash akslanishni kamaytirishni to'g'ri hisoblashga bog'lik bo'lib, asosan birinchi qavat qatlami parametrlarini to'g'ri tanlashni taqozo etadi. Misol uchun ko'pincha birinchi qavat qatlamining sindirish ko'rsatkichini $n = 2,3$ ga teng deb olinadi va bu birinchi qavat qatlami sifatida ZnS materialini olish bilan bog'likdir, ya'ni issiqlikdan nurlanishni kamaytirish uchun $n = (n_{ik}n_{Si})^{1/2} = (1,5 \times 3,7)^{1/2} = 2,3$ tengligi kelib chiqadi. Albatta ZnS o'rniga olinadigan boshqa materiallar ham mavjud. Misol uchun Ta, Ti, Ce oksidlari. Ikkinchi qavat qatlami materiallari misoliga $n = 1,6-1,8$ ga teng bo'lgan In_2O_3 , SnO_2 , SiO_x olinishi mumkin.

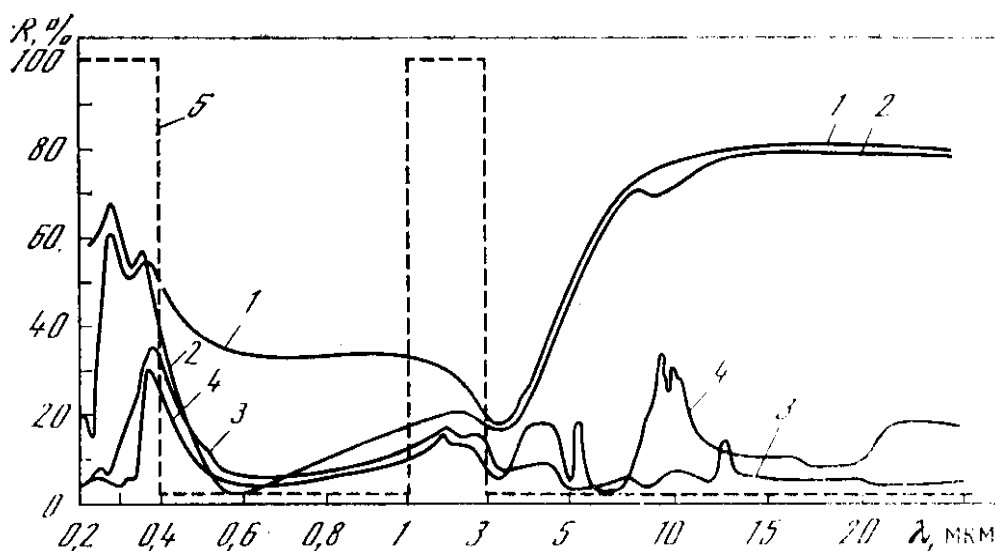
Kremniy asosidagi QE larini bir qatlamli effektiv akslanishni kamaytiruvchi material bo'lib, Ta_2O_5 hisoblaniladi va uning yordamida akslanishni 10 % dan kamroq qilish mumkin, ikki qatlamli qoplamalar bilan esa akslanishni 2 % kamaytirish hakida ma'lumotlar mavjud.

Kremniy asosidagi fotoqabullagichlar sirtiga yupqa akslanishni kamaytiruvchi qatlamning qalinligi $\lambda/4$ ga teng bo'lishi kerak. So'nggi vaqtlarda kremniy tuzilmalarida SiO_2 o'rniga nitrid kremniyli Si_3N_4 olinayapti va uning sindirish ko'rsatkichi $2 \pm 0,1$ ga teng. Bu qoplama yuzadan akslanishni kamaytiribgina qolmasdan shu bilan birga yuzani passivatsiya ham qiladi va uning ishonchililigini oshiradi. Odatda, sirtiga nitrid kremniy o'tqazilgan fotoqabullagichlarda ularni korpusga o'rnatishga hojat qolmaydi. Akslanishni kamaytirish usullaridan yana biri bu yuza sirtini teksturalashdir. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, yuza sirtida akslanishni kamaytiruvchi rel'ef hosil qilinadi, ya'ni sirt ma'lum kristallografik yo'nalishda yemirish xususiyati bo'lgan eritmalar yordamida ishlov beriladi.

Akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish usullari.

Bunday qatlamlar olish usullari xilma-xil bo'lishiga qaramasdan asosan quyida keltirilgan uch xil usul asosiy bo'lib hisoblanadi. Bunga sabab ularning imkoniligi va nisbatan qoniqligidadir.

Vakuumda uchirish usuli bilan akslanishni kamaytiradigan qatlamlar olish. Bu usul bilan deyarli turli xil qatlamlar olish mumkin. Buni biz kremniy monooksidi olish misolida ko'rib o'tamiz. Umuman kremniy oksidlari (SiO va SiO_2 lar) mikroelektronikada qo'llaniladigan asosiy materiallardan hisoblanadi va ularni olish **Rasm** texnologiyasi ko'pchilikka ma'lum. Fotoelektrik tizimlarda ular optik parametrlarining to'g'ri kelishi nuqtai nazaridan ishlatiladi. Kremniyli QE lari ishlaydigan optik diapazon Yer sharoiti uchun bu 0,4-1,1 mkm dir. SHuning uchun antirefleksion qatlam shu diapazonda tushayotgan nurni maksimal o'tkazish xususiyatiga ega bo'lishi kerak. Kremniy oksidi aralashmasi SiO_x ning sindirish ko'rsatkichi 1,6-1,8 ga tengdir. Optika qonunlariga asosan uning qoplamadagi qalinligi 950-1100 °A bo'lishi kerak. Bu monooksidni vakuumda uchirish usuli bilan olish uchun uning maydalangan (0,5-1mm) fraktsiyasi olinadi. Akslantirishni kamaytiruvchi qatlam qalinligini nazorat qilish uchun asosiy namunalar bilan birga «yo'ldosh» namuna ham olinadi va nazorat ishlari «yo'ldosh» namunada olib boriladi. «Yo'ldosh» namuna sifatida shaffof materiallar, masalan shisha olinadi. Akslanishni kamaytiruvchi qatlam qalinligi interferentsiya hodisasiga asoslanib, interferometri bor bo'lgan mikroskoplar yordamida aniqlanadi. Bundan tashqari ma'lumotnomalardan olingan jadvallar yordamida olingan oksidning rangiga qarab qalinlikni ma'lum aniqlikda topish mumkin. 25- qoplamalarning akslanish koeffitsientining tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligiga qarab o'zgarishi keltirilgan. **17.1**-rasmda har xil materialdan tayyorlangan akslanishni kamaytiruvchi optik



17.1-rasm. Har xil birikmalar asosidagi qatlamlar olingan kremniydin tayyorlangan quyosh elementlari qaytarish koeffitsientining spektral o'zgarishi. 1- qatlamsiz; 2 – SiO ($d = 0,15 \text{ mkm}$); 3 – ZnS ($d = 0,15 \text{ mkm}$) + kremniy organik lak ($\ell = 50 \text{ mkm}$); 4 - ZnS ($d = 0,15 \text{ mkm}$) + kremniy organikli kauchuk + shisha plastina ($\ell = 0,5 \text{ mm}$); 5 – ideal sovutilgan hol.

Piroliz usuli bilan akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish.

Piroliz usuli bilan akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish usulini SnO_2 misolida ko'rib o'tamiz. SnO_2 asosidagi akslanishni kamaytiruvchi qatlamning yaxshi tomonlaridan biri uning legirlash imkoniyati mavjudligidadir. Natijada uning elektr tokiga qarshiligini minglab marotaba o'zgartirish mumkin. Bu birikma ximiyaviy ta'sirga o'ta chidamlidir. Bu qoplamani olish texnologiyasi SnCl_2 va SnCl_4 birikmalaridan $450-600^\circ\text{S}$ da piroliz qilishga asoslangan. 26- Rasmda SnO_2 ni piroliz qilish usuli ko'rsatilgan. Bu oksid tarkibiga p-tip material olish uchun ftor (G') va r-tip material olish uchun surma (Sb) kiritiladi. Natijada keltirilgan sirt qarshiligini 10 Om/sm^2 gacha tushirish mumkin. SHishaga olingan qalay oksidi tahlili shuni ko'rsatadiki qalinligi $750-1100^\circ\text{A}$ bo'lganda ham shaffoflik koeffitsientini 95 % yetkazish mumkin. qarshilikni kamaytirish hisobiga esa QE ga olinadigan kontakti bevosita akslanishni kamaytiruvchi qoplama ustiga olish imkoniyati tug'iladi.

Akslanishni kamaytiruvchi qatlamlarni termik yul bilan olish usuli.

Qatlamlarni termik ishlov berish usuli bilan olish eng ko'p ishlatiladigan usul bo'lib, bu usul mikroelektronikada tuzilmalar sirtini passivatsiya qilishda ko'p ishlatiladi. Termik usulni asosan SiO_2 olishda ishlatiladi. Bu usulning asosi texnologik jarayon davomida kremniyli tuzilmaning sirtini kislorod ta'sirida okislanishidadir. Haroratning kattaligiga qarab va jarayon sharoitiga qarab kremniy oksidi xususiyatlari o'zgarishi mumkin. Usul shartli ravishda ikkiga bo'linadi, a) «quruq» usul va b) «ho'l» usulga. Bu usullar orasidagi farq jarayon haroratining qiymati va jarayonni o'tkazilish sharoitidadir. «quruq» usulni o'tkazish jarayoni 1100°S va undan ortiq haroratda olib boriladi, «ho'l» usulda harorat 200°S gacha pastroq haroratda qo'shimcha kislorod atmosferasida olib boriladi. Ayrim hollarda kislorodga qo'shimcha suv bug'i ham beriladi. Bu usul bilan olingan qatlamlar mikroelektronikada quyidagi vazifalarni bajarishi mumkin.

- 1) Fotolitografik jarayonda «niqob» (maska) sifatida ishlatilib, kontakt olishda qo'llaniladi.
- 2) QE larida akslanishni kamaytiruvchi qatlam sifatida ishlatiladi.
- 3) Ayrim kremniy tuzilmalarida yuzani passivatsiya va ixota qiluvchi qatlam sifatida ishlatilishi mumkin.

Qoplamalarning qalinligi ko'p jihatdan texnologik jarayon sharoitiga va haroratga bog'lik bo'lib, ularni nazorat qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

18-mavzu. Fotoelementlar texnologiyasida fotolitografiya usulining qo'llanilishi.

Fotolitografiya usuli va uning mohiyati.

Hozirgi zamon mikroelektronikasining yutuqlari ko'p jihatdan fotolitografiya usulini qo'llanilishiga bog'liqdir. Bu usul bilan YaO' tuzilmalarda katta aniqlikda avvaldan berilgan topologiyaga ega bo'lgan shakl tushiriladi, va keyinchalik unga texnologik ishlov beriladi. Bu usul vositalari bilan har xil materialga, jumladan dielektriklarga, yarim o'tkazgichli materialga, metallarga proeksion rasmlar tushirish mumkin.

Fotolitografik usul (FLU) bilan materialga (YaO', metall, dielektrik) ishlov berilganda avvaliga kerakli shakllar alohida maxsus yorug'likka sezgir materialda – fotorezistda (fotorezist kerakli material sirtiga olinadi) olinadi. Fotorezistga (FR) rasm maxsus qurilmalar orqali tushiriladi. FLG usuli vositasida 1-3 mkm o'lchamdagi shakllarni 0,2-0,6 mkm aniqlikda tushirish mumkin. FLU usulida shakl olishda qilinadigan asosiy jarayonlar 26-Rasmda berilgan. Bu jarayonlar quyidagi tartibda bajariladigan texnologik operatsiyalardan iborat.

– materialga FR o'tkazish,

- fotorezistni mustahkamlash,
- fotoshablon yordamida shakl tushirish,
- shaklni nurlantirish (proyavlenie),
- keraksiz joylarni yemirish,
- ortiqcha FRni olib tashlash.

Fotorezistlar. FR lar – yorug'likka sezgir material bo'lib, yorug'lik ta'siri ostida eruvchanligining o'zgarishi hodisasiga asoslanib shakl ishlanadi. Asosan FR lar ultrabinafsha nurlar ta'sirida aktivlantiriladi. Fotorezist polimer materiallardan tayyorlanadi. FR pozitiv va negativ bo'ladi. Agar uning eruvchanligi nur ta'sirida ortsa, – pozitiv deyiladi, agar kamaysa – negativ deyiladi.

Fotolitografiya usulida qo'llaniladigan materiallar.

Fotolitografiya jarayonini o'tkazishga materialni tayyorlash muhim texnologik jarayon bo'lib hisoblanadi. FLU ni qo'llashda namunaga quyidagi talablar qo'yiladi.

- 1) Namuna sirtida nuqsonlar bo'lmasligi (iflosliklar, mexanik chiziqlar va hokazolar).
- 2) Har xil fizik yoki ximik holatlarning namuna sirtida bo'lmasligi (namuna atomidan boshqa atomlar).
- 3) Kerakli adgeziyaga ega bo'lgan FR tanlash.

Namuna sirtiga avvaldan o'tqazilgan dielektrik qatlamlarning qalinligi yetarli bo'lishi kerak.

Namuna sirtiga FR qatlamini olish jarayoni . FR qatlamini olishning bir necha usuli mavjud. Bulardan biri tsentrifuga yordamida FR qatlamini olishdir. Ma'lum tezlikda aylanayotgan tsentrifugaga mahkamlangan namuna sirtiga tomchi ko'rinishdagi FR tushiriladi. FR ning jarayon davomida oqishi va yupqa qatlam hosil qilishi kuzatiladi va undan erituvchining bug'lanishi kuzatilib, uning ovushoqligi ma'lum darajaga kelguncha foydalaniladi. FR oqish jarayoni to'xtashigacha jarayon davom ettiriladi. Odatda qalinlik bo'yicha bir tekis yupqa qatlam hosil bo'lishi uchun tsentrifuga aylanish tezligi 1500-6000 ayl/min bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Bu usulning afzalliklari qurilmaning soddaligi, yupqa qatlamlar olish imkoniyati mavjudligidadir.

Purkash usulida esa FR siqilgan havo yordamida namuna sirtiga sochiladi. Bu usul FR ning qalin olinishiga imkoniyat beradi. Eng soddada usullardan biri namunani FR ga botirish usulidir.

FR ni quritish jarayoni. FR ni termokamerada yoki infraqizil nurlar vositasida quritish usullari mavjud. +uritish 80-100°S ayrim hollarda 120-140 °S da olib boriladi.

Fotoshablon yordamida rasm tushirish

Fotoshablon – tushirishi kerak bo'lgan namuna ustidagi shaklning aksi (negativ FR uchun) yoki o'zi (pozitiv FR uchun) ko'rinishida bo'ladi. Fotoshablonni namuna bilan ustma-ust tushirish va nurlantirish odatda bir dastgoxda o'tkaziladi. Fotoshablonni namuna bilan ustma-ust tushirish imtiyozli, mas'ul jarayon bo'lib, u FLU aniqligini belgilovchi operatsiyadir. Ustma-ust tushirish jarayoni mikroskop ostida o'tkaziladi. Bu jarayondan keyin shu juftlik yoritiladi, buning uchun asosan kontakt usuli qo'llaniladi. Yorug'lik FR qatlamidan o'tib qisman yutiladi va FR ning

fotosezgir qismini aktivlashtiradi. Fotorezist yoritilib aktivlashtirilgandan keyin, aktivlashgan (ya'ni yorug'lik tushgan joylari (yoki aksincha joylari) kimyoviy usul bilan yemiriladi va natijada kerakli shakl hosil bo'ladi. Bu jarayon «ochish» deb ataladi. «Ochish» (proyavka) botirish yoki pul'verzatsiya usuli bilan bajariladi. Bu jarayonda nazorat qilish mikroskop ostida bajariladi va berilgan shaklning aniq bo'lishiga ahamiyat beriladi. «Ochish» jarayonining aniqligi, uning haroratiga, «ochqich reaktiv»ning (proyavitel') konsentratsiyasiga va yoritish vaqtiga (ekspozitsiyaga) bog'likdir.

Metall va dielektrik qatlamlarda shakl hosil qilish

Yupqa qatlamda (metall, dielektrik yoki YaO') shakl hosil qilish uchun avvaliga FR yordamida niqob hosil qilinadi, keyin FLU ni qo'llab shakl hosil qilinadi. Bu jarayonda asosiy operatsiyalardan biri shakl hosil qilish uchun, ximik yemirish jarayonidir. Ximik yemirish jarayonida, FR bilan himoya qilinmagan, joylarga yemirilishi kerak. Ammo ayrim hollarda yemirilish ichkarigagina emas, balki yon tomonga ham ketishi mumkin. Bu esa shaklni qisman buzilishiga va aniqlikning kamayishiga olib kelishi mumkin. Bu jarayon asosan tanlab olingan fotorezistning adgeziya xususiyatiga bog'likdir.

Kremniy oksidi (SiO_2) qatlamiga shakllarni olish. SiO_2 ga olingan FR ni yemirish uchun asosan ximik eritmalar ishlatiladi. Masalan, 40 % li ftorli ammoniydan (NH_4F) 88-91 hajmiy % va konsentrlangan (48 %) li HG' dan 9-12 hajmiy % li eritma tayyorlanadi. Yemirish tezligi jarayon o'tkazilayotgan sharoitga qarab 0,04-0,5 mkm/daqqa bo'lishi mumkin.

Juda yupqa qatlamlarni nazoratli yemirish uchun esa 15 ml 48 % HG', 10 ml 70 % li HNO_3 , 300 ml H_2O tarkib olinib, yemirish sur'ati 0,012 mkm/daqqa qilib olinadi.

Alyuminiy asosidagi qatlamlarni yemirish. Al asosidagi olingan qatlamlarni yemirish uchun kislotali va ishkori eritmalaridan foydalaniladi. Asosiy yemiruvchi sifatida ortofosfor kislotasi olinadi. Misol sifatida quyidagi tarkibni keltiramiz, 80-95 ml H_3PO_4 + 5 ml HNO_3 + (1-20 ml) H_2O ni 40 °S da ishlatilganda alyuminiyning yemirish sur'ati 0,2 mkm/daqqa bo'ladi.

Quyidagi jadvalda har xil materialdan bo'lgan yupqa qatlamlarni yemirish uchun kerak bo'lgan ayrim tarkiblar ro'yxati keltirilgan.

+oplama materiali	Yemiruvchi eritma tarkibi
Mis	Xlorli temir, ammoniy persulfati, Hcl, HG'
Kumush	Temir nitrati, KJ va J ning suvdagi eritmasi
Oltin	SHox arogi, KJ va J ning suvdagi eritmasi
Molibden	Kaliy ferrotsianidi, H_2SO_4 va HNO_3
Tantal	Fosfor, azot va sirka kislotalari aralashmasi
Nixrom	Hcl
Kremniy nitridi	H_3PO_4 va HG', HNO_3 ning 70 °S dagi aralashmasi.

1.2. Amaliy mashg'uloti materiallari

1-Amaliy mashg'ulot

Fotoelementlarni muqobil energiya manbalarida rolini (MEM) rivojlanishda va istiqbolidagi o'rni.

Mamlakatimizda birinchi bo'lib qaytalanuvchi energiya manba'laridan biri bo'lgan suv energiyasidan foydalanish 1926 yili qurilgan. Bo'zsu gidroelektrostansiyasini ishga tushirishdan boshlandi. O'tgan asrning 1987 yilida esa, 3000 °S dan ortiq issiqlik to'playdigan dunyoda eng katta quyosh pechi ishga tushirildi. Kichik quvvatli quyosh energetik qurilmalaridan respublikamizning barcha burchaklarida foydalanilmoqda. SHamol energiyasidan foydalanish nazariyasi va usullari 1950 yillarda ishlab chiqilgan bo'lib, Respublikamizda birinchi shamol energetik qurilmalaridan 1983 yilda, Navoiy viloyati Tomdi tumani chorvadorlari foydalana boshlashdi. CHorva mollarining go'ngi, qishloq xo'jalik mahsulotlarining qoldiqlari hisobiga biogaz ishlab chiqarish va undan foydalanish esa 1987 yillardan boshlab amalga oshirila boshladi. Mamlakatimizda noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manba'lariga qiziqish va ulardan foydalanish, misli ko'rilmagan tusda o'ziga xos ravishda tobora ommalashib bormoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manba'lariga energetik ob'ektlar qurish va ulardan foydalanish uchun chet el va xalqaro banklarning investitsiyalari kiritilmoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manba'laridan foydalanish to'g'risida birinchi Prezidentimizning 1995 yil 28 dekabrda 476- sonli «O'zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish haqida»gi, 2001 yil 22 fevralda «Energetikada iqtisodiy islohatlarni chuqurlashtirish to'g'risida»gi hamda 2013 yil 1 martdagi «Muqobil energiya manba'larini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi Farmonlari qabul qilindi. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manba'lariga quriladigan energetik ob'ektlarda loyiha-qidiruv ishlarini olib borish, loyihalash, qurish, ekspluatatsiya qilish, ta'mirlash va rekonstruksiya qilish uchun albatta chuqur bilimga ega bo'lgan raqobatbardosh mutaxasislarni tayyorlash davr taqozasi hisoblanadi.

Bugungi kunda, butun dunyoda bo'lgani kabi, O'zbekistonda ham tabiiy boyliklarni tejash va ishlab chiqarish tarmoqlariga ekologik sof texnologiyalarni joriy etish masalasiga alohida e'tibor qaratilmoqda. CHunki bu ham iqtisodiy barqarorlikka erishish, ham atrof-muhitga salbiy ta'sirlarni kamaytirishda juda muhim omil hisoblanadi. SHu ma'noda aytganda, birinchi Prezidentimizning 2013 yil 1 martdagi "Muqobil energiya manba'larini yanada rivojlantirish chora- tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni o'z vaqtida qabul qilingan tarixiy ahamiyatga ega hujjatdir. Muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manba'larining afzalliklari haqida so'z yuritishdan avval jahon energetikasidagi hozirgi ahvol xususida qisqacha to'xtalib o'tamiz. Xalqaro tashkilotlarning hisob-kitoblariga ko'ra, iqtisodiy taraqqiyot tufayli 2030 yilga borib energetikaga bo'lgan talab asrimiz boshidagiga nisbatan 50 foizdan ziyodroqqa o'sadi va umumiy ehtiyoj 23,27 milliard tonna shartli yoqilg'ini tashkil qiladi. Demakki, o'z-o'zidan atrof-muhitga salbiy ta'sir ham kuchayib boradi. Ayni paytda jahonda ishlab chiqarilayotgan barcha energiyaning 10,2 foizi qayta tiklanuvchi energiya manba'lari hisobiga to'g'ri kelayapti. 2050 yilga borib esa uning ayrim turlaridagi ulushi 70 foizdan oshishi kutilmoqda. Bu birgina korxonalar tomonidan ekologiyaga chiqarilayotgan zararli chiqindilarni 500 milliard tonnaga kamaytirish imkonini beradi. Zero, kam uglerodli energetikani rivojlantirishdan maqsad ham bug' gazlarining havoga ko'tarilishi ortayotgani tufayli yuzaga kelayotgan global muammolarni hal etishdan iboratdir. Ko'zda tutilgan rejaga muvofiq, masalan, 2020 yilga borib bunday gazlar miqdorini 20-25 foiz, 2040 yilda 40 foiz, 2060 yilda esa 50-60 foizga ozaytirish mo'ljallangan. Ma'lumki, O'zbekiston yoqilg'i-energetika resurslari bo'yicha o'z ehtiyojini to'la ta'minlay oladigan davlatdir. Hozirgi vaqtda bu ta'minotning asosiy qismini, ya'ni qariyb 80 foizini tabiiy gaz, 7,6 foizini neft, 5 foizdan ortig'ini ko'mir tashkil etadi.

Mamlakatimiz muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manba'lari bo'yicha ham ulkan salohiyatga ega. Jumladan, yurtimiz hududiga tushadigan quyosh energiyasi hamda hosil bo'ladigan nazariy quvvat miqdori 6 milliard 750 million tonna shartli yoqilg'iga teng. Bu mavjud qayta tiklanmaydigan resurslar zaxirasiga nisbatan uch barobar ko'pdur. 2011 yilning asosiy yakunlari va 2012 yilda O'zbekistonni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan

Vazirlar Mahkamasi majlisidagi ma'ruzada tabiiy resurslardan samarali foydalanish masalasiga alohida e'tibor qaratib, muqobil energiya resurslarini izlash va joriy etish ishlarining talab darajasida emasligini, ushbu sohada zudlik bilan hal etilishi lozim bo'lgan muammolar to'planib qolganini alohida ta'kidlab o'tgan edilar. Ana shu tanqidiy fikrlar tadqiqotlarni rivojlantirish va istiqbolli, deb topilgan ilmiy ishlanmalarni amaliyotga tezroq joriy etish mas'uliyatini yanada oshirdi. CHindan ham, yurtimizda muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manba'laridan foydalanish imkoniyatlari katta. Aytaylik, respublikamizda yilning asosiy qismi quyoshlidir. Uning quvvati 50 trillion 973 million tonna shartli yoqilg'iga teng bo'lib, bu mamlakatimizda aniqlangan jami energiya zaxiralariga nisbatan ancha ko'pdir. To'g'ri, muqobil energiya manba'laridan, eng avvalo, quyosh energiyasidan foydalanish sohasida ilmiy va eksperimental tadqiqotlar olib borish borasida O'zbekistonda muayyan tajriba to'plangan. Ular yuzasidan ishlanmalar qilinayapti. Xususan, Fanlar akademiyasi "Fizika-Quyosh" ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasining tadqiqotlari natijalari jahon miqyosida e'tirof etilgan. Issiq suv va issiqlik ta'minoti uchun past potentsialli qurilmalarni yaratish, elektr quvvati olish uchun fotoelektrik va termodinamik o'zgartkichlar, maxsus materiallar sintezi texnologiyalarida, materiallar va konstruksiyalarga termik ishlov berishda quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlari, ayniqsa, faol va samarali davom etmoqda. Respublikada quyosh energiyasi bilan suv isitadigan qurilmalar asosida uy-joylar hamda ijtimoiy ob'ektlarni issiq suv bilan ta'minlash tizimlari ishlab chiqilmoqda va ulardan tajriba tariqasida foydalanilmoqda. Olimlar oldida turgan vazifa innovatsion ilmiy ishlanmalarni iqtisodiyotning turli tarmoqlariga keng tatbiq qilish, fan, texnologiya va iqtisodiyot rivojlanishining uyg'unligini ta'minlashdan iboratdir. Fikrimizcha, innovatsion ishlab chiqarishning rivojlanishida elektr va issiqlik energetikasi resurslarini tejash texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Respublikamiz sharoitida, ayniqsa, bu sohada quyosh batareyalari, shamol va mikrogidroenergetik qurilmalar kabi energiyani tiklash manba'larining keng ko'lamda joriy qilinishi kutilgan samarani berishi, shubhasiz. Sababi, agar mamlakatimiz eng ko'p quyoshli kunlarga ega mintaqada ekanligini hisobga oladigan bo'lsak, joylarni isitishda quyosh kollektorlaridan foydalanishga o'tilsa, bu bilan iqtisodiyot hamda energetika tizimida katta yutuqqa erishgan bo'lardik. Qayd etish kerakki, qayta tiklanuvchi energiya manba'laridan samarali foydalanish hamda quyosh energiyasida ishlaydigan ulkan ob'ektlarni qurish uchun muayyan er maydonlari talab qilinadi. CHunki 1 MVt elektr energiyasi hosil qilish uchun 40 gektar maydonga, 100 MVt quvvat uchun esa 400 gektardan ortiq erga quyosh qurilmalarini o'rnatish zarur. SHuning uchun respublikamizda muqobil va qayta tiklanadigan energetikaning barcha yo'nalishlari bo'yicha alohida texnologiya va texnologik baza yaratilishi kerak. O'zbekistondagi yana bir qayta tiklanuvchi energiya manba'i, bu - gidroenergiya resurslari bo'lib, uning salohiyati boshqalariga nisbatan ancha chuqur o'rganilgan. Quyidagi raqamga e'tibor bering: mamlakatimizdagi katta- kichik daryolarning energiya hosil qilish quvvati $107,1 \times 10^6$ ming kVt^{soat}ga teng. Qolaversa, muqobil energiya sohasida biomassadan foydalanish bo'yicha ham ko'plab loyihalar amalga oshirilayapti.

Qayta tiklanadigan energiya manba'laridan olinadigan iqtisodiy samaralar. Qayta tiklanadigan energiya manba'si, tabiiy energiya xususiyatiga ega bo'lgan, keng mezonidagi tabiat manba'sidir. SHunga qaramay, qayta tiklanadigan energiya manba'i sirli tayoqcha emas, energiya olishning barcha masalasini hal etmaydi, qancha ko'p bu manba'dan foydalanar ekanmiz, shuncha neft, tabiiy gaz, ko'mirdan foydalanish qisqaradi, atrof-muhitning ifloslanish va issiqxona gazlarining atmosferaga tarqalishi kamayadi, shu bilan birga ish joylari ko'payadi.

Qayta tiklanadigan energiya manba'lari tuman va qishloqlar uchun katta imkoniyatlar eshigini ochadi. Jumladan, yangi ish joylari tashkil etilib, daromad manba'lari paydo bo'ladi, hududning soliq bazasi kengayadi.

Qayta tiklanadigan energiya katta potentsialga ega, toza atrof-muhitni tegishli talabni qondiradi, sof atrof-muhitni yaratadi, yaxshi ish joylari yaratilishiga va investitsiya qo'yishga qulay sharoitlar yaratiladi. Qishloq aholisi bunday qayta tiklanadigan energiya manba'si yaratilishidan katta foyda ko'radi.

SHunday rivojlanish qishloq aholisiga zamonaviy energiya shaklini olishga imkoniyat hosil qiladi. SHamol, quyosh, geotermal elektr stansiyalari, katta bo'lmagan gidrostansiyalari shuningdek, biomassalar, qishloq maishiy sohasiga elektr energiyasini beradi. Quyosh energetikasi va quyosh bilan suv isitish qishloq aholisining arzon zamonaviy energiya manba'si bilan ta'minlashi mumkin. Jumladan, 2011 yilning boshida aholiga Toshkent viloyatidagi tabiiy gaz tarqatuvchi korxonalar 1 m³ tabiiy gazni 67 so'm 50 tiyin deb belgilangan narxda sotayotgan edi. Agar 5-6 kishilik bir oila yashayotgan uyining isitish maydoni o'rtacha 60 m² bo'lsa, tabiiy gazga sarf-xarajat 1 yilga (yoz oyida - 15000 so'm, 6 oy = 90000 so'm; qish davriga 80000 so'm, 6 oy = 480000 so'm) qish va yoz uchun 570 ming so'm sarflangan.

«Ixlos Biznes Baraka» xususiy korxonasining sarf-xarajatlari bo'yicha qilingan hisob-kitoblarga ko'ra, biogazdan foydalanilganda, uning 1 m³ sotuvga 30 so'm atrofida bo'lib, 1 yilning qish va yoz oylariga (yozda - 9000 so'm, 6 oy = 54000 so'm, qishda 30000 so'm, 6 oy = 180000 so'm) 234000 ming so'mni tashkil etgan. Demak, biogazdan foydalanishning iqtisodiy samarasi 2,5 barobar arzonligi aniqlandi.

SHuningdek, chiqindidan biogaz olish davomida hosil bo'lgan bioo'g'itning 1 kilogrammini 150 so'mdan sotish mumkin bo'lgan. SHu kunlarda do'konlarda sotilayotgan bioo'g'itning 1 kilogrammi 500 so'm, mineral o'g'itning 1 kilogrammi esa 5000 so'mni tashkil qilgan.

Bir kunda ishlab chiqariladigan bioo'g'it 140 kg atrofida bo'lib, 21000 so'mni tashkil etgan. Arzon xom ashyo chiqindidan olinayotgan biogaz va bioo'g'it, amaldagi tabiiy gaz va o'g'itlardan 3-4 barobar arzonga tushgan.

Mamlakatimizda energiya iste'molini kamaytirish va uni tejashning samarali tizimini joriy etishga muhim vazifa sifatida e'tibor qaratib kelinmoqda. Bu borada qayta tiklanuvchan energiya manba'laridan foydalanish jarayonida tejamkor, zamonaviy texnologiyalarni qo'llash ko'lamini kengayib bormoqda. O'tgan 2010 yilning o'zida Qoraqalpog'iston Respublikasi, Buxoro, Samarqand, Jizzax, Namangan, va Sirdaryo viloyatlarida ko'plab quyosh stansiyalari, Toshkent, Jizzax, Andijon va Qashqadaryo viloyatlarida esa biogaz qurilmalari o'rnatildi.

2-Amaliy mashg'ulot

Elektr energiyasi iste'molchilarining xarakterini (o'zgarmas tok iste'molchilari xususiyatlari, o'zgaruvchan tok iste'molchilari xususiyatlari) o'rganish.

Invertor quvvatini va energiya iste'molini aniqlash: O'zgaruvchan tokli yuklamalarning nominal quvvati va haftali ish soati ma'lumotlari 3.1 - jadvalga kiritish. Quvvatni har bir asbob ish soatlariga ko'paytirish va bir haftada jami o'zgaruvchan tokli energiya miqdorini W_{np} -aniqlash uchun hosil bo'lgan qiymatlarni qo'shib chiqamiz. Ba'zi asboblarning quvvatlari qiymati 3.2 - jadvalda keltirilgan. Yoritishni hisoblash jarayoni yuqorida keltirilgan edi. Har bir xona uchun umumiy talab qilingan lampalar quvvatini ish soatlari soniga ko'paytirib, yig'indi natijalarini 3.1 - jadvalga kiritamiz.

3.1-jadval

O'zgaruvchan tokli yuklama

№	O'zgaruvchan tokli yuklama	Quvvat, Vt	×	Hafta ish soati	=	Vt×s/hafta
1			×		=	
2			×		=	
3			×		=	
Jami					=	

3.2-jadval

Iste'molchilarning quvvatlari

№	Iste'molchi	Quvvat, Vt
1	Mikro to'lqinli pech	850 – 1500
2	Choynak	1200 – 1500
3	Muzlatgich	230 – 550
4	Idish yuvish mashinasi	2000 – 2500
5	Kofe maydalagich	140 – 220
6	Toster	800 -1500
7	Blender	220 – 700
8	Oshxona kombayni	500 – 800

9	Kofe qaynatgich	150 – 3000 (turiga, xajmiga, isitish haroratiga bog'liq)
10	Televizor	17 – 300 (modeli va diagonaliga bog'liq)
11	Kompyuter	150 – 300
12	Konditsioner (sovutgich)	800 – 2500 (ish rejimiga bog'liq)
13	Chang yutgich	700 – 2000
14	Fen	1200 – 1800
15	Kir yuvish mashinasi	700 – 2000
16	Dazmol	800 – 2400 (kam quvvatli, o'rtacha va maksimal quvvatliga bo'linadi)
17	Elektr plitasi	1200 – 4000
18	Printer	100 – 650
19	Nusxa ko'chirish kurilmasi	2000 – 5000
20	Faks	130
21	Nasos	250-500
22	Muzika sentr	100
23	DVD-pleer	35 – 60
24	Havo so'rgich	100 – 150
25	Ventilyator (shamollatgich)	10 – 60
26	Elektr quritgich	400 – 2000
27	Elektr odeyal (ko'rpa)	40 – 100
28	Britva (ustara)	10 – 15
29	Qizdirgich	1500 – 6000 (qizdiriladigan xona maydoniga bog'liq)
30	Drel (teshgich)	600 – 1000

1) qancha o'zgarmas tok energiyasi kerak bo'ladi shuni hisoblash zarur. Buning uchun, olingan qiymatni invertordagi yuqotishni hisobga oluvchi $k=1,2$ koeffitsientiga ko'paytiriladi;

$$W = W_{o'zgarasiz} \cdot k, \quad (3.1)$$

2) tanlangan inverter xarakteristikallari bo'yicha invertorga kiruvchi kuchlanishini U_{min} aniqlaymiz. Aksariyat hollarda 12, 24, 48 V va undan yuqori quvvatli kuchlanish tizimlar uchun o'rinli. Inverter shunday tanlanadiki, uni

quvvati o'zgaruvchan tok quvvatini k ga ko'paytirilganidagi qiymatdan yuqori bo'lishi shart;

3) o'zgaruvchan tok yuklamasini qoplash uchun kerak bo'lgan haftalik elektr energiya quyidagi formula bilan aniklanadi;

$$q_{hafta}^{o'zgar} = \frac{W_{o'zgar}}{U_{invert}}. \quad (3.2)$$

4) o'zgarmas tok yuklamasini $W_{o'zgar}$ hisoblab, natijasini 3-jadvalga kiritish kerak;

3.3-jadval

O'zgarmas tok yuklamasi.

№	O'zgarmas tok yuklamasi	Quvvat, Vt	×	Xaftada ish soati	=	Vt×s/xafta
1			×		=	
2			×		=	
3			×		=	
Jami					=	

5) tizimda o'zgarmas tok kuchalanishini aniqlash $U_{o'zgar}$. Ko'pincha bu 12 yoki 24 V;

6) o'zgarmas tok yuklamasini qoplash uchun kerak bo'lgan haftalik quyidagi formula bilan aniqlanadi;

$$q_{hafta}^{o'zgar} = \frac{W_{o'zgar}}{U_{o'zgar}}. \quad (3.3)$$

7) akkumulyator batareyasini talab qilingan yig'indi xajmi, ya'ni haftada kerak bo'lgan elektr energiya;

$$q_{hafta} = q_{hafta}^{o'zgar} + q_{hafta}^{o'zgar}. \quad (3.4)$$

8) sutkasiga iste'mol qilinadigan elektr energiya qiymati $q_{24 soat}$ 7 kunga bo'lib aniqlanadi;

$$q_{24 soat} = \frac{q_{hafta}}{7}. \quad (3.5)$$

4-Amaliy mashg'ulot

Ortiqcha ishlab chiqilgan elektr energiyasini hisoblash va energiyani yig'ish usulini tanlash

Agar Quyosh batareyasi tekislikka nisbatan β burchak ostida o'rnatilsa, unda qiya yuzaga tushadigan quyosh energiyasini o'rtacha oydagi kunlik yig'indi miqdori quyidagi formula yordamida topiladi.

$$E_{\text{u}} = R \cdot E, \quad (3.12)$$

Bu erda, E – gorizontal yuzaga tushadigan quyosh energiyasini o'rtacha oydagi kunlik yig'indi miqdori;

R – quyosh radiatsiyasining qiya va gorizontal yuzaga tushadigan o'rtacha oydagi kunlik miqdori.

Berilgan joy uchun i pik Quyosh-soatlari miqdori aniqlanadi. Buning uchun Quyosh nurini maydonchaga quyosh batareyalarini qiyaligiga teng bo'lgan qiya burchagi ostida kelib tushadigan oylik o'rtacha $kVt \times \text{soat/oy}$ miqdorini oy kunlariga bo'lish kerak. Pik soatlari deb, 1000 Vt/m^2 quyosh nuri intensivligi tushuniladi. Shunday qilib, sistema yozgi vaqtda foydalanilganida kichik qiymatga ega bo'lgan oy bo'yicha hisoblash mumkin. Agar elektr ta'minoti to'liq quyosh batareyalari yordamida amalga oshirilsa, unda eng sovuq oy bo'yicha xisoblanishi zarur. Bu xolatdagi kamchilik shundan iboratki, quyosh batareyalari ko'p miqdorda talab qilinadi, demak pik quyosh-soatlarini juda kichik qiymati natijasida o'ta katta xarajatlar paydo bo'lishidir. Quvvati katta sistemalar uchun quyosh batareyalarini o'rnatish maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Shuning uchun zaxira manba' bo'lgan paytda hisoblashlarni pika quyosh-soatlarini o'rtacha yillik qiymat bo'yicha olish tavsiya qilinadi. Bu fotoelektrik tizimlarga bo'lgan xarajatlarni kamaytirish imkoniyatini beradi. Yilning iliq paytida ishlab chiqariladigan elektr energiya umumiy tarmoqqa berilishi mumkin, sovuq paytida o'z navbatida tarmoqdan yoki zaxira ta'minot manбайдan olish mumkin.

Gorizontal tekislikdan janubga yo'naltirilgan qiya tekislikga qayta hisoblash koeffitsienti uchta tashkil kiluvchilar- to'g'ridan-to'g'ri, yoyilgan va qaytarilgan quyosh nurlanishlarini mos ravishda yig'indisiga teng:

$$R = (1 - \frac{E_p}{E}) \cdot R_s + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (3.13)$$

Bu erda E_R – Yoyilgan Quyosh nurlanishining gorizontal tekislikga tushadigan o'rtacha oydag kunlik miqdori; $\frac{E_p}{E}$ – yoyilgan quyosh nurlanishini o'rtacha oydag kunlik ulushi; R_p – to'g'ridan-to'g'ri tushadigan Quyosh nurlanishining gorizontal yuzadan qiya yuzaga qayta hisoblashdagi o'rtacha oylik koeffitsienti; β – quyosh batareyasi yuzasini gorizontga nisbatan qiyalik burchagi; ρ – er yuzasi va boshqa atrofdagi jismlar yuzasining qaytarish koeffitsienti (albedo), ko'pincha qish mavsumi uchun 0,7; yoz mavsumi uchun 0,2 deb qabul qilinadi. To'g'ridan-to'g'ri tushadigan quyosh nurlanishining gorizontal yuzadan qiya yuzaga qayta hisoblash o'rtacha oylik koeffitsienti:

$$R_s = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{\text{in}} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{\text{in}} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_{\text{r}} + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{\text{r}} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta}, \quad (3.14)$$

bu erda, φ – joy kengligi, grad; β - quyosh batareyasini gorizontga qiyalik burchagi, grad; δ - quyoshning tushishi (er shari markazi va quyosh markazi va uni ekvator tekisligiga proeksiyasini birlashtiradigan chiziq o'rtasidagi burchak), oyni o'rtacha kunida, grad

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right), \quad (3.15)$$

n – 1 yanvardan boshlab hisoblangan kunning tartibi raqamini (yilning har bir oyi uchun o'rtacha hisoblash kuni raqami) δ qiymatini 3.6 - jadvaldan olish mumkin.

3.6-jadval

Quyoshni tushish burchagi

Oy	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
n	17	47	75	105	135	162	198	228	258	288	318	344
δ , grad	-20,9	-13	-2,4	9,4	18,8	23,1	21,2	13,5	2,2	-9,6	-18,9	-23

ω_{gor} – gorizontall yuza uchun quyoshning soatlik chiqish (botish) burchagi:

$$\omega_{\text{gor}} = \arccos(-\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta), \quad (3.16)$$

ω_{janub} – janubga yunaltirilgan qiya yuza uchun quyoshning soatlik botish burchagi:

$$\omega_{\text{janub}} = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \cdot \operatorname{tg} \delta]. \quad (3.17)$$

9) foydalanishi rejalashtirilgan Quyosh batareyasini turi tanlanadi. SHuning uchun P_{nom} - nominal quvvat va U_{nom} -nominal kuchlanish, shuningdek I_{mqn} - maksimal quvvat nuqtasidagi tok yozib chiqiladi;

10) akkumulyator batareyasini zaryad – razryadiga ketadigan yo'qotishlarni hisobga olish uchun $q_{\text{br-tomb}}$ qiymati $\zeta=1,2$ koeffitsientga ko'paytiriladi;

$$q_{\text{br-tomb}} = q_{\text{zakr}} \cdot \zeta, \quad (3.18)$$

11) berilgan i joy uchun $q_{\text{br-tomb}}$ qiymati pik quyosh-soatlari soniga bo'linadi. Natijada quyosh batareyasi ishlab chiqarishi kerak bo'lgan tok qiymati quyidagi ifodadan topiladi;

$$I^{\text{ss}} = \frac{q_{\text{br-tomb}}}{t}, \quad (3.19)$$

12) parallel ulangan modullar sonini aniqlash uchun, batareyalar ishlab chiqargan tok qiymatini bitta modulning maksimal toki I_{mqn} ga bo'linadi va yaqin butun songacha yaxlitlanadi;

$$W_{\text{mod}} = 151,6 \quad (3.20)$$

13) ketma-ket ulangan modullar sonini aniqlash uchun, tizimni o'zgarmas tok kuchlanishi U_{um} quyosh batareyasini nominal kuchalanishiga bo'linadi (ko'pincha 12 va 24 V);

$$N_{ketma-ket}^{QB} = \frac{U_{inv}}{U_{o'rt}^{QB}} \cdot \quad (3.21)$$

14) Talab qilingan fotoelektrik modullarning umumiy soni;

$$N^{QB} = N_{paral}^{QB} \cdot N_{ketma-ket}^{QB} \cdot \quad (3.22)$$

15) Quyosh batareyalarining yuzasi;

$$S^{QB} = N^{QB} \cdot S_1^{QB}, \quad (3.23)$$

Bu erda, S_1^{FM} - bitta quyosh batareyasining yuzasi.

4-Amaliy mashg'ulot
Yig'uvchi akkumulyator elektr sig'imini hisoblash.

Akkumulyator batareyasini kerakli hajmining qiymati va sonini aniqlash quyidagicha:

1) 3.4-jadvaldan foydalanib va foydalanish rejimiga mo'ljallab, uzluksiz "Quyoshsiz kunlar" $N_{\text{quyoshsiz kun}}$ –ni maksimal sonini aniqlash (ya'ni akkumulyator batareyasini zaryadlash va o'z navbatida bulutli yoki noqulay ob – havo vaqtida uni ishlashi uchun Quyosh energiyasi etarli bo'lmagan paytlarda). Fotoelektrik sistemani butun yil davomida dubler bilan foydalanilganda, shu jumladan umumiy energiya tarmog'ida ishlagan holatda ham, xarajatlarni kamaytirish uchun Quyoshsiz kunlar bo'lishi ehtimolini – 1 deb tanlash mumkin. Bu masala istalgan vaqtda zaxira manba'idan zaryadlash bilan bog'liqdir. Shuningdek, akkumulyator batareyalarini, zaryadlantirmasdan yuklamani mustaqil ta'minlashi mumkin bo'lgan tanlangan kunlari soni xam parametr qilib olinishi mumkin. Agar tizim faqat dam olish kunlarida borib turiladigan shaxardan tashqari uy uchun qo'llanilsa, batareyalarni katta xajmi kerak bo'ladi. Chunki ular hafta davomida energiya bilan zaryadlanishi va dam olish kunlari kutilmaganda barcha elektr jixozlarini ishga tushirilganda ularning to'liq energiyasi iste'molga berishi mumkin;

3.4-jadval

Ob-havo sharoitlariga bog'liq bo'lgan, Quyoshsiz kunlar soni.

Joy kengligi	Fasl		
	Yoz oylari	Kuzgi va baxorgi oylar	Qish oylari
30	2-4	3-4	4-6
40	2-4	4-6	6-10
50	2-4	6-8	10-15
60	3-5	8-12	15-25
70	3-5	12-14	20-35

2) $N_{\text{quyoshsiz kun}}$ - quyoshsiz kunlar sonini hisobga oladigan akkumulyatorlarni yig'indi xajmi;

$$q_N = q_{24 \text{ soat}} \cdot N_{6c} \tag{3.6}$$

3) Akkumulyator batareyasini ruxsat etilgan razryadlash kattaligining chuqurligini berish. Bunda bir narsani hisobga olish kerak, razryad chuqurligi qancha katta bo'lsa, batareya shuncha tez ishdan chikadi. Razryad chuqurligini

tavsiya qilingan qiymati 20 – 50 % (nominal hajm qiymatidan 20% - 50% foydalaniladi). O'z navbatida γ foydalanish koeffitsienti 0,2 dan 0,5 gacha. Hech qanaqa holatda ham batareya razryadi 80 % dan oshmasligi kerak:

a. razryad chuqurligini hisobga olgan holda akkumulyator batareyasini zaryadi;

$$q_{\gamma} = \frac{q_{\kappa}}{\gamma} . \tag{3.7}$$

b. akkumulyator batareyalari o'rnatilgan xonadagi atrof-muhit haroratini hisobga oladigan α koeffitsientini 5-jadvaldan tanlanadi. Ko'pincha bu Qish vaqtidagi o'rtacha harorat. Bu koeffitsient harorat pasayganida hajm kamayishini xisobga oladi;

3.5-jadval

Akkumulyator batareyasi uchun harorat koeffitsienti.

Harorat graduslarda		Koeffitsient
Selsiy	Farengeyt	
26,7C	80F	1,00
21,2C	70F	1,04
15,6C	60F	1,11
10,0C	50F	1,19
4,4C	40F	1,30
-1,1C	30F	1,40
-6,7C	20F	1,59

v. akkumulyator batareyalarini umumiy talab qilingan xajmi;

$$q_{umumiy} = q_{\gamma} \cdot \alpha . \quad (3.8)$$

c. foydalaniladigan akkumulyator batareyasining turi tanlanadi. (geliviy yoki litiy ionli akkumulyatorlar yaxshiroq). Uni uchun q_{um} nominal xajm va U_{um} nominal kuchlanish yozib olinadi;

d. batareyalarni talab qilingan hajmini q_{umumiy} tanlangan akkumulyatorni nominal xajmiga bo'lib, olingan qiymatni yaqin butun songacha yaxlitlaymiz. Bu parallel ulangan batareyalar soni bo'ladi;

$$N_{paral}^{AKB} = \frac{q_{umumiy}}{q_{nom}} . \quad (3.9)$$

e. sistemani o'zgarmas toki nominal kuchlanishi U_{um} akkumulyator batareyasini nominal kuchlanishiga bo'ling (ko'pincha 2, 6 yoki 12 V). Olingan qiymatni yaqin butun songacha yaxlitlang. Natija ketma-ket ulangan batareyalar sonini beradi;

$$N_{ketma-ket}^{AKB} = \frac{U_{um}}{U_{nom}} . \quad (3.10)$$

f. akkumulyator batareyalarini talab qilingan soni quyidagicha hisoblanadi;

$$N^{AKB} = N_{paral}^{AKB} \cdot N_{ketma-ket}^{AKB} . \quad (3.11)$$

g. uyosh batareyalarini zarur bo'lgan sonini aniqlash.

1.3.Laboratoriya mashg'uloti materiallari

Laboratoriya mashguloti - OUYu ta'limni tashkillashtirish shakli

Laboratoriya mashguloti - bu ta'lim beruvchini ta'lim oluvchilar bilan faol amaliy xarakterga kirishishga yo'naltirilgan, nazariy bilimlarni amaliy faoliyatda tadqiq qilish va amalga oshirish uchun sharoitni ta'minlovchi, o'quv mashg'ulotini olib borish shaklidir.

Laboratoriya mashguloti quyidagi maqsadlarga erishish uchun qo'llaniladi:

Nazariy materialni tartibga solish.

Ko'nikmalarni hosil qilish.

Amaliy malaka xosil qilish.

Bilimlarni nazorat qilish.

Ta'lim beruvchi Laboratoriya mashgulotini samarali o'tkazish uchun quyidagilarni hisobga olish zarur:

o'zining tayyorgarligi, bunda savol va javob texnikasiga ega bo'lishi;

o'quv guruhining holati: uning motivatsiyasi, uning tashkil etish xususiyati;

o'quv jarayonining texnik jihozlanishi.

Laboratoriya mashguloti shaklidagi mashg'ulotga o'tish o'zaro mulokot sxemasidan muloqotli xarakterga o'tishni, monologdan dialogga, dialogdan amaliy xarakterga o'tishni anglatadi.

Tayyorgarlik va Laboratoriya mashgulotini olib borish bir qator savollarga javob berishni talab etadi:

1. *Nima uchun?* - Vazifa va Laboratoriya mashgulotini olib borish umumiy qilib olganda ta'lim berish maqsadlariga mos bo'lishi kerak.

2. Laboratoriya mashguloti shaklida olib borish texnologiyasini *Qanday qilib?* - ishlab chiqish kerak

3. Laboratoriya mashguloti vaqtida muhokama qilish kerak bo'lgan, material mazmunida - *Nimani?* ishlab chiqish zarur.

4. Laboratoriya mashgulotini olib borish vaqtida, ya'ni hisobga olish muhim bo'lgan omillar- *Nimani hisobga olgan holda?* yelgilanishi zarur.

5. Laboratoriya mashgulotini boshqarish uchun uning samaradorligini ta'minlash maqsadida undan foydalanish mumkin bo'lgan, ta'sir etish vositasini- *Qanday yo'l bilan?* aniqlash mumkin.

O'quv dasturining maqsad va qo'llanish sohalariga muvofiq asosiy **uch turdagi Laboratoriya mashgulotilarni** ajratib ko'rsatish mumkin:

1) ta'limiy - asosan quyidagilarga yo'naltirilgan bo'ladi:

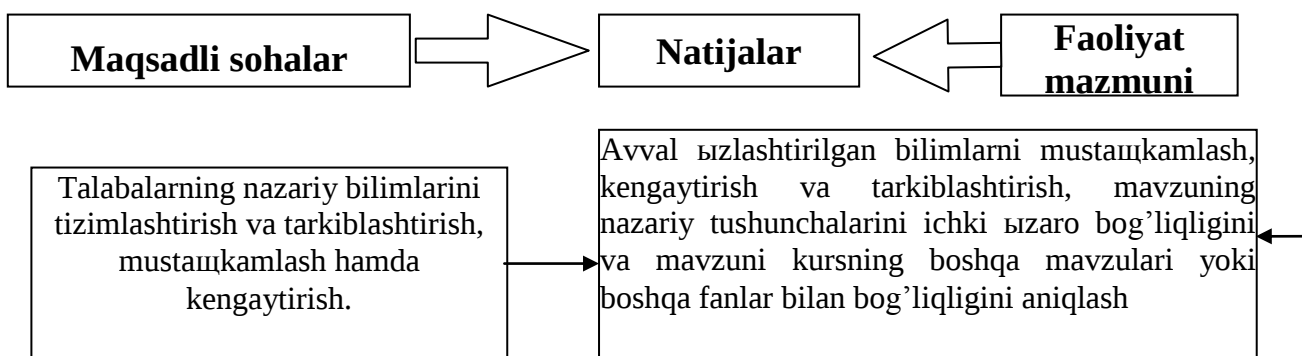
nazariy bilimlarni tartibga solish, faollashtirish yoki ularni mustaqil rivojlantirishga;

o'zlashtirilgan bilimlarni amaliy qo'llash ko'nikmalarini shakllantirishga.

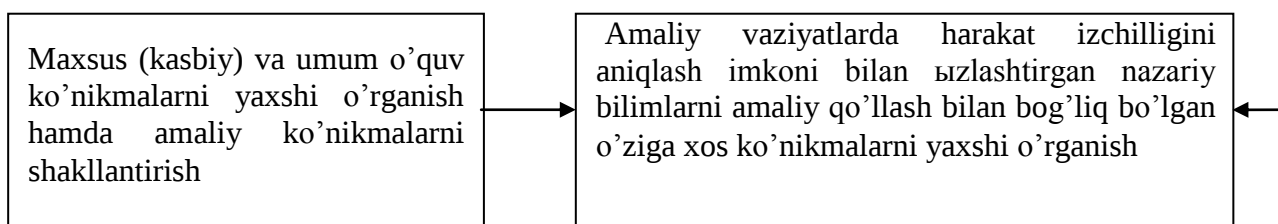
2) shakllantiruvchi-kasbiy taergarligi buyicha malaka va kunikmaga ega bulishi:

3) rivojlantiruvchi - ta'lim oluvchilarda muammoli ko'rish, tahliliy qobiliyatlar hamda bashorat qila olish ko'nikmalarini shakllantirishga yo'naltirilgan.

Laboratoriya mashg'uloti mashg'ulotlarining o'ziga xos xususiyatlari



Фаолият мазмуни	
talabalarning	o'qituvchining
Referatlar taqdimoti, ma'ruzalarni muhokama qilish	Referatlar ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Mavzu bo'yicha savollarni muhokama qilish	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish
Mavzuni boshi fan mavzulari bilan bog'liqligini savollarni muhokama qilish	Savollarni tuzish. qo'shimcha o'quv ma'lumotini tayyorlash.

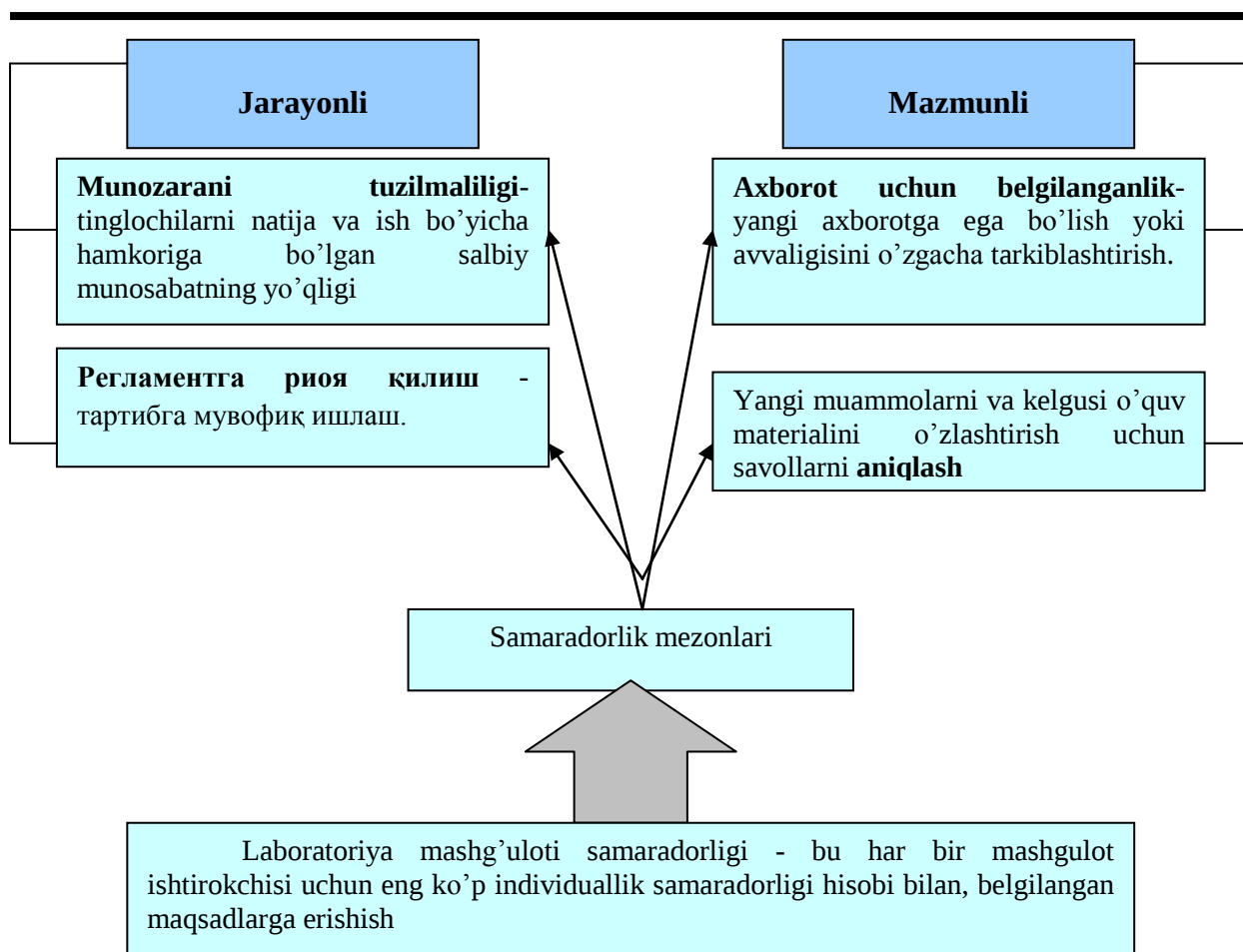
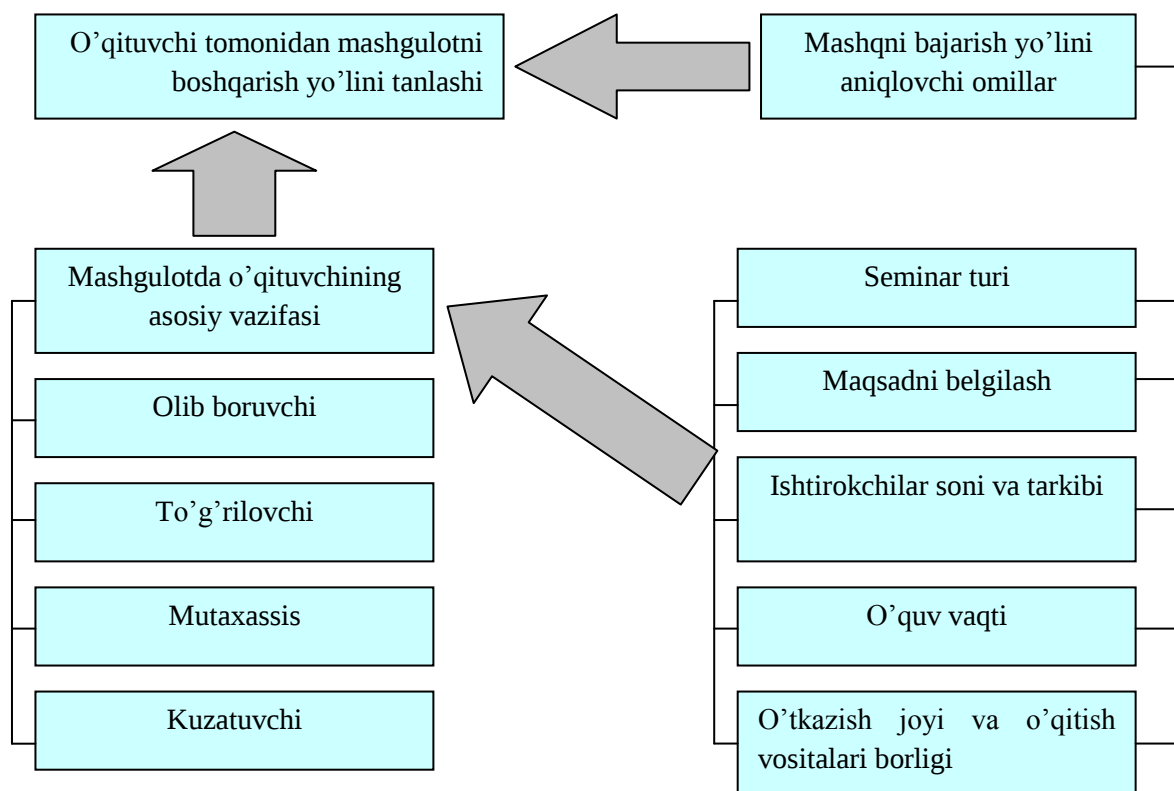


Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Muammoli topshiriqlarni, keys-stadini yechish, o'rgatuvchi ıyınlarda ishtirok etish.	Referat/ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Topshiriqni yechish ıyıyicha mashq qilish.	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish

Talabalar bilim va ko'nikmalarini nazorat qilish	Talabalarning nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini baholash
---	---

Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Nazorat savollariga javob berish va nazorat topshiriqlarini bajarish	Ma'lumotni harqiy bilishini, muammoni ifodaly olishini aloııda nazariy ıolotlar ırtasidagi qarama-qarshiliklarni topishni uddalashiga ııyljallangan savollar ııplamini tuzish
Maxsus topshiriqlarni bajarish ıyıyicha mashqlar	Avvalgi mashg'ulotlardan talabaga ma'lum yechish izchilligini qillash talab etiladigan, maxsus topshiriqlarni ishlab chiqish yoki berilgan topshiriqlarni mustqil yechishning ıııllarini ishlab chiqish; faoliyatning maqsad, sharoitlari davomiyligini, natijalarni taqdim etish shakli va vaqtini bayon etish.

Laboratoriya mashg'ulotini pedagogik boshqarish, uning samaradorligini baholash



Laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim berish texnologiyasini loyihalashtirish va rejalashtirish

Xisobli turdagi laboratoriya mashg'uloti ta'lim texnologiyasi

Bunday mashg'ulotlarni o'tkazishning asosiy yo'li ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi tomonidan berilgan topshiriq va ma'lumotlarni guruhda texnik vositalardan foydalanib bajarishdan iborat bo'ladi.

Bunday **mashg'ulotlar samaradorligi** ta'lim oluvchilarni mashg'ulotga tayyorlanish sifati bilan aniqlanadi. Yangiliklar bilan chiquvchi, ta'lim oluvchilarning tayyorgarligi ahamiyatga ega bo'ladi.

1. Tayyorgarlik bosqichi

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Oldindagi Laboratoriya mashg'uloti uchun ma'ruza/yangiliklar mavzular (topshiriqlar) ro'yxatini taklif etadi. O'quv fanini bundan keyin o'zlashtirishda, zamonaviy ijtimoiy/iqtisodiy va boshqa kelgusidagi kasbiy faoliyatlaridagi muammolarda to'liq yo'nalish olishda ularning muhimligini tushuntiradi. Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanish uchun adabiyotlar ro'yxatini taviya etadi. Tanlangan topshiriq bo'yicha referatning batafsil rejasini tuzib chiqish vazifasini beradi. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilariga: Laboratoriya mashg'uloti mavzusiga bog'liq bo'lgan ma'ruza mazmunini va qo'shimcha materiallarni o'rganish vazifasini beradi, o'zlashtirilgan bilimlar va bajarilgan topshiriq muhokamasini nazorat qilishga tayyor bo'lishlarini aytadi.	Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanadilar. Referat (Topshiriq) rejasini tuzadilar
Referat (Topshiriq) rejasini muhokama qiladilar	
	Tezlikda boshlang'ich g'oyaga o'zgartirish, aniqliklar, to'ldirishlarni kiritadi.
Tayyorlangan referat (Topshiriq) mazmuni bilan tanishadi. Lozim bo'lgan holda talabalar referatni to'ldirishlari uchun savollar beradi.	
Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruza qilishning tuzilishi va usulini muhokama qiladi	

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashg'ulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza materialini bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni <i>faollashtiradi</i>. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashg'ulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarliligini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar, savollar beradilar
2. Asosiy qism. 2.1. Talabalarni topshiriqni bajarish va natijalarni taqdimotini tashkillashtiradi. Ma'ruza yoki yangiliklar mazmuni tinglovchilarni qiziqitirmay qo'ygan holda, yoki aksincha, ma'ruza vaqtida ko'tarilgan savol yuqori qiziqishni uyg'otsa, ma'ruzachini ma'lum vaqtgacha xushmuomalalik bilan to'xtadi va Laboratoriya mashg'ulotida olingan natijalarni jamoaviy muhokama yo'lida o'tkazadi. 2.2. Laboratoriya mashg'ulotini tajriba usulida o'tkazishni tashkillashtiradi <i>Laboratoriya mashg'ulotini sekin-asta tashkillashtirilgan munozara shakliga o'tkazadi.</i> Har bir guruhcha sardorlari ma'ruzasi muhokamasini qisqa umumlashtirish, ma'ruzaning asosiy holatlari va muhokama (munozara) natijalarini qayd etish bilan tugatadi	Talabalar berilgan topshiriqni bajaradilar: kuzatadilar, tuzadilar, hisoblaydilar, xulosa qiladilar. Olingan natijalarni muhokama qiladilar va taqdimotini tayyorlaydilar. Ish mazmunini jamoaviy muhokama qiladilar, bahslashadilar

Ish mazmuni bo'yicha savollarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

Mazmunni aniqlashtirishga yo'naltirilgan, savollar: ma'ruzani ayrim bayonini takrorlash talab etiladi;

Mazmunni kelgusi rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan, savollar: ma'ruzani to'ldirishni talab etadi.

O'qituvchi avvalo 1-chi guruhdagi savollar muhokamasini, so'ngra jamoaviy 2-chi guruh savollariga javoblarni topishni tashkillashtiradi.

Laboratoriya mashg'ulotida munozarani tashkillashtirish quyidagilarni nazarda tutadi:

1. Mashg'ulot jarayonida berilgan savollarga erkin fikr aytishlari va talabalar tomonidan o'zlarining javoblarni asoslab berishlarini ta'minlash;
2. boshqa talabalar tomonidan mos javoblarning tushunishni ta'minlash;
3. aniqlik kiritish, to'ldirish, o'zgartirishlarni tushunishni ta'minlash;
4. berilgan savollarga tasdiqlovchi javoblar berishni tashkillashtirish.



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi: Bajarilgan ishni muhokama qilishda javoblardan iborat bo'lgan xulosalarni ifodalaydi; Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruzachi va ishtirokchilari tayyorgarligini, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi; Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi;	Savollar beradilar, baholar bilan tanishadilar, muammo bilan tanishadilar

Jarayonli turdagi laboratoriya mashg'ulotida ta'lim texnologiyasi

Laboratoriya mashg'ulotida jarayonlar vizual kuzatiladi va bu jarayonlar ma'ruzada berilgan ma'lumotlar asosida tadqiq qilinadi va xulosa beriladi.

1. Tayyorgarlik bosqich

Faoliyat	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1.1. Mavzu bilan tanishtiradi. 1.2. Qurilmaning sxemasi bilan tanishtiradi 1.3. Ishni bajarish vositalari bilan tanishtiradi 1.4. Mashg'ulotni bajarishda ishtirok etishi uchun muhim bo'lgan talabalar bilimini faollashtirish uchun savol va topshiriqlar ro'yxatini tuzadi. 1.5. Talabalarning bilimlarini faollashtirish asosida ularni jarayonga "olib kirish" yo'llari va vositalarini aniqlaydi	

Mashg'ulot savollari va topshiriqlar tizimini ishlab chiqish talabalarni puxta o'ylagan va imkonli javoblarini hisobga olishni nazarda tutadi. Yaxshi loyihalangan texnologiyada ham, mashg'ulot vaqtida vaqtida dastlabki rejadani, talabalarning alohida xususiyatlari ulardagi o'zaro bog'langan bilimlarning daraja va hajmi turlichaligi sababli, chetga chiqishlar bo'lishi mumkin.

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar

Faoliyat	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashg'ulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza materialini bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni faollashtiradi. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashg'ulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarliligini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar. Topshiriqni bajarishga tayyorlanadilar

2. Asosiy qism. 2.1. Faollashtirilgan bilimlar asosida talabalarni mashg'ulotda hal etiladigan topshiriqqa "olib kiradi" va uni ifodalaydi. 2.2. Tajribani boshlashdan avval, talabalar belgilangan topshiriqni qabul qila olishlarini ta'minlash maqsadida, uni dastlabki yechib ko'rishni tashkillashtiradi. Talabalar bilan birgalikda tajribani bajarish tartibini muhokama qiladi, ularda paydo bo'lgan qiyinchiliklarni aniqlaydi va tahlil qiladi. 2.3. Topshiriqni yechish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: tajriba usuli yoki koop-koop usulidan foydalanish maqsadga muvofiq. 2.4. Yakuniy xulosani ifodalaydi.	Tinglaydilar. Kuzatadilar. Ishni bajaradilar: kuzatadilar, o'lchaydilar, hisoblaydilar, tahlil qiladilar va xulosa beradilar. Olingan natijalar bo'yicha munozara qiladilar va guruh sardorlari natijalarni taqdimotga tayyorlaydilar.
--	---

3. Yakuniy bosqich



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi: 3.1. Talabalar tomonidan bajarilgan, ish natijalarini baholaydi. 3.2. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilari tayyorgarligi, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi. 3.3. Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi. 3.4. Qatnashchilarni baholaydilar	Savollar beradilar. O'z-o'zini baholaydilar.

Berilgan savolga javob izlashni tashkillashtirish izchilligi:

1. berilgan savolga javoblarni izlash va asoslash bo'yicha talabalarning fikrlash harakatlarini tashkillashtirish;
2. javoblarning tanqidiy tahlil qilish, ularning kuchli va kuchsiz tomonlarini aniqlashni tashkillashtirish;
3. mos keluvchi tomonlarni ishlab chiqish-eng to'g'ri javoblarni tuzib chiqish maqsadida o'zlari o'rtasida javoblarni taqqoslashni tashkillashtirish.

TAJRIBA USULI

Tajriba usuli -bu shunday usulki, bunda ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi rahbarligi ostida va oldindan tayyorlangan reja bo'yicha tajribalar o'tkazadilar yoki amaliy topshiriqlarni bajaradilar, shu jarayonda yangi bilimlarni qabul qiladilar va anglab yetadilar.

Usulning asosiy vazifalari - o'rgatish va rivojlantirish. Bu usul ta'lim oluvchilarga quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

- jihoz bilan ishlash malaka va ko'nikmalarini egallash;
- ma'lum bo'lganlarni tekshirish va mustaqil tadqiqotning yo'llarini tanlash;
- amaliy malakalarni egallash: o'lchash va hisoblash; natijalarni qayta ishlash va avvalgilari bilan solishtirish.

Tajriba usuli murakkabdir. U maxsus, qimmatli jihozlarni bo'lishi, nafaqat sizni, balki ta'lim oluvchilarning ham puxta tayyorgarligini talab etadi. Undan foydalanish kuch va vaqtni sarflash bilan bog'liq. SHuning uchun, tajriba usulini rejalashtirayotganda, mustaqil tadqiqotning ta'lim samaradorligini oshirishiga bo'lishiga ishonch hosil qilish zarur.

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli va texnologik xarita

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli

<i>Vaqt: 2 soat</i>	<i>Talabalar soni: 12-14 ta</i>
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	jaraenli laboratoriya mashg'uloti
<i>O'quv mashg'ulot rejasi</i>	1. 2. 3.
<i>O'quv mashg'ulot maqsadi: ...bo'yicha bilimlarni mustahkamlash, ... to'g'risida muammoli vazifalarni yechish malakalarini rivojlantirish</i>	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -... to'g'risida ma'lumotlarni tizimlashtirishni o'rgatish; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni, tahlil qilishni o'rgatish; - ... imkoniyatlarni ilgari surish, ularni baholash, yakuniy xulosalar qilishni o'rgatish.	<i>O'quv faoliyat natijalari:</i> - ... ma'lumotlarni tizimga soladilar; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya topshirig'ini bajaradilar, tahlil qiladilar; - ... imkoniyatlarni ilgari suradilar, ularni baholaydilar, yakuniy xulosalar qiladilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	tajriba usuli, suhbat, munozara, koop-koop
<i>Ta'limni tashkillashtirish shakli</i>	guruhli.
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, A32 o'lchamdagi qog'ozlar, markerlar, skoch, maxsus jixoz va kurilmalar, o'quv materiallar.
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo'ljallangan maxsus xona.
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: tezkor-so'rov Ezma nazorat: takdimot

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1 - bosqich. O'quv mashg'ulotiga kirish (15 daq.)	1. Mavzuning nomi, maqsad va kutilayotgan natijalarni yetkazadi. Mashg'ulot jaraenli Laboratoriya mashguloti shaklida borishini ma'lum qiladi. 1.2. Talabalar bilimini suhbat shaklida faollashtiradi (№ ilova). Bilimlarni faollashtirish jarayonida laboratoriya mashgulotini bajarish bo'yicha izlanuvchilik faoliyatida faol ishtirok etishlari uchun talabalarning egallagan bilimlarini yetarliligini aniqlaydi. Talabalarni guruxlarga ajratadi.	Tinglaydilar, yozib oladilar
2 - bosqich. Asosiy (55 daq.)	2.1. talabalarga mashg'ulot topshirig'ini o'qib beradi. 2.2. Mashg'ulot topshirig'ini bajarish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: 2.3. Talabalarni kichik 3 gurhlarga bo'ladi, topshiriqni yechish vazifasini beradi. O'quv materiallari, baholash ko'rsatkichlari va mezonlarini tarqatadi (№ ilova). Taqdimot uchun qog'ozlarni, markerlarni tarqatadi, aqliy hujum qoidasini eslatadi. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi. 2.4. Taqdimot boshlanganligini ma'lum qiladi, guruhlar chiqishlarini boshqaradi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'g'ri yechimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'liqligini baholaydi, savollarga javob beradi.	Savollarga javob beradilar. Muammoni yechish bo'yicha o'z fikrlarini beradilar. Kichik muammoni yechish bo'yicha fikrlar bildiradilar, munozara qiladilar, tahlil qiladilar, xulosa chiqaradilar. Guruh vakillari taqdimot qiladilar, yakuniy xulosani beradilar. Tinglaydilar
3 bosqich. Yakuniy (10 daq.)	3.1. Taqdimot yakunlaydi, muammoni yechishda yuzaga kelgan qiyinchiliklarni ko'rsatadi 3.2. Mavzu bo'yicha yakun qiladi, qilingan ishlarni kelgusida kasbiy faoliyatlarida ahamiyatga ega ekanligi muhimligiga talabalar e'tiborini qaratadi. 3.3. Talabalarni baholaydi.	Tinglaydilar. Topshiriqni yozadilar

-LABORATORIYA MASHG'ULOTI.

Mavzu: Aktinometr yordamida to'g'ri oqimdagi quyosh radiatsiyasini o'lchash

Ishni bajarishdan maqsad: Termoelektrik aktinometrning tuzilishi, ishlashi bilan tanishish va bu qurilma yordamida to'g'ri quyosh radiatsiyasini o'lchash.

Kerakli asbob va materiallar: Savinova-Yanishevskiy aktinometri, GSA-1 gal'vanometri, ulash simlari.

Ish to'g'risida nazariy ma'lumotlar

Insoniyat oxir-oqibatda energiyaning asosiy manbaii Quyoshga murojat etish kerak, degan fikrni olimlar oldindan aytib kelishgan. Yil davomida Yer Quyoshdan taxminan $6 \cdot 10^{17}$ Kvt·soat nurlanish energiyasini oladi, bu insoniyat xozirgi vaqtda sarflayotgan energiyadan 20 ming martadan ko'proqdir. Uning 0,001 qismidan kamrog'ini o'simliklar va odamlar ishlatadilar. Energiyaning nurlanish manbaii sifatida Quyosh turli tuman elektromagnit to'lqinlarni chiqaradi. Quyosh nurlarining katta qismi spektrning infraqizil sohasiga, deyarli yarmini ko'zga ko'rinadigan spektrning $4 \cdot 10^{-7}$ m- $7 \cdot 10^{-7}$ gacha to'lqin uzunliklar sohasiga to'g'ri keladi. Bu Energiya yer

yuzasiga yorug'lik ko'rinishida yetib keladi. Atmosferada ro'y beradigan hamma hodisalar Quyosh radiatsiyasi ta'sirida sodir bo'ladi. Yorug'lik va issiqlik xususiyatiga ega bo'lgan Quyosh nurlari Quyosh radiatsiyasi deb ataladi. Atmosferaning yuqori chegaralariga kirib kelayotgan Quyosh energiyasi bir qancha omillarga bog'liq bo'lib holda, ular ta'sirida solyar (quyosh) iqlimi shakllanadi. Bu miqdor Quyosh doimiysi deb ataladi. Yerning Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha joylashishida Quyosh doimiysining qiymati 1 yanvar 1981yildan $1,367 \pm 0,007 \text{ kvt/m}^2$ deb qabul qilingan. Ayni vaqtda kirib kelayotgan Quyosh radiatsiyasi oqimi Quyosh doimiysi qiymatiga, Quyoshgacha bo'lgan masofaga, Quyoshning og'ishiga, joyning geografik kengligiga va vaqtga bog'liq bo'ladi. Yer sirti atmosfera va umuman yer sayyorasi radiatsion rejimining shakilantiruvchi omili bo'ladi. Bular Quyosh doimiysining qiymati, Quyoshning og'ishi, kun soatlari, atmosfera tarkibi undagi aerozollar va suv bug'larining miqdori va turi, yer sirti al'bedasi, yer sirtining turi holati bilan aniqlanadi. Sanab o'tilgan omillar yer sirti va atmosfera radiatsion balansi hamda uni tashkil etuvchilar (to'g'ri, sochilgan va yig'indi radiatsiya, effektiv nurlanish)ning kunlik va yillik o'zgarishlariga sabab bo'ladi.

Aktinometriya-metrologiyaning bir qismi bo'lib, nurlanish energiyasining (radiatsiya) oqimini o'lchash bilan shug'ullanadi. Quyosh radiatsiyasining yer sirtiga tushuvchi parallel nurlari to'g'ri Quyosh radiatsiyasi deyiladi. Quyosh radiatsiyasining yer sirtiga tushishini xarakterlaydigan kattalik uning intinsivligidir (E_0). U issiqlik miqdori bilan baholanadi. Quyosh nurlariga perpendikulyar joylashgan 1 m^2 qora jism sirtiga 1 minut vaqt ichida tushuvchi quyosh nurlarini yutib issiqlik miqdoriga aylantirish intensivlik bilan ifodalanadi. Atmosfera chegarasidagi quyosh radiatsiyasining intensivligi quyosh doimiysi deyiladi (S_0):

$$S_0 = 1367 \pm 0,007 \frac{BT}{M^2}. \quad (1)$$

Quyosh energiyasining yassi sirtga tushishni xarakterlaydigan kattalik insolyatsiya (E) deyiladi, u ham $\frac{BT}{M^2}$ birlik bilan o'lchanadi. Insolyatsiya va intensivlik orasida quyidagicha bog'liqlik bor:

$$E = E_0 \sin h_0 = E_0 \cos Z_0, \quad (2)$$

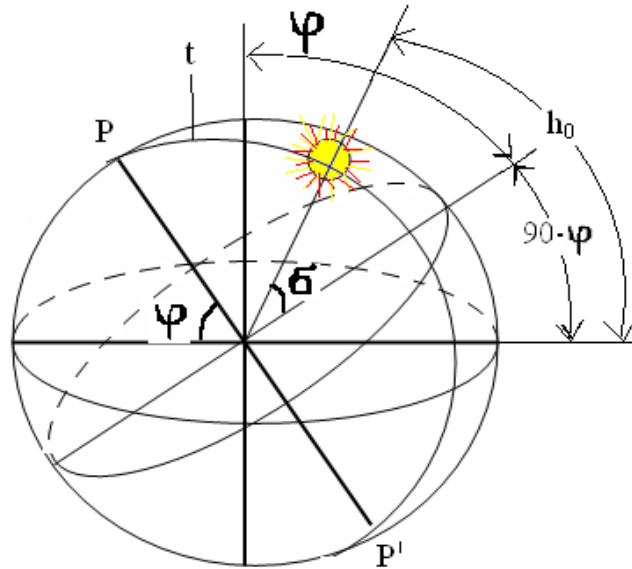
bunda h_0 -Quyosh balandligi; Z_0 -Quyoshning zenit masofasi. Quyoshning balandligi quyidagi astronomik formula yordamida xisoblanadi:

$$h_0 = 90 - \varphi - \delta; \quad \sin h_0 = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau, \quad (3)$$

bu yerda φ –joyning geografik kengligi; Guliston shahri uchun $\varphi = 40,^\circ 5$; Toshkent uchun $\varphi = 41^\circ 3$; δ – quyoshning og'ishi; τ – quyoshning soat burchagi. Har bir oyning 21 sanasi uchun quyoshning og'ish qiymatlarini quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval

t/r	oy	δ	t/r	Oy	δ
1	Yanvar	$-19^\circ 57$	7	Iyul	$+20^\circ 32$
2	Fevral	$-10^\circ 38$	8	Avgust	$+12^\circ 12$
3	Mart	$-0^\circ 09$	9	Sentyabr	$0^\circ 48$
4	Aprel	$+11^\circ 47$	10	Oktyabr	$-10^\circ 38$
5	May	$+20^\circ 09$	11	Noyabr	$-19^\circ 53$
6	Iyun	$+23^\circ 27$	12	Dekabr	$-23^\circ 27$



1-rasm. Ekvatorial kordinatalar: φ – joyning geografik kengligi, δ – quyoshning og'ishi, t – quyoshning soat burchagi, RR' – dunyo o'qi, h_0 – quyosh balandligi.

Aniq kengliklar uchun, quyosh radiatsiyasi intensivligining normal J_H sirtga tushishini aniqlashning turli usullari mavjud. J_H ning 38-63° geografik kengliklar uchun hisoblashda

$$J_H = \frac{Q_0 \sin h_0}{\sin h_0 + c}, \quad (4)$$

formuladan foydalaniladi. Bu ifodada s -atmosfera tozaligini ifodolovchi emperik koeffitsient;

$$c = (1 - \rho) / \rho, \quad (5)$$

R-quyosh nurlari normal bo'yicha atmosferadan o'tishdagi tozalik koeffitsientini, bulutsiz kunlar uchun $R=0,7-0,8$ qiymati atrofida tebranadi. Quyosh balandligi har qanday kenglik uchun, har qanday kun vaqtida, yil va yo'nalish sirtining hisoblash (3) formula yordamida bajariladi. Quyosh radiatsiyasining o'rtacha intensivligi J_{yp} , tushuvchi nur va sirt burchak orasidagi ifoda quyidagi formula yordamida aniqlanadi;

$$J_{yp} = J_H \cos \otimes, \quad (6)$$

bu yerda $\cos \otimes$ - kosinus burchak sirt va normal orasidagi burchak. Sutkaning har xil vaqtida turli yo'nalishdagi sirtlar uchun $\cos \otimes$ qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\text{yassi sirtlar uchun: } \cos \otimes^r = \sin \delta \sin \varphi + \cos \varphi \cos \delta \cos \varphi, \quad (7)$$

$$\text{tik sirtlar uchun: } \cos \otimes_{\text{жс}}^B = \cos \delta \sin \varphi \cos \varphi - \sin \delta \cos \varphi, \quad (8)$$

$$\cos \otimes_{\text{ш}}^B = \sin \delta \sin \varphi - \cos \delta \sin \varphi \cos \delta, \quad (9)$$

$$\cos \otimes_{\text{F1шар}}^B = \cos \delta \sin \varphi, \quad (10)$$

$$\cos \otimes_{\text{жF, жушары}}^B = 0,707(\cos \delta \sin \varphi \cos \varphi + \cos \delta \sin \varphi - \sin \delta \cos \varphi), \quad (11)$$

$$\cos \otimes_{\text{шF, шушар}}^B = 0,707(\cos \delta \sin \varphi + \sin \delta \cos \varphi - \cos \delta \cos \varphi + \cos \delta \sin \varphi \cos \varphi); \quad (12)$$

bu formulalarda $\otimes = h \circ$ bo'lib, yuqoridagi indeks yoritiluvchi sirtning joylashishini belgilaydi (G-yassi, V-tik,) pastki indeks yoritgichga nisbatan yo'nalish (j-janub, sh-shimol, g'-g'arb, sharq, jg'-janubiy -g'arbiy, shj-sharqiy-janubiy, shg'-shimoliy-g'arbiy, sh sharq-shimoliy-sharqiy).

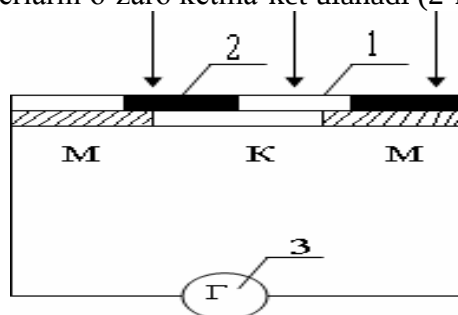
Atmosferaning tiniqligi o'zgarib turganidan quyosh radiatsiyasining intensivligi tush vaqtidagi qiymati nisbatan simmetrik ravishda o'zgarmaydi. Qish oylarida tush vaqtida quyosh radiatsiyasi intensivligi o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Yoz oylarida esa tush vaqti yaqinlashgan sari intensivlik o'zgarmay qoladi ba'zan tush vaqtida intensivlik kamayib qolishi ham mumkin. Bunga sabab shuki, yilning issiq oylarida tush vaqti yaqinlashgan sari atmosferadagi suv bug'lari hamda

turli xil chang zarralarining miqdori oshib ketadi, natijada ular quyosh radiatsiyasining yutish va sochish sababli yer sirtiga tushadigan qismi kamayadi. Yassi va tik sirtlardagi farq sezilarlidir. bu farq ayniqsa qish oylarida juda katta bo'ladi. Yoz oylarida quyosh osmon sferasidan balandda bo'lganida to'g'ri quyosh radiatsiyasining tik va yassi sirtida intensivliklar bir-biriga ancha yaqin bo'ladi.

Asbobning tavsifi

Quyosh nurlanishi energiyasini o'lchash kalorimetrik, fotoelektrik, fotografik va ko'rish usullarida olib beriladi.

Kalorimetrik usulda o'lchash quyosh nuri energiyasini qora jismlarda yutilib issiqlik energiyasiga aylantirish orqali amalga oshiriladi. Hozirgi vaqtda eng ko'p qo'llaniladigan asbob termoelektrik aktinometrdir. Aktinometrning ishlashi uchun termoelektrik effekt asos qilib olingan. Ikki turdagi metall o'tkazgichning uchlari o'zaro kavsharlanib, berk elektr zanjiri xosil qilingan. Kavsharlangan uchlarning temperaturasi bir-biridan farqlanganda zanjirdan kam miqdorda elektr toki o'tadi. Zanjir ochiq bo'lganda vujudga keladigan termo E.Yu.K. kattaligi kavsharlangan uchlarning orasidagi temperaturalar ayirmasiga va kavsharlangan moddaning materialiga bog'liq bo'ladi. Metallarning elektr tokini yaxshi o'tkazishi bilan issiqlikni ham yaxshi o'tkazadilar. SHu tufayli kavsharlangan uchlardagi temperaturalar ayirmasi ΔT ning katta qiymatlariga erishish qiyin. Bunda xosil bo'lgan termo E.Yu.K. miqdori ham katta bo'lmaydi. SHu sababli kattaroq qiymatli E.Yu.K. olish uchun ko'p sonli termomerlarni o'zaro ketma-ket ulanadi (2-rasm).

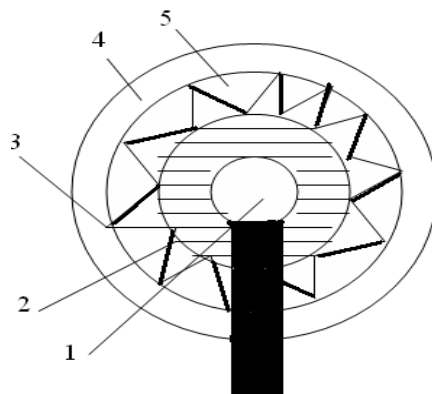


2-rasm. Termoelektrik yutgich sxemasi.

1-oq kavshar, 2-qoraytirilgan kavshar, 3-galvanometr, m-magnin, k-konstanta.

Termoelektrik aktinometrning asosiy qismlari

Termobatareyali yutgich, ichiga termobatareyali disk joylashtirilgan quvur va shtativdan iborat. Yutgich disk kumush folga 1 dan iborat bo'lib qalinligi 2mk, diametri 11mm ni tashkil qiladi. Quyoshga qaragan tarafi qoraytirilgan. Pastki tarafiga papiros qog'oziga termoelektrik batareyaning manganin va konstanta poloskalar mahkamlangan. 2-rasmda 8 elementdan tashkil topgan sxema ko'rsatilgan. Zamonaviy aktinometrlarda 35 va undan ortiq termoelementdan foydalaniladi. Barcha toq nomerli kavsharlangan uchlarning markaz atrofida, juft nomerli kavsharlangan uchlarning esa mis tashqi xalqaga ulangan bo'ladi. Toq nomerli kavsharlar markazdagi qoraytirilgan kumush diskning teskari tomoniga ishqor laki surkab yopishtirilgan papiros qog'ozi ustidan o'rnatilgan. Termoyulduzchanning juft nomerli kavsharlari esa mis halqaning ustiga ishqor laki surkalib unga yopishtirilgan papiros qog'ozi ustiga o'rnatilgan. Natijada termobatareya kumush diskdan va mis halqadan elektr jihatdan izolyatsiyalangan bo'ladi. Aktinometr quvurining ochiq uchi ro'parasiga teskari tomondan toq nomerli kavsharlangan uchlarning yopishtirilgan va quyosh nurlari tushadigan tomon qoraytirilgan va kumush diska joylashtirilgan (3-rasm).



3-rasm. Aktinometr termoyulduzchalarining sxemasi.

1-kumush folʼgali disk, 2-ichki kavsharlar, 3-tashqi kavsharlar, 4-mis disk, 5-izolyatsiyalangan taglik.

Agar aktinometr quvurini quyoshga qaratsak, kumush disk toʻgʻri quyosh nurlanishining taʼsirida qiziydi, mis halqa ismaydi. Toʻgʻri quyosh nurlanishining intensivligi qancha katta boʻlsa issiq va sovuq kavsharlar uchidagi temperaturalar ayirmasi ham shuncha ortadi. Natijada termotok E.Yu.K. kattaligi ham toʻgʻri quyosh nurlanishi intensivligiga proporsional ortadi. Termobatareya kavsharlariga tushuvchi toʻgʻri quyosh nurlanishi energetik yoritilganlik energiyasi termoelektrik tok kattaligiga proporsional boʻladi:

$$S = a \cdot N, \quad (13)$$

bu yerda N -galvanometr strelkasining ogʻishi, boʻlim; a -oʻtkazuvchi koʻpaytma, $B_T / (m^2 \cdot \text{бўлим})$. Asboga GSA-1 turidagi strelkali galvanometr ulanadi. Oʻtkazuvchi koʻpaytma har bir juftlik uchun alohida boʻlib, uni nazorat asbobi bilan solishtirish yoki galvanometr va aktinometr sertifikatidan foydalanib elektrik xarakteristikalari hisoblab chiqish orqali aniqlash mumkin. Bu oʻtkazuvchi koʻpaytmaning qiymati:

$$a = \frac{\partial}{1000K} (R_s + R_r + R_{oo}), \quad (14)$$

bu yerda α - oʻtkazuvchi koʻpaytma;

∂ - galvanometr boʻlimlarning shkaladagi baholanishi, mkA; K - termoelektrik asbobning sezgirligi, $M^B / (698BT / M^2)$; R_6 - termobatareya qarshiligi omillarda; R_r - galvanometrning ichki qarshiligi; R_{oo} - galvanometrning qoʻshimcha qarshiligi. Bizning laboratoriyadagi asboblarning uchun;

$$R_6 = 16,1 \text{ cm}; R_r = 40,7 \text{ cm}; R_{oo} = 75,5 \text{ cm}; \partial = 0,91 \cdot 10^{-6} \text{ A}; K = 6,45 M^B / (1 \text{ kcal} / \text{cm}^2 \text{ min})$$

Ishni bajarish tartibi

Toʻgʻri quyosh nurlanishini oʻlchashda M_3(AT-50) termoelektrik aktinometrlari keng foydalaniladi.

Aktinometrni ishga tayyorlash.

1. Asbobning shtativ oʻqi kuzatish joyining geografik kengligiga moslanadi. SHundan soʻng aktinometr asosidagi strelka shimolga qaratiladi.
2. Qabul qiluvchi sirt yoʻnalishi quyoshga moslanadi.
3. Aktinometr termobatareyasi uchlari simlar orqali GSA-1 galvanometrning + va s qutublariga ulanadi. Agar galvanometrning ogʻishi nol dan past boʻlsa sim uchlari almashtiriladi.
4. Galvanometr ogʻishi nol inchi boʻlim dan oʻng ga ogʻish ga erishish lozim.

Oʻlchashlar

1. Galvanometrning yuz tomonga joylashgan termometr koʻrsatishi yozib qoʻyiladi.
2. Aktinometr quvurning qopqogʻi ochib qoʻyiladi, soʻngra quvur quyoshga aniq qaratiladi, 1-2 minut quyosh nurlanishi hisobiga termobatareya qizdiriladi.

3. So'ngra aktinometrquvurini qopqoq yordamida berkitiladi va 10-15 s keyini gal'vanometr strelkasi ko'rsatilgan bo'limi N_0^{11} nol holati aniqlanadi.

4. Quvur qopqog'i yana olib qo'yib, quyosh yo'nalishi aniqlanadi, har 10-15 s o'tgandan keyin gal'vanometr ko'rsatishlari (N_1, N_2, N_3) yozib olinadi. Quvur qopqog'i berkitiladi 1-2 minutdan so'ng gal'vanometr strelkasining N_0 nol holati aniqlanadi.

O'lchash natijalarini qayta ishlash

1. Gal'vanometr strelkasining ikkita nol holati N_0^1, N_0^{11} uchta N_1, N_2, N_3 , holatlari uchun o'rtacha $\bar{N}_0$ aniqlikda hisoblanadi.

$$\bar{N}_0 = \frac{N_0^1 + N_0^{11}}{2}; \bar{N} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}.$$

2. Gal'vanometrning haqiqiy qiymati N ni $\bar{N}$ o'rtacha qiymati va ΔN tuzatma kiritish orqali aniqlanadi. Gal'vanometr posportidan foydalanib, o'lchashlar o'tkizilayotgan temperaturadagi ΔN tuzatma olinadi va gal'vanometrning o'rtacha N_2 holati aniqlanadi: $N = \bar{N} \pm \Delta N - N_0$.

3. To'g'ri nurlanish $S_{\kappa 4} BT / M^2$ larda ifodalash gal'vanometr ko'rsatishi N ni almashtirish doyimiyisi α ga ko'paytiriladi: $S = \alpha N$.

4. To'g'ri quyosh nurlanish yassi sirt uchun (2) formula asosida hisoblanadi:

$$S^1 = S \sin h_0.$$

5. Ufqga nisbatan quyosh balandligi h_0 va $\sin h_0$ ni quydagi formuladan hisoblanadi

$$\sin h_0 = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \otimes,$$

bu yerda φ -joyning geografik kengligi; δ - quyoshning og'ishi (1-jadvaldan olindi); $\otimes$ - quyoshning soat burchagi, u tushlik vaqtdan $\otimes = 15^\circ (t_{xa aa aa} - 12 coam)$ foydalanib graduslarda ifodalanadi.

6. O'lchash natijalari 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval.

Aktinometr №

Gal'vanometr №

Almashtiruvchi ko'paytma a=

Tr	Quyosh vaqti	Quyoshning gorizanddan balandligi xisob	Gal'vanometr ko'rsatishi Nol joy qiymati to'g'ri nurlanish
	o'rtacha haqiqiy qiymat		
1.			
2.			
3.			

7. Olingan natijalardan foydalanib xisobot tayyorlash.

Nazorat savollari

1. Ishda ishlatiladigan asboblarni nomlarini ayting?
2. Quyosh nurlanish qanday turlarga bo'linadi?
3. To'g'ri quyosh nurlanishni o'lchashda qanday usullardan foydalaniladi?
4. Insoliyatsiya nima ekanligini tushuntiring?
5. To'g'ri quyosh nurlanishning intensivligini tushuntiring?
6. To'g'ri quyosh nurlanishning intensivligi qanday kattaliklarga bog'liq bo'ladi?

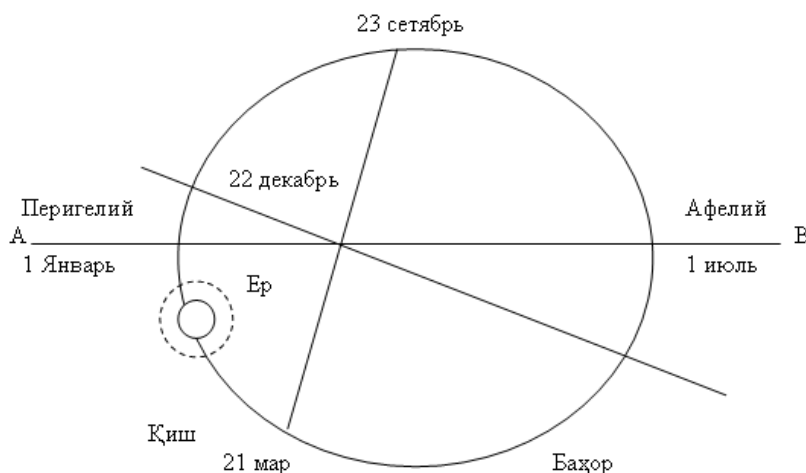
2-LABORATORIYA MASHG'ULOTI

Mavzu: Yig'indi quyosh radiatsiyasini pirgeliometr yordamida o'lchash

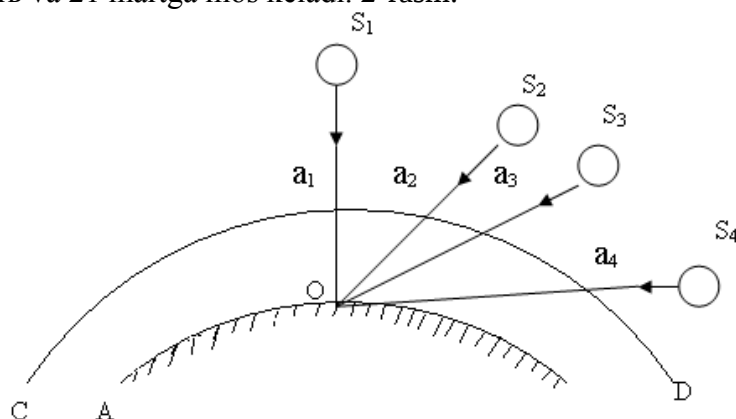
Kerakli asbob va materiallar: M-80M turidagi piranometr, GSA-1 turidagi strelkali gal'vanometr, ulovchi simlar.

Ish to'g'risida nazariy ma'lumotlar

Er o'z orbitasida harakat qilish vaqtida ellips ko'rinishdagi traektoriyani hosil qiladi, bunda ellipsning fokuslaridan birida Quyosh yotadi. Yer o'zining gorizontga nisbatan og'ishi $66,5^{\circ}$ yoki bu o'zining tekislik nisbatan perpendikulyar vaziyati $23,5^{\circ}$ ga teng bo'ladi. Qish vaqtida A nuqtada (perigeliy) yer Quyoshga eng yaqin masofada bo'ladi, yozda esa V nuqtada (afeliy) Quyoshdan eng uzoq masofada bo'ladi 1-rasm.



1-rasm. Yer sharining Quyosh atrofidagi harakat orbitasi yer o'zining aylanish vaqtidagi og'ish o'zgarishi yil bo'yicha vaqtning o'zgarishiga olib keladi. yerning shimoliy yarim sharida yil boshi Quyosh turish vaqtiga mos keladi: qishda- 22 dekabr, yozda- 21 iyun va kuzgi va bahorgi teng kunliklar-23 sentyabr va 21 martga mos keladi. 2-rasm.



2-rasm. Quyosh balandligi va quyosh nurining atmosferadan o'tishi.

Quyosh nurining yer atmosferasidan o'tishi va uning balandlik bilan bog'lanish sxemasi bilan ko'rsatilgan. AV-er yuzasi, SD-atmosfera chegarasi, S_1 da Quyosh nurlari bo'lganda atmosferada a_1 o masofani bosib o'tadi ; S_2 bo'lganda nur a_2 o masofani bosib o'tadi; S_3 bo'lganda nur a_3 o masofani bosib o'tadi; S_4 bo'lganda nur a_4 o masofani bosib o'tadi. SHunday qilib, Quyosh kichik balandlikda bo'lganda atmosferada uzun yo'lni bosib o'tadi. Demak, yutilish va sochilish Quyosh nurlanishida yuqoridagi kattaliklarga bog'liq bo'ladi.

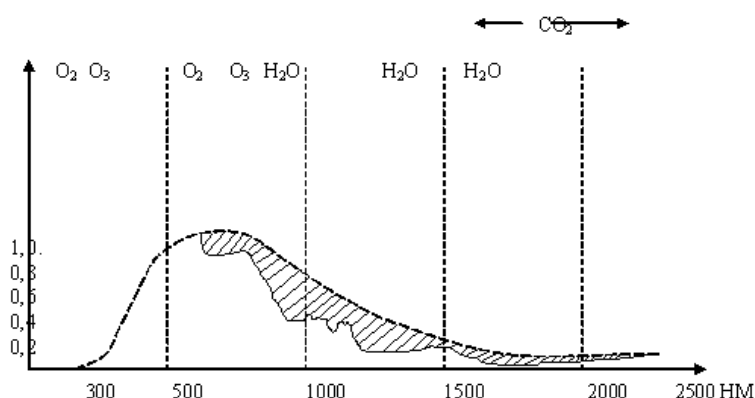
Quyosh nurlanishi atmosfera va bulutlarda sochilganidan keyin havo molekulalaridan, bulut va chang zarralaridan qaytib yerdagi gorizont sirtga tushadigan qismi sochilgan quyosh nurlanishi deyiladi. Yassi sirtga bir vaqtda tushuvchi to'g'ri va sochilgan Quyosh nurlanishi birgalikda yig'indi Quyosh nurlanishini hosil qiladi. Quyosh radiatsiyasining asosiy qismining to'liq uzunligi

0,29 mkm dan 4 mkm gacha bo'lgan nurlarni tashkil qiladi. Quyosh spektrini odatda uch qismga ajratib o'rganiladi:

1. Infraqizil nurlar (to'liq uzunlik $4\text{MKM} \leq \lambda \leq 0,76\text{MKM}$),
2. Ko'rinadigan nurlar ($0,4\text{mkm} \leq \lambda \leq 0,76\text{mkm}$),
3. Ultrabinafsha nurlar ($0,29\text{mkm} \leq \lambda \leq 0,4\text{mkm}$).

Atmosfera va bulutlar birgalikda Quyoshdan yerga tushadigan nurning energiyasini 15 foizini yutadi. Atmosferada Quyosh nurlanishining yutilishida atmosfera tarkibidagi kislarod (O_2), ozon (O_3), karbonat angdrid (SO_2), suv bug'i (N_2O) va boshqa turli chang zarralari asosiy omil bo'ladi. Atmosfera tarkibidagi gazlar turli to'liq uzunlikdagi nurlarni tanlab yutish qobiliyatiga ega bo'lganligidan ularning har biri Quyosh radiatsiyasining ayrim qisimlarinigina zaiflashtiradi. Kislarod malekulalari spektrning qisqa to'liq uzunligini yaxshi yutadi. SO_2 molekulalari esa buning aksicha, infraqizil nurlarni yutib, ultrabinafsha va ko'rinadigan nurlarni o'tkazadi. Ozon molekulalari ultrabinafsha nurlarni suv bug'i esa ko'rinadigan va infraqizil nurlarni yaxshi yutadi.

Quyosh spektrdagi energiyaning to'liq uzunliklar bo'yicha taqsimlanish grafigi 3-rasmda ko'rsatilgan



3-rasm. Quyosh nurlarini suv bug'ida yutilishi. 1-quyosh nurining atmosferadan o'tgunga qadar taqsimlanishi 2-quyosh nuring atmosferadan o'tgandan keyingi taqsimlanishi

To'liq uzunligi 0,29 mkm dan qisqa bo'lgan to'liq uzunlikdagi Quyosh nurlarini atmosferaning yuqori qatlamidagi ozon yutgani uchun yerga yetib kelmaydi. Atmosferaning yerni ortiqcha isib va sovib ketishidan saqlashi hammaga ma'lum. Bunda "issiqlik effekti"ni yaratishda atmosferadagi SO_2 gazi katta omil bo'ladi.

Er atmosferasida quyosh nurlanishning susayishini hisobga olish

Er atmosferasining balandlik bo'yicha chegaralari hozirgi vaqtda bir necha ming kilometrni tashkil qiladi. Atmosfera zichligi yuqoriga chiqqan sari kamayib boradi. Atmosferaning yuqori qatlami geokaran deb ataladi va u 10-20 ming kilometr yer yuzasidan yuqorida joylashgan bo'ladi. Atmosferaning fizik sharoiti keskin o'zgarib turadi, chunki balandlik o'zgarishi bilan atmosfera qatlamlari ham o'zgaradi.

Atmosfera balandligi o'zgarishi bilan uning fizik kattaliklarini o'zgarishi 1-jadvalda keltirilgan. jadval

Balandlik h, km	Temperatura $t, ^\circ\text{S}$	Zichlik $\rho, 10^{-3}\text{g/sm}^3$	Bosim R, mb.
0,0	+15,0	1,225	1013,25
0,5	+11,75	1,1672	954,53
1,0	+8,5	1,1117	898,76
1,5	+5,25	1,0582	845,66
2,0	+1,99	1,0066	794,98
3,0	-4,51	$9,0941 \cdot 10^{-1}$	701,25

4,0 5,0	-11,02 -17,52	$8,1942 \cdot 10^{-1}$ $7,3654 \cdot 10^{-1}$	616,56 540,45
8,0 10	-37,01 50,0	$5,2591 \cdot 10^{-1}$ $4,1357 \cdot 10^{-1}$	356,48 264,91
11 20	-56,49 -56,49	$3,6485 \cdot 10^{-1}$ $8,8870 \cdot 10^{-1}$	226,90 55,269
30 40	-42,80 -15,49	$1,7901 \cdot 10^{-2}$ $4,0003 \cdot 10^{-3}$	11,836 2,9586
50 60	+0,85 -19,75	$1,0754 \cdot 10^{-3}$ $3,3162 \cdot 10^{-4}$	$8,4581 \cdot 10^{-1}$ $2,4121 \cdot 10^{-1}$
70 80	-54,0 -88,15	$9,2747 \cdot 10^{-5}$ $2,0979 \cdot 10^{-5}$	$5,8343 \cdot 10^{-2}$ $1,1141 \cdot 10^{-2}$
90 100	-88,15 -63,93	$3,4733 \cdot 10^{-6}$ $5,3993 \cdot 10^{-7}$	$1,8444 \cdot 10^{-3}$ $3,2411 \cdot 10^{-4}$
200	+953,61	$3,6109 \cdot 10^{-10}$	$1,3633 \cdot 10^{-6}$
300	+1084,8	$3,3531 \cdot 10^{-11}$	$1,5939 \cdot 10^{-7}$

Bu gaz to'liq uzunligi 1,46 mkm gacha nurlarni yaxshi o'tkazib, to'liq uzunligi katta bo'lgan nurlarni o'tkazmaydi.

Quyosh nurlanishining ma'lum qismini yerga yaxshi o'tkazib, yerni isishi tufayli chiqadigan uzun to'liqlari atmosferadan tashqariga chiqarmaydi. Atmosfera kunduz kuni Quyosh radiatsiyasini Yerga tomon bir oz zaiflashtirilgan holda o'tkazib, yerni isitadi. Kechasi esa yerni ortiqcha sovib ketishiga yo'l qo'ymaydi. Kechasi yer chiqargan infraqizil nurlarni atmosfera yutadi va yana Yerga tomon yo'nalgan infraqizil nurlanishni hosil qiladi. Quyoshning ufqdan balandligi ortishi bilan Quyosh nurlanishining spektral tarkibi ham o'zgarib boaradi. yer yuzasiga tushuvchi Quyosh nurlanishining spektral tarkibining nisbiy qiymati 2-jadval berilgan.

2-jadval

Nurlanish	Spektral	sohadagi	energiyaning	foizdagi qiymti,%
Manbai	Ultrabinafsha nurlanish	Ko'zga ko'rinuvchi nurlanish	Infraqizil nurlanish	
Quyoshning ufqqa nisbatan 0,5 ⁰ balandlikda bo'lganida	0	28	72	
Quyoshning ufqqa nisbatan 30 ⁰ balandlikda bo'lganida	3	44	53	
Quyosh zenitda bo'lganda	4	46	50	
Hovo rang osmon uchun	10	65	25	

Quyoshning zenit masofasi ortishi bilan yer yuzasiga tushuvchi infraqizil nurlarning miqdori ortadi. Spektrning energiya bo'yicha tasdiqlanishi $E(\lambda)$ nurlanish koeffitsenti va $X(\lambda)$ yutilish koeffitsentining nisbatlaridan aniqlanadi. Bu nisbat elementar hajm uchun Kirxgof qonunidan aniqlashi mumkin.

$$\frac{E(\lambda)}{X(\lambda)} = f(\lambda, T). \quad (1)$$

Quyosh termodinamik muvozanatda bo'lgan hol uchun (1) formulaning ko'rinishi

$$f(\lambda, T) = B(\lambda, T), \quad (2)$$

o'tadi, bu yerda $B(\lambda, T)$ - Plank funktsiyasi deb ataladi.

$$B(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\frac{hc}{\lambda T} - 1} = \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\frac{c_2}{\lambda T} - 1}. \quad (3)$$

To'liq Quyosh nurlanishining to'liq uzunligini aniqlash uchun, hamma soha bo'yicha integrallanishi kerak, u o'z navbatida Stefan- Boltsman qonunining parametrlari orqali ifodalanadi.

$$B(T) = \frac{\sigma}{\pi} T^4. \quad (3^1)$$

Agar λ_1 dan λ_2 gacha to'liq uzunligi oralig'ida quyoshdan chiqayotgan nurlanishni hisoblashda $f(\lambda)$ egri chiziqli yuzani λ_1 dan λ_2 gacha bo'lgan qiymatni hisoblash kerak. Matematik nuqtai nazardan bu masala

$$J = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} f(\lambda) d\lambda, \quad (2^1)$$

shaklda ifodalanadi.

Buger-Lambert qonuni

dl modda qalinligidan J nurlar dastasining intensivligi o'tayotgan bo'lsin. Nurlar intensivligi "elementar" i nurlar dastalarining yig'indisiga teng deb qarasak:

$$dl = -ixdl. \quad (4)$$

Umumiy holda X parametr, muhitning xarakteristikasi bo'lib $X = x(l)$. Hamma dasta uchun

$$dJ(\lambda) = -J(\lambda)x(\lambda l)dl, \quad (5)$$

yoki

$$J(\lambda) = J_0(\lambda) e^{-\int x(\lambda, \ell) d\ell}. \quad (6)$$

1729 yilda frantsuz fizigi P'er Buger (6) tenglama, ya'ni yorug'likni susayish qonunini aniqladi. Ba'zi adabiyotlarda Buger-Lambert yoki Buger-Lambert-Ber qonuni deb ham ataladi. (6) tenglama muhitning ba'zi bir optik xarakteristikasini aniqlash uchun ishlatiladi. $x(\lambda, \ell)$ kattalikka susayish ko'rsatkichi deb ataladi, uning kattaligi

$$\tau(\lambda) = \int x(\lambda, l) dl, \quad (7)$$

-muhitning optik qalinligi. Demak, susayish ko'rsatkichi optik qalinlikka teng. Ko'p hollarda $x(l)$ ko'rsatkichni hisoblashda, birlik uzunlik bo'yicha xisoblanmasdan, massa yoki modda hajmi bo'yicha(birlik yuzaga) hisoblanadi. Xususiy holda "o'nli susayish koeffitsenti" dan ham foydalaniladi.

$$X_{10}(\lambda, \ell) = 0,4343x(\lambda, \ell). \quad (8)$$

"Susayish ko'rsatkichi" va "optik qalinlik" tushunchasidan foydalanishda yer atmosferasini "yorug'likni susaytiruvchi muhit deb qaraladi. Optik qalinlik atmosferadan tik yo'nalishi uchun ishlatiladi:

$$\tau(\lambda, o) = \int_{h_0}^H x(\lambda, h) dh, \quad (9)$$

va z zenit masofasi uchun:

$$\tau(\lambda, z) = M(z) \int_{h_0}^H x(\lambda, h) dh. \quad (10)$$

Integrallash balandlik bo'yicha olinadi, h_0 — kuzatuvchining balandligi, N-atmosferaning tashqi chegarasi.

$$M(z) = \frac{\tau(\lambda_1 z)}{\tau(\lambda_0)}, \quad (11)$$

kattalikka atmosfera yoki havoning tik yo'nalishdagi massasi deb ataladi. Agar atmosferani yassi parallel qatlamlardan iborat deb qaralsa va refraktsiya hisobga olinsa unda:

$$M(z) = \sec Z, \quad (12)$$

ga teng deb qarash mumkin, atmosferaning massasi birinchi yaqinlashishda faqat to'lqin uzunlikka bog'liq bo'ladi.

Yorug'lik nurini susaytiruvchi muhitning yana bir asosiy xarakteristikasi $\rho(\lambda)$ tozalik ko'effitsientidir. U muhitdan o'tgan nurning, dastlabki nurga nisbatiga teng: (6) va (7) formuladan:

$$\rho(\lambda) = \frac{J(\lambda)}{J_0(\lambda)} = e^{-\tau(\lambda)}, \quad (14)$$

$$\text{Boshqa zenit masofasi uchun} \quad J(\lambda_1 t) = J_0(\lambda) \rho(\lambda)^{M(t)} = J_0(\lambda) e^{-e(\lambda)M(z)}. \quad (15)$$

(5), (6), (15) tenglamalar faqat monoxramatik nurlar uchun o'rinli. λ_1 va λ_2 spektral oraliq uchun (6) integral qiymat orqali yozamiz:

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} J(\lambda_1 t) d\lambda = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} J_0(\lambda) e^{-r[\lambda]M(z)} d\lambda = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} J_0(\lambda) \rho(\lambda)^{M[z]} dz. \quad (16)$$

(16) ifodadan ko'rinadiki muhitning optik qallinligi to'lqin uzunlik o'zgarishi bilan eksponentsial qonun bo'yicha muhitdagi nur susayishiga ega.

Endi havo ochiq bo'lgandagi sochilgan nurlanish qisqacha to'xtalib o'taylik. Sochilgan Quyosh nurlanish intensivligini D harfi bilan belgilaylik. Havo ochiq kunlari sochilgan radiatsiya intensivligining qiymati unchalik katta bo'lmaydi. Yozda Quyosh juda balandda bo'lganda y $0,1 \frac{KAL}{CM^2 MUH}$ atrofida bo'ladi.

Odatda yassi sirtga bir vaqtda tushuvchi to'g'ri Quyosh radiatsiyasi va sochilgan Quyosh nurlanish yig'indi deb yuritiladi. Yig'indi Quyosh nurlanishi intensivligini Q bilan belgilaylik. U vaqt

$$Q = S^1 + D = S \cdot \sinh + D. \quad (17)$$

Yig'indi Quyosh nurlanish tarkibi ham Quyoshning ufqdan balandligiga, atmosferaning tiniqligiga, joyning geografik kengligiga qarab o'zgaradi.

Asbobning tavsifi

Yig'indi va sochilgan nurlanishini o'lchashda asosan Yu.D.Yanishevskiyning piranometri ishlatiladi. Piranometrning asosiy qismi termobatareyadan iborat bo'lib, termobatareya bir-biriga ketma-ket kavsharlangan manganin va konstantta ploskalardan iborat. Barcha ploskalar gorizont tekislikda joylashtirilib, yorug'lik nurlarini qabul qiladigan plastinka vazifasini bajaradi. Termobatarialarni barcha toq nomerli kovsharlarni sirti magnin bilan oq rangga bo'yalgan. Piranometrning nur tushadigan termobatariasining qora va oq rangga bo'yalgan katakchalari shaxmatlashtirilgan ketma-ket almashtiradigan qilib o'rnatilgan.

Quyosh nurlarini qabul qiluvchi plastinka metall prizmalarga o'rnatilib, ustini yarim shar shaklidagi mahsus shishadan yasalgan qopqoq bilan qoplanadi. Bu qopqoqcha termobatareyani shamol, yomg'ir va qordan saqlaydi. O'lchash vaqtida termobatarining uchlariga mahkamlangan yumshoq mis simlari GSA-1 tipidagi galvanometrga ulanadi. Nur tushuvchi sirtga bir vaqtda to'g'ri va sochilgan nurlanish tushadi. Ammo oq rangga bo'yalgan katakchalar o'ziga tushuvchi Quyosh nurlanishining 15 foizini yutsa, qora katakchalar esa Quyosh radiatsiyasining 98 foizini yutadi. Natijada oq va qora termokavsharlarning temperaturalar bir-biridan farq qiladi. Bu temperaturalar ayirmasi nurni o'tadigan sirtga tushuvchi nurlanish kattaligiga proporsionaldir. Termobatareyalarda temperaturalar ayirmasiga proporsional ravishda termotok hosil bo'ladi. Termotok kattaligini asbobga ulangan galvanometr strelkasining og'ishidan bilamiz.

Galvanometr strelkasining ko'rsatishlari $\frac{кал}{см^2 \cdot мин}$ da ifodalash uchun galvanometr strelkasi

ko'rsatishini aktinometr doimiysi K ga ko'paytiriladi. K ning qiymatini aktinometrik stantsiyalarda tekshirilgan aktinometrda olish kerak.

Agar faqat piranometr bo'lsa, u holda shu piranometr va unga ulangan galvanometr uchun almashtiruvchi doimiy K ma'lum bo'lishi kerak. Bunda K ning qiymati shu piranometr va galvanometr gagina tegishli ekanligini unutmash kerak. Piranometr va galvanometrda birontasi boshqasi bilan almashtirilsa, u holda K ning qiymati ham o'zgaradi.

Ishni bajarish tartibi

Ishni boshlashdan 30 minut oldin piranometr va tekshirilgan aktinometrni ochiq maydonchaga o'rnatiladi. So'ngra piranometr oyoqchalarini burash bilan termobatariyani aniq tekis holga keltiriladi. O'lchash ishlarini boshlashdan oldin asboblarni ochiq maydonchaga o'rnatishdan maqsad ular temperaturasini atrofdagi havo temperaturasi bilan bir xil bo'lishiga erishishdir.

O'lchash ishlari quyidagi tartibda olib boriladi.

1. Piranometrni metall g'ilof bilan yopib, galvanometr strelkasining shkaladagi nol holati N_0^1 belgilanadi.
2. G'ilof olib qo'yiladi va ekran bilan piranometrni to'g'ri nurlanishdan to'siladi. Oradan 20 sek o'tgach galvanometr ko'rsatishi aniqlanadi. So'ngra har 20 sek da galvanometr ko'rsatishlari N_2 va N_3 aniqlanadi.
3. To'suvchi ekranni olib qo'yib, yuqoridagi tartibda o'lchab N_4 , N_5 , N_6 lar aniqlanadi (bu holda yig'indi radiatsiyani o'lchanayotganini esda tuting).
4. Piranometrni ekran bilan yana to'sib qo'yiladi va N_7 , N_8 , N_9 lar aniqlanadi.
5. Piranometrni g'ilofi bilan yopib qo'yib, galvanometr strelkasining keyingi nol holati N_0^{11} aniqlanadi.

6. Sochilgan radiatsiya intensivligini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi: $D = K \left(\frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_7 + N_8 + N_9}{6} + \Delta N - \frac{N_0^1 + N_0^{11}}{2} \right)$, (18)

bunda: k-aktinometr doimiysi, ΔN -piranometr ga o'rnatilgan galvanometr ko'rsatishga kiritilgan tuzatma.

7. Gorizantal sirtga tushadigan yig'indi Quyosh nurlanish intensivligini quydagicha hisoblanadi:

$$Q = K \left(\frac{N_4 + N_5 + N_6}{3} + \Delta N - \frac{N_0^1 + N_0^{11}}{2} \right). \quad (19)$$

olingan natijalar quyidagi jadvalga kiritiladi.

3- jadval

Vaqt	Hisoblash tartibi	Galvanometrda	hisoblangan	qiymat
		Nol holat	Sochilgan radiatsiya	Yig'indi radiatsiya

Nazorat savollari

1. Ish to'g'risida tushuncha bering?
2. To'g'ri quyosh nurlanish intensivligi qanday parametrlarga bog'liq bo'ladi?
3. Insolyatsiya nima?
4. Sochilgan quyosh nurlanishi qanday o'zgaradi?

3-LABORATORIYA MASHG'ULOTI

Mavzu: Kremniyli fotoelementning volg't-ampere xarakteristikasini o'rganish hamda foydali ish koeffitsientini aniqlash

Ishning maqsadi: Quyosh nuri ta'siridagi kremniy asosli fotoelementning elektraviy parametrlarini o'lchash hamda Yer yuzasiga tushayotgan quyosh radiatsiyasining miqdorini bilgan holda quyosh fotoelementining F.I.K. ni aniqlash.

Ish to'g'risida nazariy ma'lumot .

Yarim o'tkazgichlar issiqlik, magnit oqimi, yorug'lik ta'sirida o'zining elektr o'tkazuvchanligini oshiradi, ya'ni elektr qarshiligi kamayadi. Bunga sabab ular qo'shimcha tok tashuvchi elektron va teshiklarning hosil bo'lishidir. Bunday ta'sirlar tufayli yarimo'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi yuzlab marta o'zgarishi mumkin. SHuningdek yarimo'tkazgichlarning asosiy xususiyatlaridan biri – uning o'tkazuvchanligi o'zgarishining tashqi ta'sirlarga o'ta sezgirligi hisoblanadi. Yarimo'tkazgichlarning bu xususiyatlari ular asosida ko'pdan ko'p elektron asboblari yaratilishiga sabab bo'ldi.

Yoritilmagan yarimo'tkazgich materiali namunasining elektr o'tkazuvchanligini δ , solishtirma qarshiligini ρ deb belgilasak, ular orasidagi teskari proportsionallik mavjudligini hisobga olib

$$\delta = \frac{1}{\rho} \quad , \quad (1) \quad \text{deb yozsak, uning}$$

qarshiligi esa $R = \rho \frac{l}{S} \quad (2) \text{ formuladan aniqlanadi. Bu yerda}$

$\rho = \frac{R \cdot S}{l}$ - solishtirma qarshilik (3). Bunda 1-namunaning uzunligi l , S -ko'ndalang kesim yuzi. Zanjirning bir qismi uchun Ohm qonuniga asosan tok kuchi

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\rho \frac{l}{S}} = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} \quad (4) \quad \text{bo'lib, bundan solishtirma qarshilik uchun}$$

$\rho = \frac{U \cdot l}{I \cdot S} \quad (5) \quad \text{kelib chiqadi. } U \text{ xolda elektr o'tkazuvchanlik formulasi (1) quyidagi ko'rinishni}$
oladi $\delta = \frac{I \cdot l}{U \cdot S} \quad , \quad (6)$

Yarimo'tkazgich namunasi sirtiga yorug'lik nuri tushganda uning hajmida qo'shimcha zaryad tashuvchilar hosil bo'ladi. Natijada namunaning solishtirma qarshiligini kamayadi va o'z navbatda u orqali o'tayotgan tok kuchi miqdori ΔI ga ortadi. Tok kuchining bu orttirishi yoritilmagan namunadan o'tayotgan I tok kuchi miqdoridan juda katta bo'lgani uchun amalda yoritilgan namunadan o'tayotgan tok fotoelektrik tok kuchi deb olinadi. SHunday qilib, yoritilgan namunadan o'tayotgan fotoelektrik tok, ya'ni fototok

$I_{\phi} = I + \Delta I$, (7) ga teng bo'ladi. Tok kuchidagi bu o'zgarishni hisobga olinsa, (6) formuladagi elektr o'tkazuvchanlik $\Delta \delta$ ga ortadi va u fotoelektr o'tkazuvchanlik deb ataladi:

$$\delta_{\phi} = \delta + \Delta \delta \quad , \quad (8)$$

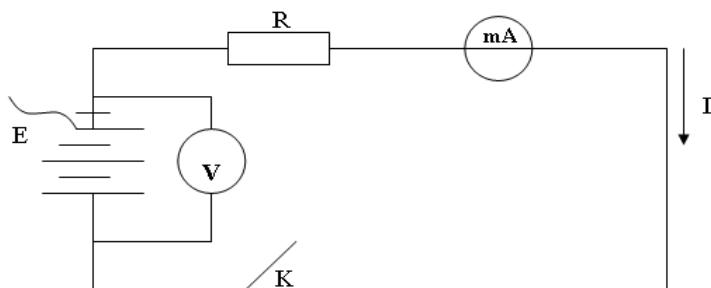
Bu formula yarimo'tkazgichlardagi ichki fotoelektrik effektning analitik ifodasidir. Yuqorida aytib o'tilganidek, yarimo'tkazgichlar metallardan elektr o'tkazuvchanliklari kichik bo'lishi bilan farq qiladi. SHu bilan birga yarimo'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanligi metallar elektr

o'tkazuvchanligidan farqli ravishda harorat oshishi bilan quyidagi qonuniyatga muvofiq oshib

boradi:
$$\delta = \delta_0 e - \frac{b}{T} \quad (9)$$

bunda T-absolyut harorat, δ_0 yarimo'tkazgichning shu haroratdagi elektr o'tkazuvchanligi, b-turli yarim o'tkazgichlar uchun turlicha bo'lgan doimiy son. Juda past haroratlarda yarimo'tkazgichlar deyarlik izolyator xossasiga ega bo'lib qoladi.

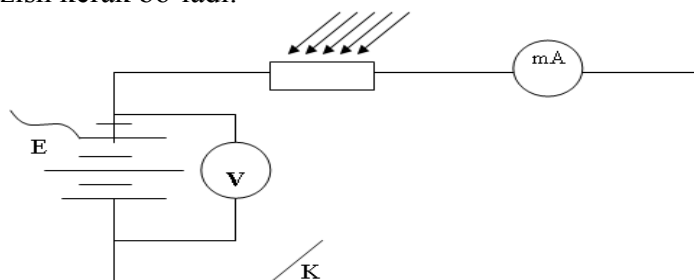
Yarimo'tkazgichning elektr o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun 1-rasm-dagidek sxemadan foydalaniladi.



1-rasm.

Yarimo'tkazgich namunasining elektr o'tkazuvchanligini aniqlash sxema, R – yarimo'tkazgich namunasi, mA - milliampermetr, V- vol'tmetr, Ye-elekr manbai ,K-kalit.

Yoritilgan namunaning fotoelektirik o'tkazuvchanligi δ_ϕ ni aniqlash uchun esa 2-rasmdagidek sxema tuzish kerak bo'ladi.



2-rasm. Yarimo'tkazgich namunasining yoritilgandagi elektr o'tkazuvchanligini aniqlashda ishlatiladigan sxema.

Xarorat ko'tarilganda yarimo'tkazgich o'tkazuvchanligining ortishga sabab shuki, yarimo'tkazgich hajmidagi bog'langan zaryadli zarralarning issiqlik harakati erkin tok tashuvchilarni vujudga keltiradi. Yoritish yoki energiya uzatish bilan bog'liq bo'lgan biror boshqa ta'sir vositasida ham yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligini oshirish mumkin. Ikkita turli yarim o'tkazgichlardan tuzilgan zanjirda ham ikki turli metall o'tkazgichdan tuzilgan termoelementdagidek ancha katta termoelektrik yurituvchi kuchni hosil qilish mumkin. Ikkala kontakt haroratini mos ravishda T_1 va T_2 bilan belgilab, ikkita yarimo'tkazgichdan tuzilgan zanjirda kontaktlar temperaturalarining ayirmasiga propotsional bo'lgan E.Yu.K. hosil bo'lishini topamiz:

$$E = a(T_1 - T_2), \quad (10)$$

SHunisi e'tiborliki, yarimo'tkazgichlarda Ye ning kattaligi $1,5 \cdot 10^{-3}$ *spad* tartibidagi qiymatga erishadi, metallarda esa dan oshmaydi.

Elektron o'tkazuvchanli yarimo'tkazgichning solishtirma termo E.Yu.K. koefitsienti α_n va teshik o'tkazuvchanli yarimo'tkazgich uchun α_p bilan belgilasak, natijaviy solishtirma tarmo E.Yu.K. koefitsienti quyidagicha bo'ladi:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_p \quad (11)$$

Bu holda $T_1 - T_2$ haroratlar ayirmasiga to'g'ri kelgan termo E.Yu.K. Ye ni quyidagicha yoza olamiz:

$$E = (\alpha_n + \alpha_\rho)(T_1 + T_2) \quad (12)$$

Berilgan berk elektr zanjirdan o'tadigan tok kuchi esa:

$$I = \frac{E}{R_n + R_r}, \quad (13)$$

bunda R_r - termoelement tarmoqlarning ichki qarshiligi .

Yuqoridagi tenglikni e'tbarga olgan xolda ,zanjirdan o'tadigan tok kuchining quyidagi ifodasini yozish mumkin :

$$I = \frac{(\alpha_n + \alpha_\rho)(T_1 - T_2)}{R_H + R_r} \quad (14)$$

R_r ning qiymati tarmoqlardagi moddalarga bog'liqligidan ushbuni yozish mumkin:

$$R_r = l \left(\frac{\rho_n}{S_n} + \frac{\rho_\rho}{S_\rho} \right) \quad (15)$$

bunda l-xar bir tarmoqning uzunligi , ρ_n va ρ_ρ -termoelement moddaning solishtirma qarshiliklari , S_n va S_ρ termoelement tarmoqlarini ko'ndalang kesimlari .Nagruzkada ajraladigan foydali quvvatni quydagicha yoza olamiz:

$$p_H = \frac{(\alpha_n + \alpha_\rho)^2 (T_1 - T_2)^2}{(R_H + R_r)^2} R_H \quad (16)$$

Termoelementning foydali ish koefitsientini

$$\eta = \frac{p_H}{Q_1} \quad (17)$$

kabi yozish mumkinligidan η ni topish uchun Q_1 ni aniqlash zarur. Q_1 ni Pelster effektidan foydalanib aniqlanadi . η ning maksimal qiymati uchun ushbu natijaviy ifodaga ega bo'lamiz:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot \frac{\sqrt{1 + 1/2(T_1 + T_2)Z} - 1}{\sqrt{1 + 1/2(T_1 + T_2)Z} + T_2/T_1} \quad (18)$$

formuladagi Z termoelement tarmoqlarining solishtirma issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientlari χ_n va χ_ρ ,solishtirma qarshilik ρ_n va ρ_ρ xamda solishtirma termo E.Yu.K.koefitsienntlari α_n va α_ρ ga bog'liq bo'lgan koefitsient.

$$Z = \frac{(\alpha_n + \alpha_\rho)^2}{\left(\sqrt{\chi_n \rho_n} + \sqrt{\chi_\rho \rho_\rho} \right)^2} \quad (19)$$

Yarim o'tkazgich termoelementining F.I.K. formulasidan ko'rinadiki U 1)term oelement tarmoqlari moddalarining xossasini xarakterlaydigan koefitsient Z ga ,

2) $T_1 - T_2$ temperaturalar ayirmasiga,

3) R_H / R_r nisbatiga bog'liq bo'ladi.

(19) formuladagi Z ning ma'nosini tushinishda soddalik uchun

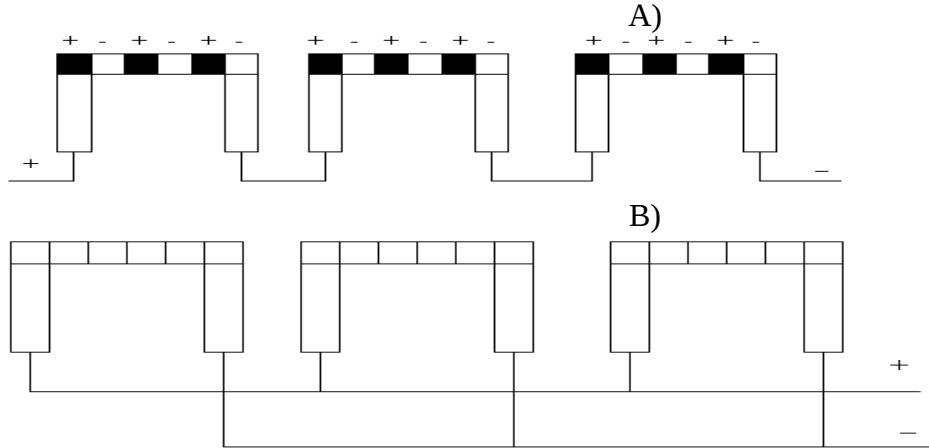
$$\alpha_n = \alpha_\rho = \alpha; \chi_n = \chi_\rho = \chi; \rho_n = \rho_\rho = \rho$$

deb olamiz. U xolda (19)ni quydagicha yozish mumkin:

$$Z = \frac{\alpha^2}{\chi\rho} \text{ yoki } \rho = \frac{1}{\sigma} \text{ ni et'iborga olsak. } Z = \frac{\alpha^2\sigma}{\chi}, (20)$$

termoelementning F.I.K. yuqori bo'lishi uchun Z ning qiymati maksimal bo'lgan yarim o'tkazgichni tanlash kerak. Buning uchun tanlangan yarim o'tkazgich moddalaridan α va σ ning qiymati katta bo'lib, χ ning qiymati esa mumkin qadar kichik bo'lishi kerak.

Termoelementning F.I.K. yuqori bo'lganligi uchun ulardan tuzilgan batareyadan tok manbai sifatida foydalanish mumkin. Termoelement bataryasidan yuqori kuchlanish olish uchun termoelementlar o'zaro ketma-ket. Kuchliroq tok olish uchun esa o'zaro parallel ulanadi.(3-rasm).



3-rasm Termoelement o'zaro –ketma-ket (a) va parallel (b) ulashnishi sxemasi.

Quyosh energiyasi nurlanishni elektr energiyasiga aylantirishda yarim o'tkazgichli fotoelementlardan foydalaniladi. Yarimo'tkazgichli qurilmalar quyidagicha tuzilishga ega .Kremniyli yassi kristall yarimo'tkazgich kovak o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qatlam yuzasiga yupqa elektron o'tkazuvchanli yarim o'tkazgich qoplanadi .Bu ikki chegara qatlamida $p-n$ o'tish yuz beradi .Yarim o'tkazgichli kristalni yoritilganda yorug'lik yutilishi natijasida elektron va teshiklarning energiya taqsimoti o'zgaradi , erkin elektronlar va teshiklar soni o'zgaradi.Bunday xolga fotoeffekt deb ataladi.

Teshik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan zarralar $p-n$ o'tkazuvchanlikka yaqinlashganda ,kontaktdagi elektr maydon ta'sirida elektron o'tkazuvchanlik,teshikka , teshik elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qatlamga o'tadi.(4-rasm)Teshik va elektronlar juftlarining bunday bo'linishi natijasida ,elektron o'tkazuvchan qatlamdan teshiklarda musbat zaryadlar yig'ila boshlaydi.Bu qatlamlar o'tkazgich Bilan ulansa zanjirda elektor toki vujudga keladi.Tok kuchining kattaligi fotoelementga tushuvchi yorug'lik nurining quvvatiga propotsional ravishda o'zgaradi.

Quyosh bataryalari kremniyli yarim o'tkazgich fotoelementlarini ketma-ket yoki parallel ulash yordamida xosil qilinadi.Bunday bataryalardan kosmosda avtomatik stantsiyalarda keng qo'lamda foydalaniladi.

Xar qanday energiya almashinuvchi qurilmalarda bir turdagi energiya ikkinchi turdagi energiyaga nisbati F.I.K.deyiladi.

Quyosh bataryalarining F.I.K. quyosh bataryasining tashqi zanjirda xosil bo'ladigan P_m Elektr toki quvvatini , P_c quyosh nurlanishi quvvatiga nisbati orqali aniqlanadi.

$$\eta = \frac{P_m}{P_c} \quad (21)$$

Bataryaning chiqishidagi P_m elektr tokining quvvatini,fotoelement klemmalariga qarshiliklar magazini,unga ketma-ket xolda milliampermetr va parallel xolda voltmeter ulab aniqlash mumkin.Unda:

$$P_m = IU \quad (22)$$

bo'ladi.

Quyosh nurlanishning oqim zichligi yer atmosferasi chegarasida quyosh doimiysi deb ataladi va uning son qiymati 1373 Vt/m^2 ga teng bo'ladi. Er yuzasidagi Quyosh nurlanishning oqim zichligi kamroq bo'ladi, chunki bir qismi atmosferada yutiladi. Quyosh nurlanishining qaytishi va yutilishi xavodagi bulutlarga, changlarga va chiqindilarga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari atmosfera qatlaminin qalinligiga xam bog'liq bo'ladi.

Quyosh gorizontdan qanchalik past bo'lsa, atmosferadan o'tuvchi nur shuncha katta qatlam orqali o'tadi.

Agar atmosfera toza, xavo bulutsiz bo'lsa, unda dengiz satxiga nisbatan Yerning yuzasidagi Quyosh nurlanishi Quyoshning h_o balandligiga bog'liq bo'lib

gorizont bilan taqriban 1-jadvaldagi qiymatiga mos keladi.

Ishning bajarish tartibi.

Kerakli asboblari va materiallar:

1. Quyosh batariyasi,
2. Qarshiliklar magazini,
3. Voltmetr,
4. Ampermetr,
5. Kalit

1. Ochiq xavoli kunda Quyosh fotoelementining chiqishiga qarshilik magazini, milliampermetr va voltmetr ulangan. Qarshilik magazidan 10 Om qarshilikni ulang.

Fotoelement tekisligini quyosh nurlariga perpendikulyar joylashtirib milliampermetr va voltmetr ko'rsatganlarini yozib oling.

2. Kalitni ulashdan avval manbadagi kuchlanishni minimum qiymatga kelirig yoki potentsiometrni fotoelementga beriladigan kuchlanish deyarli 0 ga teng bo'lgan vaziyatga qo'yig.

3. Kalitni ulang 2-rasm, kuchlanishni oshira borib, tok va kuchlanishlar

1-jadvalga yozib boring

4. Fotoelement qutblarini almashtirib 2-rasmda tasvirlagangan sxema bo'yicha zanjir yig'ing.

5. Potentsiometr surgichini eng chetki, kuchlanishning nolga yaqin vaziyatiga qo'yib kalitni ulang.

6. Kuchlanishni oshira borib, unga mos kelgan tok kuchi qiymatlarini

1-jadvalga yozib boring.

7. 1-jadvaldagi natijadan foydalanib, yarim o'tkazgichli diodning volt amper xarakteristikasining grafigini chizing: ordinata o'qining musbat tomoniga to'g'ri tok va manfiy tomoniga teskari tokni mA larda, abtsissa o'qiga esa kuchlanishi V larda qo'yig. To'g'ri tok va kuchlanish qiymatlari musbat, teskari tok va kuchlanish qiymatlarini manfiy deb xisoblang.

8. Jadvaldagi U va I ning barcha qiymatlarini millimetrli qog'ozga chizilgan koordinatalar sistemasida nuqtalar vaziyati bilan belgilang, so'ngra bu nuqtalarni silliq egri chiziq bilan tutashtirig, xosil bo'lgan grafik fotoelementning voltamper xarakteristikasi bo'ladi.

9. Quyosh fotoelementining foydali quvvati P_m ni xisoblang:

$$P_m = IU \quad (23)$$

10. Transportir yordamida h_o quyosh balandligini o'lchang. 2-jadval yordamida quyosh nurlanishning oqim zichligi q_{HY} ni aniqlang. Quyosh nurlanishning p_c quvvatini xisoblang. Fotoelementni yuzasiga tushuvchi nurning quvvati

$$p_c = qS \quad (24)$$

bu yerda S-fotoelementning yuzasi.

11. Quyosh fotoelementining F.I.K. ni aniqlang.

$$\eta = \frac{P_m}{P_c} \quad (25)$$

12.O'lchash natijalari va xisoblangan qiymatlarni 3-jadvalga yozing.

13.F.I.K.bilan quyosh fotoelementining iste'moldagi qarshilik orasidagi bog'lanishni aniqlang, $\eta = f(R)$ grafigini chizing.

SAVOLLAR

1.Ish to'g'risida tushincha bering?

2.Quyosh fotoelementning F.I.K. nima?

3.Yarim o'tkazgichli fotoelementlarda quyosh energiyasi qanday qilib elektr energiyasiga aylantiriladi?

4.Nima uchun quyosh nurlanishi oqimi,er yuzasida quyoshning balandligi h_o ga ,
ya'ni gorizont bilan quyosh orasidagi burchakka bog'liq bo'ladi?

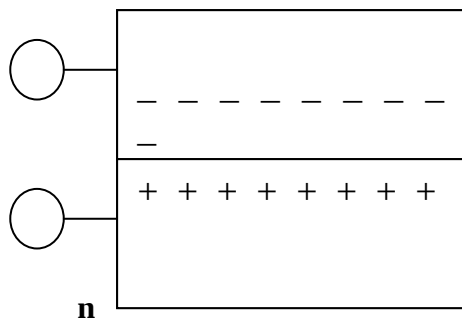
T/R	I, A	U V	P _m Vt	h _o grad	q _{nu} Vt/m ²	S, m ²	P _c Vt	n
R= 100 Om uchun								
1								
2								

1-jadval

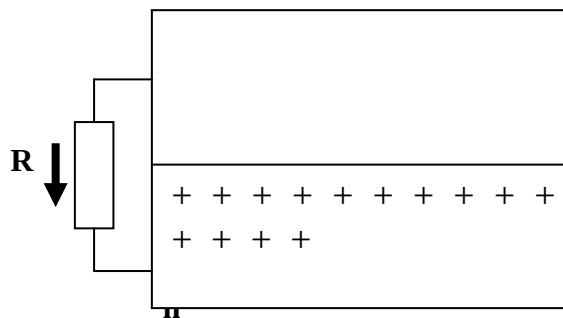
To'g'ri kuchlanish U, B	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
I, mA																
Teskari Kuchlanish U,B																
I, mA																

h _o -Quyoshning gorizontdan balandligib (gard)	q- Quyosh nurlanishining oqim zichligi (Bt/m ²)
5	270
10	450
15	570
20	660
30	770
40	840
50	890
60	910

p



p



4-rasm

Kunlar	Kunlik gradus	12	11	10	9	8	7	6
			12	14	15	16	17	18
6.1	40	837	787	742	640	372		
5.2	40	884	872	814	715	547		
7.3	40	925	907	966	797	615	372	
7.4	40	942	935	907	866	762	611	198
7.5	40	942	935	907	866	797	645	413
7.6	40	930	919	907	866	797	786	517

4-LABORATORIYA MASHG'ULOTI

Mavzu: Er sirtiga yetib kelgan quyosh radiatsiyasining alg'bedosini tajribada aniqlash

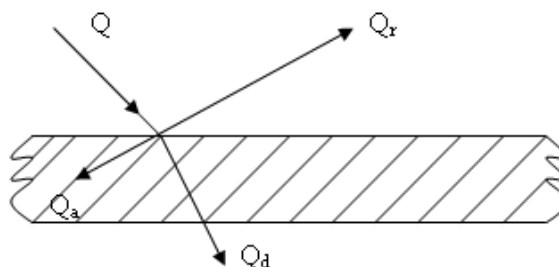
Ishni bajarishdan maqsad: Alʼbedometr yordamida oʻsimliklar bor va yoʻq boʻlgan tuproqdan qaytgan quyosh radiatsiyasini oʻlchash.

Kerakli asbob va materiallar: M-69 turidagi alʼbedometr, GSA-1 strelkali galʼvanometr, ulovchi simlar.

Ish toʻgʻrisida nazariy maʼlumot

Dala sharoitida yigʻindi, sochilgan va qaytgan radiatsiyani oʻlchashda koʻchma M-69 alʼbedometrdan foydalaniladi. Amaliy ishlarni bajarishda asosan oʻsimliklar sirti alʼbedosi aniqlash uchun ishlatiladi. Sanoatda ishlab chiqarilgan piranometrler, yigʻindi quyosh radiatsiyasini oʻlchab boʻlgandan keyin, sharnir yordamida 180^0 ga buriladi va qaytgan radiatsiyani (R) oʻlchash mumkin. Alʼbedometr bir vaqtning oʻzida piranometr va aktinometr vazifasini bajarish mumkin.

Nurlanish elektromagnit toʻlqinlarini chiqaruvchi jismning nur chiqarishdagi foton energiyasi bilan bogʻliq boʻladi. Koʻzga koʻrinuvchi nurlar 0,4-0,8 mkm sohasida issiqlik uzatilishi uncha katta boʻlmasa ham, 0,8-40 mkm sohada issiqlik uzatilishi ancha katta qiymatni tashkil qiladi. Bu oraliqdagi toʻlqin uzunligiga issiqlik nurlanishi deb ataladi. Agar qaralayotgan muhit toza boʻlsa va ikki jism orasida temperatura farqi vujudga kelsa, u holda albatta issiqlik almashinishi sodir boʻladi. Umumiy holda ixtiyoriy joylashgan jismning energetik balansini koʻrib chiqaylik.



1-rasm. Nurlanish balansining energiyasi. Q-tushuvchi nurning energiyasi, Q_r -qaytuvchi nur energiyasi, Q_d -oʻtuvchi nur energiyasi, Q_a -yutiluvchi nur energiyasi.

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra balans tenglamasini tuzamiz;

$$Q = Q_r + Q_a + Q_d, \quad (1)$$

(1) ning o'ng va chap tarafini Q ga bo'lsak

$$\frac{Q_r}{Q} + \frac{Q_a}{Q} + \frac{Q_d}{Q} = r + a + d = 1, \quad (2)$$

ifodani hosil qilamiz.

r , a , d -kattaliklar, nurning qancha qismi qaytishini, o'tishini va yutilishini ifoda qiladi.

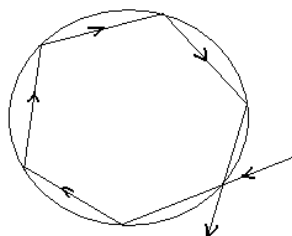
Uchta hol bo'lishi mumkin:

1) $r = 0$; $d = 0$; $a = 1$ -ideal absolyut qora jismda nurlanish to'liq yutiladi;

2) $r = 1$; $d = 0$; $a = 0$ -ideal absolyut oq jismda nurlanish to'liq qaytadi;

3) $r = 0$; $d = 1$; $a = 0$ -ideal absolyut toza jismda nurlanish to'liq o'tadi.

Bunday ideal qora, oq va toza jism tabiatda bo'lmaydi. Ideal qora jismni sun'iy usulda maxsus optik sistemalar yordamida hosil qilish mumkin. Agarda Q issiqlik energiyasiga ega bo'lgan nur, mahsus ichkarisi qoraytirilgan kameraga kiritilsa, nurning ko'pgina qismi yutiladi, kam qismi qaytadi va yana qayta yutiladi. Juda ko'p qaytish natijasida dastlabki nurga nisbatan juda kam miqdordagi nur tashqariga qaytib chiqadi.



2-rasm. Ideal qora jism sxemasi.

Lambert qonuni

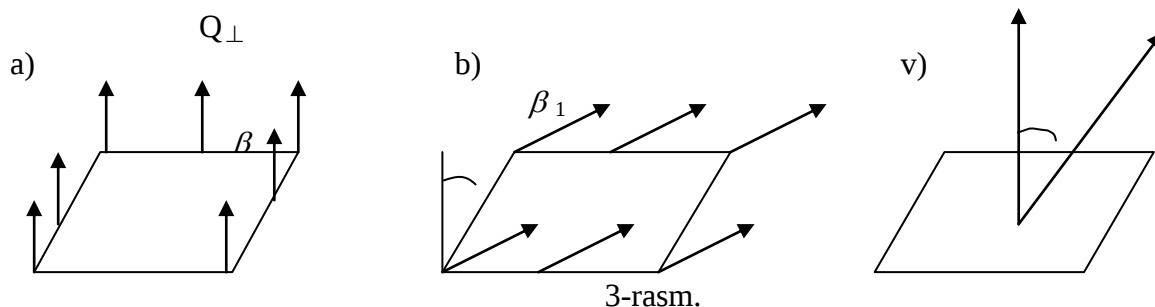
Yassi sirtlarning nurlanishini o'rganish natijasida, yassi sirtning nurlanish energiyasi normal yo'nalishdan og'dirilganda, normal qiymatga nisbatan kosinus burchakka kamayganligi aniqlandi.

$$Q_\beta = Q_\perp \cos \beta, \quad (3)$$

Agar nurlanuvchi element yuzasi dF_1 ga teng deb qaralsa, unda

$$dQ_\beta = E_\perp dF_1 \cos \beta_1, \quad (4)$$

bu yerda $E_\perp$ -normal yo'nalishda birlik yuzadagi nurlanishning energiyasi.



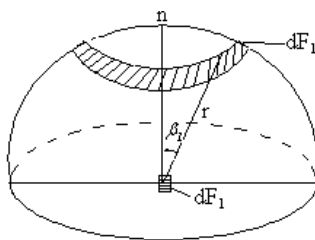
3-rasm.

Lambert qonuni

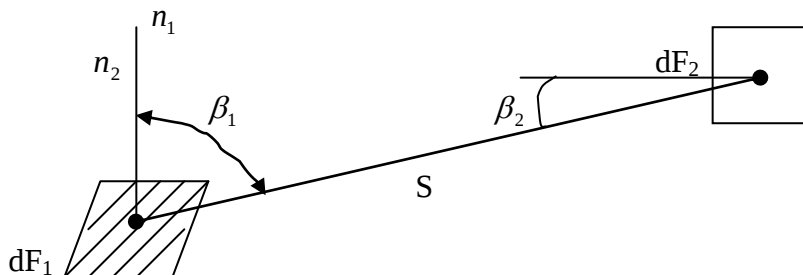
$dF_1 \cos \beta_1$ esa yo'nalish sirtining proektsiyasini ifoda qiladi, normal yo'nalishdan β_1 burchakka og'gan. dF_1 yuzali ideal qora jism elementining dF_2 yuzali ikkinchi qora jism bilan nurlanish vaqtida qanday energiya almashinishini aniqlaylik. Lambert qonuniga asosan bu energiya dF_1 , proektsiyaga to'g'ri propoorttsional, dF_2 ning ko'rinuvchi yuzasiga to'g'ri propoorttsional va bu ikki sirt orasidagi masofaning kvadratiga esa teskari propoorttsional bo'ladi:

$$dQ = E_{0\perp} \frac{dF_1 \cos \beta_1 dF_2 \cos \beta_2}{S^2}. \quad (5)$$

dF_1 elementar ideal qora jism yuzasidan dF_2 yuzaga energiya miqdori uzatiladi. dF_1 yuza yarimsfera ko'rinishda bo'lgan xol uchun tadbiq qilaylik. Sferaning radiusi r ga teng bo'lgan hol uchun, n normal bilan qutub vaziyati β_1 burchak hosil qilinganda quyidagi ko'rinishda bo'ladi.



4-rasm. Yarimsfera bilan o'ralgan dF_1 element yuzasining nurlanishi.



5-rasm. dF_1 elementning dF_2 yo'nalishdagi elementga nurlanishi.

Sferik sirtga $\beta_2 = 0$, chunki dF_2 yuza r radiusga, qutubdan oqadi deb qarash mumkin, bundan tashqari qutubdagi kenglik $r d\beta_1$ ga teng, qutub uzunligi esa $2\pi r \sin \beta_1$ shunga asoslanib:

$$dF_2 = 2\pi r^2 \sin \beta_1 d\beta_1.$$

(5) tenglamani ko'rinishini esa o'z navbatida

$$dQ = E_{0\perp} \frac{dF_1 \cos \beta_1 2\pi r^2 \sin \beta_1 d\beta_1}{r^2}; \quad (6)$$

bo'ladi. SHunga o'xshash

$$\frac{dQ}{dF_1} = dq = E_{0\perp} 2\pi \sin \beta_1 \cos \beta_1 d\beta_1; \quad (7)$$

$2 \sin \beta_1 \cos \beta_1 = \sin 2\beta_1$ tengligidan

$$dq = E_{0\perp} 2\pi \frac{\sin 2\beta_1}{2} d\beta_1. \quad (8)$$

Agar hamma yarim sferaning dF_1 yuzaga berayotgan energiyasini hisoblasak $\beta_1 = 0$ dan $\beta_2 = \frac{\pi}{2}$ gacha o'zgaradi.

$$q = \pi E_{0\perp} \sin^2 \beta \int_{\beta_1=0}^{\beta_2=\frac{\pi}{2}};$$

$$q = \pi E_{0\perp}.$$

Er sirtiga quyoshdan kelayotgan radiatsiya taqsimlanadi: bir qismi yerdan atmosferaga qaytadi, uning qisqa to'lqinli qaytgan radiatsiyasini R deb belgilaylik, qolgan qismi yer yuzida yutiladi va uni V_q qisqa to'lqinli yutilgan radiatsiya deb qaraylik. Qaytgan radiatsiya miqdori yerning aktiv yuzasining xossalriga bog'liq (rangiga, namligiga, tuzilishiga va boshqalarga) bo'ladi. Yuzani qaytaruvchanlik xossasini xarakterlaydigan kattalikka sirtning albedosi A deb ataladi va u biror sirtidan qaytgan radiatsiyaning shu sirtga tushuvchi yig'indi radiatsiyasiga nisbati orqali ifodalanadi va foizlarda baholanadi.

$$A = \frac{R}{Q} \cdot 100\%; \quad (9)$$

Qisqa to'liqinli nurlar bilan bir qatorda, yer siriga uzun to'liqinli nurlar atmosferadan Ye_a ham tushadi. Ko'pincha Ye_a ni uchrashuvchi nurlanish deb ham ataladi. O'z navbatida yer sirti ham temperaturaga mos holda uzun to'liqinli nurlanish Ye_3 (xususiy nurlanish) chiqaradi.

Er sirtining xususiy nurlanish bilan Ye_3 , atmosferadagi Ye_a nurlanishning farqini effektiv nurlanish deb ataladi.

Istalgan vaqtda Yer sirtiga keluvchi va undan chiqib ketuvchi nurlanish energiyasi bo'ladi. Ularning algebraik yig'indisi radiatsion balans deb ataladi.

$$B = S^1 + \mathcal{I} + E_a - R - E_3; \quad (10)$$

yoki

$$B = Q - R - E_{\phi\phi}. \quad (11)$$

Er sirtining istalgan joyidagi albedosi shu joyning tekis-tekismasligiga, o'simliklar bilan qoplanish darajasiga va boshqa xossalriga bog'liq bo'ladi. Yer sirtining turli ko'rinishlari uchun albedoning qiymatiga oid kattaliklar quyida keltirilgan.

1-jadval. Tabiiy sirtning xarakteristikasi.

№	Sirt xarakteristikasi	A %
Tuproqlar		
1.	Taqir tuproq (quruq)	30-33
2.	Quruq taqir tuproqda, cho'l o'simlik bor bo'lganda	26-30
3.	Quruq sho'r tuproq	25-35
4.	Qora qum rangli (quruq)	30-35
5.	Qizil qum rangli (quruq)	22-26
6.	Botqoqlik tuproq	12-14
Qor sirti va muzliklar		
7.	Yangi yog'gan qor	85-90
8.	Toza nam qor	50-55
Suvlar		
9.	Toza suv	6-8
10.	Orol dengizi suvi	6-8
11.	Tog' daryosi suvi	20
12.	Tinch oqayotgan daryo suvi	10
Qishloq xo'jaligi ekinlari		
13.	Paxtaning gullagan davrida, tuproq nam	13-15
14.	Paxtaning gullagan davrida, tuproq quruq	18-20
15.	Paxta-gullash davrida, tuproq quruq	19-21
16.	Bahorgi kartoshka, tuproq nam	14-18
17.	Kartoshka, tuproq quruq	18-22
18.	Qovun yashil, xosili bilan	15-17
19.	Yashil o't	26
20.	Qurigan o't	19
Qurilish materiallari		
21.	Beton	30-35
22.	Asfal't	10-30
23.	G'isht	28

SHuni aytish kerakki, albedoning kattaligi Quyoshning balandligiga ham bog'liq. Quyosh balandligi kamayishi bilan tuproq, suv sirtining albedosi oshib ketadi. To'g'ri quyosh radiatsiyasi uchun balandligi katta bo'lganda dengiz suvining tekis sirti uchun albedo 4 foizga yaqin, quyosh

balandligi 4^0 ga teng bo'lganda esa albedo 65 foizgacha yetadi. Suv yuzining tiniq-loyqaligi ham albedoning qiymatini o'zgartirib yuboradi. Sochilgan radiatsiya uchun suv sirtining albedosi 5-10 foiz chamasida o'zgaradi. SHunday qilib, yer sirtiga tushayotgan yig'indi quyosh radiatsiyasining

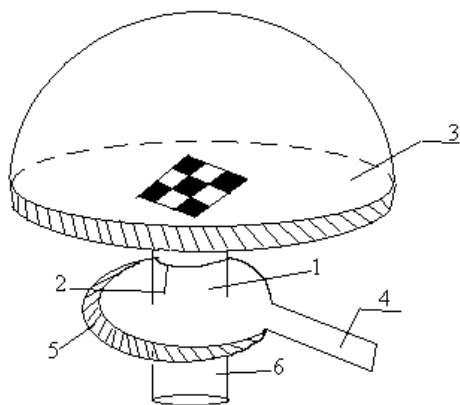
$$Q = (S \sinh_{\odot} + I); \quad (12)$$

$$R = A(S \sinh_{\odot} + I); \quad (13)$$

qismi qaytadi.

$$Q_{yutilgan} = (S \sinh_{\odot} + I) \cdot (1 - A), \quad (14)$$

Qismi esa yutilib tuproqning ustki qismini qizdirishga sarf bo'ladi. Bu radiatsiyani *yutilgan radiatsiya* deb yuritiladi.



Asbobning tavsifi

M-69 albedometr quyidagicha tuzilgan:

1-Rezinkali tiqin, 2-quvur, 3-pironometr qopqog'i, 4-ushlagich, 5-kardonli osma, 6-quvur.

6-rasm. M-69 albedometrning tuzilishi.

Albedometrning qabul qiluvchisi 3 pironometrning qopqog'i hisoblanadi, 2 quvurga 6 quvur burab kardonli osma 5 va 4 ushlagich yordamida 180^0 burchakka o'zgartirish mumkin. Kuzatuvchidan qaytgan nurni kamaytirish uchun 2 metr yog'och

dasta ushlagichga o'rnatiladi. Albedometr yumshoq sim yordamida GSA-I galvanometrning (+) va S klemmalariga ulanadi. Agar galvanometr strelkasi noldan pastga tomon ketsa, simning o'rinlari almashtiriladi. O'lchash vaqtida albedometr yer yuzasidan 1-1,5m balandlikka o'rnatiladi. M-69 albedometri qishloq ho'jaligi maydonlarida o'simliklarning eng yuqori nuqtasidan 0,5m balandlikka o'rnatiladi. Yig'indi va tarqoq radiatsiyani o'lchashda albedometr quyoshga tomon buriladi.

Ishning bajarish tartibi

1. O'lchashdan 3 minut avval galvanometrning nol vaziyati aniqlanadi. Albedometrning qopqog'i berkitiladi va galvanometr ko'rsatishi N_0^1 yozib olinadi. SHundan so'ng qopqog' ochiladi va yig'indi quyosh radiatsiyasi uch marta o'lchanadi. Albedometr yuqoriga qaragan holda bo'lib, galvanometrning ko'rsatishi N_1, N_2, N_3 bo'lsin.

2. Uch marta o'lchash olingandan so'ng, qabul qiluvchi qurilma pastga buriladi va 1 minut o'tgandan so'ng, uchta o'lchash olinadi, bunda qaytgan radiatsiyaning qiymatlari N_4, N_5, N_6 o'lchanadi.

3. SHundan so'ng quyosh radiatsiyasi qabul qiluvchi qurilma buralib yuqoriga qaratiladi va 1 minut vaqtdan so'ng yana uchta yig'indi radiatsiya o'lchanadi N_7, N_8, N_9 .

4. SHundan keyin qabul qiluvchi qurilma qopqog'i bilan bektiladi va galvanometrning N_0^{11} nol holat hisobga olinadi. Hamma olingan natijalar 2-jadvalga kiritiladi.

2-jadval.

Albedometr №

Galvanometr №

Vaqt	Hisoblash tartibi	Galvanometrdan olingan hisob		
		Nol holat	Yig'indi radiatsiya	Qaytgan radiatsiya

1.8. O'lchash natijalarini qayta ishlash.

1. Dastlabki nol vaziyat va har bir turdagi radiatsiya uchun $\bar{N}_0, \bar{N}_a, \bar{N}_{Rk}$ o'rtacha qiymati aniqlanadi:

$$\bar{N}_0 = \frac{N_0^1 + N_0^{11}}{2}; \quad \bar{N}_a = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_7 + N_8 + N_9}{6}; \quad \bar{N}_{Rk} = \frac{N_4 + N_5 + N_6}{3}.$$

2. SHundan so'ng o'rtacha qiymatdan foydalanib, shkalaning qo'shimchasi ΔN_Q va ΔN_{Rk} qurilma guvohnamasidan olinadi. N_0 holat aniqlanadi va N_a , N_{Rk} ning to'g'irlangan qiymati:

$$N_Q = N_Q \pm \Delta N_Q - N_0; \quad N_{Rk} = \bar{N}_{Rk} \pm \Delta N_{Rk} - N_0.$$

3. Bizga ma'lumki, albedo- qaytgan radiatsiyaning yig'indisi radiatsiyaga nisbatiga teng bo'lganligi uchun

$$A = \frac{N_{Rk}}{N_Q} \cdot 100\%,$$

shaklida yozish mumkin. O'qituvchining ko'rsatmasi, asosida haydalgan toza tuproq, o'simligi bo'lgan tuproq, suv va asfaltning albedosi aniqlanadi va 2-jadvalga kiritiladi. SHundan so'ng hisobot tayyorlanadi.

1.9. Nazorat savollari

1. Albedo nima?
2. Albedometr va aktinometrlar orasida qanday farq bor?
3. Albedo Quyosh balandligiga bog'liqligi qanday?
4. Ish to'g'risida tushuncha bering?
5. Albedoni o'lchashni ahamiyati?

1.4.Keyslar to'plami

MAVZU BO'YICHA KEYS

Mavzu: «Fotoelektrik batareyalar va qurilmalar texnologiyalari» fanining predmeti

Mustaqil ta'lim uchun belgilangan (tavsiya yetilgan) mavzular Fotoelektrik batareyalar va qurilmalar texnologiyalari turli sohalarni qamrab olar ekan, albatta ularni o'rganishda o'ziga xos tarzda yondashish talab yetiladi. Mustaqil ta'lim mavzulari mazmunidan kelib chiqqan holda mustaqil ta'lim topshiriqlari bir necha ko'rinishda (usulda) tayyorlanishi mumkin.

Mustaqil ishni tayyorlash usullari:

Reja (oddiy, murakkab) asosidagi konspekt:

Tezislar:		Xronologiya:
-jadvallar	-chizgilar	-hujjatli materiallar
-fotosuratlar	-turli so'rovnomalar	-sxemalar
-diagrammalar	-grafiklar	-yozma yoki og'zaki axborot
-atamalar lug'ati (ilmiy, siyosiy, iqtisodiy, harbiy tayanch tushunchalar)	-slaydlar	-axborot texnologiyalari asosida elektron ovozli namoyish va multimediya mahsuloti
-ijodiy ish	-referat	-ilmiy ish

Talaba tomonidan mustaqil ta'lim uchun tavsiya yetilgan mavzuning qaytarzda Javob. barilishidan (mavzudan kelib chiqqan holda) qat'iy nazar, adabiyotlar va manbalar, hujjatlar va matbuot materiallarining to'liq ro'yxati (ishda foydalanilganlari) va qisqa tavsifi berilishi shartligi maqsadga muvofiqdir.

Mavzuni mustaqil o'zlashtirish

Fanning xususiyati, talabalarining bilim darajasi va qobiliyatiga qarab ishchi o'quv dasturiga kiritilgan alohida mavzular talabalarga mustaqil ravishda o'zlashtirish uchun topshiriladi. Bunda mavzuning asosiy mazmunini ifodalash va ochib berishga xizmat qiladigan tayanch iboralar, mavzuni tizimli bayon qilishga xizmat qiladigan savollarga e'tibor qaratish, asosida adabiyotlar va axborot manbalarini ko'rsatish lozim.

Topshiriqlarni bajarish jarayonida talabalar mustaqil ravishda o'quv adabiyotlaridan foydalanib ushbu mavzuni konspektlashtiradilar, tayanch iboralarining mohiyatini anglagan holda mavzuga taalluqli savollarga javob tayyorlaydilar. Zarur hollarda (o'zlashtirish qiyin bo'lsa, savollar paydo bo'lsa, adabiyotlar yetishmasa, mavzuni tizimli bayon yetadilmasa) o'qituvchidan maslahatlar oladilar. Mustaqil o'zlashtirilgan mavzu buyicha tayyorlangan matn kafedrada himoya qilinadi.

Mavzu bo'yicha testlar, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash

Talabaga muayyan mavzu bo'yicha testlar, qiyinchilik darajasi har-xil bo'lgan masalalar va topshiriqlar, munozaraga asos bo'ladigan testlar tuzish topshiriladi.

Bunda o'qituvchi tomonidan talabaga testga qo'yiladigan talablar, uni tuzish qonun-qoidalar, qanday maqsad ko'zda tutilayotganligi, turli savollar tuzishda mavzuning munozarali holatlarini qanday amalga oshirish lozimligi, topshiriqlarni tuzish usullari bo'yicha yo'l-yo'riqlar beriladi. Maslahat darslarida bajarilgan ishlarning holati va talabalarining javob berish darajasi nazorat qilinadi (qayta ishlash, aniqlashtirish yoki to'ldirish taklif etilishi mumkin).

Ilmiy maqola, tezislar va ma'ruzalar tayyorlash

Talaba biron bir mavzu bo'yicha (mavzuni talabaning o'zi tanlashi ham mumkin (referativ xarakterda) maqola, tezis yoki ma'ruza tayyorlab topshirishi mumkin. Bunda talaba o'quv adabiyotlari, ilmiy-tadqiqot ishlari, dissertatsiyalar, maqola va monografiyalar hamda internet va boshqa axborot manbalaridan mavzuga tegishli ma'lumotlarni jamlaydi, tahlil qilishga zarurlarini ajratib olib, tartibga soladi, shaxsiy tajribasi va ilmiy natijalariga asoslangan holda qo'shimchalar,

izohlar keltirib, o'z nuqtai-nazarini bayon etadi va asoslaydi. Bunda talaba o'qituvchi bilan hamkorlikda ishlaydi. Tayyorlangan maqola, tezis yoki ma'ruza kafedrada himoya qilinadi.

Mavzu himoyasiga pedagogik texnologiyalarni joriy etish.

Pedagogik texnologiya–tizimli, texnologik yondashuvlar asosida ta'lim shakllarini qulaylashtirish, natijasini kafolatlash va ob'ektiv baholash uchun inson salohiyati hamda texnik vositalarning o'zaro ta'sirini inobatga olib, ta'lim maqsadlarini oydinlashtirib, o'qitish va bilim o'zlashtirish jarayonlarida qo'llaniladigan usul va metodlar majmuidir. Pedagogik texnologiya uchun pedagogik amaliyot jarayonlarini belgilash va tasvirlash, talaba kelgusi faoliyatida duch keladigan vazifalarni oldindan aniqlash, ta'lim tarbiyaning shakllari va vositalarini tayyorlash, shaxsda shakllantirish nazarda tutilgan kasbiy sifatlar va ma'naviy fazilatlarini o'zlashtirishga yunaltirilgan mashqlar tizimini ishlab chiqish, ta'limning natijasi va o'zlashtirish darajasi, sifatini baholash mezonlariga mos ravishda talabaning bilim va malakalarini yengillash sifatini ob'ektiv baholash uchun nazorat vazifalarini tayyorlash, darsda va darsdan tashqari o'quvchiga beriladigan vazifalarni rejalashtirish va nihoyat mustaqil mashg'ulotlarning tuzilmasi va mazmunini ishlab chiqish kabilar pedagogik texnologiyaning vazifalari hisoblanadi.

FSMU texnologiyasi: «Fotoelektrik batareyalar va qurilmalar texnologiyalari»

-F-fikringizni bayon eting	
-S-fikringiz bayoniga sababni ko'rsating	
-M-ko'rsatgan sababingizni asoslovchi misol keltiring	
-U-fikringizni umumlashtiring	

“Insert”metodi

Metodning maqsadi:

Mazkur metod talabalarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o'zlashtirilishini yengillashtirish maqsadida qo'llaniladi, shuningdek, bu metod o'quvchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o'taydi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- 1- Yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn talabalarga tarqatiladi;
- 2- Talabalar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o'zshaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

“V”–tanish ma'lumot.

“-”–bu fikr yoki mazkur ma'lumotga qarshiman.

“+”–bu ma'lumot men uchun yangi.

“?”–mazkur ma'lumotni tushunmadim, izoh kerak.

Belgilangan vaqt yakunlangach, talabalar uchun notanish va tushunarsiz bo'lgan ma'lumotlar tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to'liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg'ulot yakunlanadi.

KEYSSTADI

1-masala: FIK 78% bo'lgan sulfat kislotali akkumulyator qo'rg'oshin plastinalari orasida hosil bo'layotgan elektroliz jarayoni $U=220$ V tashqi kuchlanish ostida olib borilayotgan bo'lsa, plastinalar bo'ylab $m=0,05 \cdot 10^{-6}$ kg massali qo'rg'oshin oksidi yig'ilishi uchun qancha W elektr energiya sarflanadi? Qo'rg'oshin valentligi $z=4$, atom massasi $A=207 \cdot 10^{-3}$, faraday soni $F=96500$.

Echim: energiya sarfini hisoblash formulasi $W = \frac{zFU_m}{\eta A}$ formula orqali ifodalanadi.

$W = \frac{4 \cdot 96500 \cdot 220 \cdot 0,05 \cdot 10^{-6}}{0,78 \cdot 207 \cdot 10^{-3}} = 26,3 \text{ kw} \cdot h$ demak, biz bu akkumulyatorimizni quvvatlash uchun $26,3 \text{ kw} \cdot h$ energiya sarflaymiz.

2-masala: Akkumulyator ishqorlanishida 1soat elektrolitdan 8.9A tok o'tib turganda, qo'rg'oshin oksid qatlamining 0.01 mm bo'lgan. Qo'rg'oshinning elektro kimyoviy ekvivalenti $0,41 \cdot 10^{-6}$ kg/C, zichligi 11300 kg/m^3 . Ishqorlangan plastina yuzasi topilsin (m^2).

Echim: Berilgan $t=1$ soat = 3600 s, $I=8,9$ A, $d=0,01$ mm, $k=0,41 \frac{10^{-6} \text{ kg}}{\text{C}}$, $\rho=11300 \text{ kg/m}^3$.

Biz $d = \frac{j \cdot k \cdot t}{\rho}$ kabi formulaga egamiz, bunda J ya'ni tok zichligini topish formulasini quyidagicha yuzaga bog'liq holda ifoda etishimiz mumkin $J=I/S$, bundan $d = \frac{I \cdot k \cdot t}{S \cdot \rho}$ va $S = \frac{I \cdot k \cdot t}{d \cdot \rho}$ ga kelimiz.

SHunday qilib, yuza $S = \frac{8,9 \cdot 0,41 \cdot 10^{-6} \cdot 3600}{0,01 \cdot 10^{-3} \cdot 11300} = 0,116 \text{ m}^2$ ga teng.

3-masala: Akkumulyator zaryad yig'uvchi qo'rg'oshin plastinasi sirtini 0.18 mm qalinlikda oksidlash uchun 2 soat vaqt ketgan bo'lsa, akkumulyator tokining o'rtacha zichligi qanday (A/m^2)? Qo'rg'oshinning elektrokimyoviy ekvivalenti $0,41 \cdot 10^{-6}$ kg/C, zichligi 11300 kg/m^3

Echim: $d=0,18$ mm, $t=7200$ sek, $k=0,41 \cdot 10^{-6}$ kg/C, $\rho=11300 \text{ kg/m}^3$ Bilamizki tok zichligining formulasi $J=I/S$ va $S=I/J$ buni quyidagi formulaga joylashtirsak ma'qul, $S = \frac{I \cdot k \cdot t}{d \cdot \rho}$

bundan $\frac{I}{J} = \frac{I \cdot k \cdot t}{d \cdot \rho}$ va $J = \frac{d \cdot \rho}{k \cdot t} = \frac{0,18 \cdot 10^{-3} \cdot 11300}{0,41 \cdot 10^{-6} \cdot 7200} = 689,02 \text{ A/m}^2$.

4-masala: O'zgarmas kuchlanish manbaiga shu kuchlanishga mo'ljallangan litiy - ionli 3 ta akkumulyator ketma – ket ulangan, ularning nominal quvvatlari 30, 20, 60 W ga teng bo'lsa sistemaning umumiy quvvatini toping.

Echim: Uskunalar ketma – ket ulanganda ularning umumiy quvvatini topish qarshilik formulasiga teskari ravishda topiladi ya'ni $\frac{1}{p} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \dots + \frac{1}{p_n}$ bunda n - uskunalar soni. Biz uchun keraklisi $\frac{1}{p} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p_3} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60}$; $p = \frac{60}{2+3+1} = 10 \text{ W}$. Umumiy quvvat $P=10$ W ga teng ekan.

5-masala: Geliviy akkumulyatorni zaryadlash uchun kuchlanishi 12,5 V bo'lgan tarmoqqa ulandi. Uning ichki qarshiligi 1Ω bo'lib, undan o'tayotgan tok kuchi 0,5 A bo'lsa, akkumulyatorning EYuK nechki volt?

Echim: Bizga ma'lum kattaliklar $U_{zaryad}=12,5$ V, $r=1\Omega$, $I_{zaryad}=0,5$ A, $\varepsilon=?$ Demak, akkumulyatorni zaryadlashda quyidagi formuladan foydalanamiz $U_{zaryad} = \varepsilon + I_{zaryad} r$.

Bundan $\varepsilon = U_{zaryad} - I_{zaryad} r = 12,5 - 1 \cdot 0,5 = 12 \text{ V}$.

6-masala: Qo'rg'oshin oksidli akkumulyatorni zaryadlashdagi tok kuchi 4 A va klemmalardagi kuchlanish 12.8 V, razryadlashdagi tok kuchi esa 6A va klemmalardagi kuchlanish 11.1 V. Akkumulyatorning ichki qarshiligi qanday?

Echim:

Bizga

berilgan $I_{zaryad} = 4A, U_{zaryad} = 12.8V, I_{razryad} = 6A, U_{razryad} = 11.1V$.

Akkumulyatorni zaryadlashda: $U_{zaryad} = \mathcal{E} + I_{zaryad} r$.

Akkumulyatorni razryadlashda: $U_{razryad} = \mathcal{E} - I_{razryad} r$.

Bunda biz uchun razryadlashda va zaryadlashda akkumulyatorning EYuK va ichki qarshiligi bir xil sababi ikki holatda ham manba va akkumulyator o'zgarmagan, EYuK larni tenglashtirib quyidagi formulaga ega bo'lamiz, $U_{zaryad} - I_{zaryad} r = U_{razryad} - I_{razryad} r$, bundan r ni topamiz

$$r = \frac{U_{zaryad} - U_{razryad}}{I_{zaryad} + I_{razryad}} = \frac{12.8 - 11.1}{4 + 6} = 0.17 \Omega.$$

7-masala: Litiy-Ionli akkumulyatorni zaryadlayotgan, ko'ndalang kesim yuzasi $10mm^2$ bo'lgan simdagi erkin elektronlar konsentratsiyasi $5 \cdot 10^{28} m^{-3}$. Tok kuchi 10 A bo'lganda elektronlar tartibli harakatining o'rtacha tezligi qanday bo'ladi (mm/s)?

Echim: bizga ma'lum $S = 10mm^2 = 10^{-5}m^2$, $n = 5 \cdot 10^{28} m^{-3}$, $I = 10A$ va qo'shimcha $e = 1.6 \cdot 10^{-19}C$. Bu ma'lumotlar berilgan holda, quyidagi formuladan foydalanamiz $I = nevS$ bundan bizga keraklisi elektronlar tartibli harakatining o'rtacha tezligidir shuning uchun $v = \frac{I}{neS}$.

$$\text{Demak, } v = \frac{I}{neS} = \frac{10}{5 \cdot 10^{28} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-5}} = \frac{0.125mm}{s}.$$

8-masala: SO_4 li akkumulyator ikkita yassi qo'rg'oshin plastinalardan tashkil topgan shuningdek plastinalar orasidagi masofa 0.8 mm va kuchlanish 80 V gacha zaryadlangan. Agar plastinalar orasidagi kislotaning dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng bo'lsa, plastinalar orasidagi elektr maydon energiya zichligini hisoblang (J/m^3).

Echim: Bizga berilgan, $r = 0.8 \text{ mm}$, $U = 80 \text{ V}$, $\mathcal{E} = 2$ va qo'shimcha $\mathcal{E}_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F \cdot m^{-1}$.

Energiya zichligi formula $\omega = \frac{\Delta W}{\Delta V}$ va bundan $\omega = \frac{\mathcal{E}_0 E^2}{2} \leftrightarrow E = \frac{\Delta U}{r} \leftrightarrow \omega = \frac{\mathcal{E}_0 U^2}{2r^2}$;

Endi biz hamma qiymatlarga egamiz va energiya zichligini hisoblashimiz kifoya,

$$\omega = \frac{\mathcal{E}_0 U^2}{2r^2} = \frac{2 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 80^2}{2 \cdot (0.8 \cdot 10^{-3})^2} = 8.85 \cdot 10^{-2} J/m^3.$$

9-masala: Avtomobil elektrodvigatel – starteri akkumulyator batareyasidan 180 A tokda 5 s ishladi. Avtomobil yurgandan keyin, generator akkumulyatorni 5 A tok bilan zaryadlay boshladi. Necha minutdan so'ng batareyaning ilgarigi holati tiklanadi?

Echim: Berilganlar: $I_1 = 180A, t_1 = 5s, I_2 = 5A, t_2 = ?$

Bizga bildirilyaptiki, akkumulyator zaryad yuqotib yana qayta oldingi zaryadni tuplashi kerak, bunda $q_1 = q_2 \leftrightarrow I_1 \cdot t_1 = I_2 \cdot t_2 \leftrightarrow t_2 = \frac{I_1 \cdot t_1}{I_2}$;

$$\text{Demak, } t_2 = \frac{I_1 \cdot t_1}{I_2} = \frac{180 \cdot 5}{5} = 180s = 3 \text{ min}.$$

10-masala: Mis simni payvandlash uchun 2000 V kuchlanishgacha zaryadlangan akkumulyator klemmalari orasidagi sig'im 2000 μF ga teng. Payvandlashda akkumulyatorning razryad vaqti $2 \cdot 10^{-6} s$ va qurilmaning FIK 8% bo'lsa, uning foydali quvvati qancha (MW)?

Echim: Berilganlar: $U = 2000 \text{ V}$, $S = 2000 \mu F$, $t = 2 \cdot 10^{-6} s$ va $\eta = 0.08 N_f = ?$;

Qurilmaning FIK formulasi quyidagicha $\eta = \frac{N_f}{N_u}$ ma'lumki $N_u = \frac{C \cdot U^2}{2 \cdot t}$ bundan

$$N_f = \eta \cdot \frac{C \cdot U^2}{2 \cdot t} = 0.08 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^6}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}} = 160 \text{ MW}.$$

II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

1. Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni:

1. Ma'ruzani tinglay olish. Oliy o'quv yurtida ma'ruza jarayonida talabalardan ma'ruzachini diqqat bilan tinglash, fikr yuritish va eshitganlarini yozib borish (matnlashtirish) talab etiladi. Fikrni bir joyga to'plab, diqqatni ma'ruzachi bayon qilayotgan masalaga safarbar qilish, faollik ko'rsatish bilangina ma'ruza mazmunini to'g'ri tushunish, bilish va anglab o'zlashtirish mumkin.

Talaba o'quv-biluv maqsadini aniq tasavvur etib, ma'ruzaga oldindan tayyorlanib kelsa (oldingi ma'ruzada bayon qilingan masala – materialni ko'rib, darslikdan yangi mavzuni o'qib kelsa), ma'ruzachi bayoniga o'z fikrlarini to'plab, to'la safarbarlik bilan tinglay oladi. Buning uchun talabada ma'ruzani tinglashga kuchli motiv mavjud bo'lishi lozim.

Talaba ma'ruzani tinglash jarayonida asosiy tushunchalar, muhim g'oyalarni o'z daftariga yozib borishi kerak, bunda ham eshitish, ham ko'rish, ham harakat xotirasi ishlaydi, faoliyat asosida bilim o'zlashtiriladi.

2. Ma'ruzani yozib olish. Har bir ma'ruza mazmuni (jarayoni)da quyidagilar bo'ladi: ma'ruzaning asosini tashkil etadigan muhim g'oya; muhim g'oyani asoslash, juz'iy xulosalar; qisqa muddatli pauzalar; ta'riflar, tamoyillar, tushunchalar.

Ma'ruzani matnlashtirayotganida talaba asosiy g'oya, muhim masalalar, asosiy tushunchalar, tamoyillar, ta'riflar, xulosalarni o'z daftarida qayd etib, yozib borishi kerak. Ma'ruza jarayonida professor-o'qituvchi shu xil joylarni ovozini o'zgartirish, nutq tempini kamaytirish bilan ajratib beradi, e'tibor berib tinglansa, zarur joylarni yozib olish imkoni bo'ladi.

Yozib olish paytida ma'lum tartibga amal qilinsa (ma'ruzaning muhim masalalari; fakt, dalil, ta'rif, xulosalar; savol-javoblar, mulohazalar), tinglash jarayonida asosiy narsalarni ajrata olish malakasi hosil bo'ladi.

1. Matnlashtirayotganda quyidagilarga rioya qilish lozim:

- hoshiya holdirish;
- har bir masalani tartib raqami bilan belgilash va satr boshidan yozish; ravshan yozish, ostiga chizib, ajratish;
- shaxsiy shartli qisqartirishlardan foydalanish: (qarama- qarshilik), kabi;
- tsitatalarning hoshiyasini ko'proq qoldirish;
- imloga, husnixatga rioya qilish, tartibli, toza yozish;
- yozib ulgurmaganlariga joy holdirib ketish;
- ruchkada yozish;
- yozuvlarni uyda o'qib chiqib, xatolarini to'g'rilash, to'ldirish, bu ishni iloji boricha o'sha kuni yoki vaqt ko'p o'tmay qilish;
- o'zingiz qatnashmagan ma'ruzani o'rtog'ingiz matnidano ko'chirib, kitoblardan o'qib o'rganish zarur.

4. Kitob, manbalar bilan ishlash. Yuqori malakali mutaxassis bo'lish, o'z bilimlarini muntazam oshirib borish uchun talaba kitob bilan, birinchi manbalar bilan ishlash malakasiga ega bo'lishi zarur. Kitob bilan ishlay olish malakasi nazariy bilimlarni chuqurroq egallashning shartidir.

Birinchi kurs talabalari, odatda, zarur kitobni tanlash, topishga qiynaladilar, kitobni maqsadga muvofiq tarzda qunt bilan o'qish o'rniga ayrim joylarinigina o'zgarishsiz ko'chirib qo'ya qoladilar. Vaqolanki, talaba kitobni qanday topish va undan qanday foydalanishni bilmog'i lozim.

5. Talaba mustaqil o'qib o'rganishi zarur bo'lgan kitoblarni professor - o'qituvchi ma'ruza, seminar paytida tavsiya qiladi va kerakli maslahatlarni beradi. Oliy o'quv yurti talabasi DTS va malaka talablarining ijtimoiy-gumanitar, tabiiy-ilmiy, ixtisoslik va boshqa fan

bloklariga doir kitoblar, manbalarni o'rganishi zarur. U professor-o'qituvchilarning maslahati va ko'rsatmalariga amal qilishi kerak. SHu tariqa zarur kitoblarni tanlash va mustaqil ta'lim olish malakalarini egallab oladi.

6. Mustaqil ta'lim olish uchun talaba bibliografiya qanday bo'lishi, qanday tuzilishini bilib olishi lozim. Bibliografiyaga doir yozuvlarni alohida daftarga, bloknotga yoki kartochkalarga qayd etib (yozib) borishi kerak. Bunda quyidagi tartibga amal qilinadi: avvalo, kitob yoki maqola muallifining familiyasi, ismi-sharifi, kitobning nomi, joy nomi, nashriyot nomi, chiqqan yili, hajmi (necha betligi) ko'rsatiladi.

Ilmiy jurnal yoki ilmiy to'plamda bosilib chiqarilgan maqola bo'lsa, unda avvalo muallifning familiyasi, ismi-sharifi, so'ngra maqolaning nomi, jurnal (to'plam)ning nomi, joyi, vaqti (yili), soni, so'ngra betlari ko'rsatiladi.

SHu bilan birga talaba kutubxonadan o'ziga kerakli kitobni qanday qidirib topishni ham bilishi lozim. Har bir kutubxonada mavjud kitoblar bibliografiyasi (ro'yxati) shifrlanib, bibliografik kartochkalar shkaflardagi qutichalarga alfavit tartibida hamda mavzular bo'yicha (sistemalashtirilib) joylashtirilgan bo'ladi. Talaba o'ziga kerakli kitobning nomi yozilgan kartochkadan kitobning nomi va shifrini aniqlab, kitob olishga buyurtma berishi mumkin.

7. Darslik, ilmiy asarlar yoki maqolalarni o'qib o'rganish tartibi quyidagicha bo'lishi mumkin: tavsiya etilgan kitob, risola, darslikning bobi, paragrafi (fasli) avvalo boshdan oxirigacha bir marta o'qib chiqiladi, umumiy tasavvur hosil qilinadi: muallifi, kitobning, maqolaning, bob yoki paragrafning nomi bilib olinadi; kitobning muqaddimasi, asarning boshida yozilgan va shu asarning mazmunini ifodalaydigan *tsitata*, *annotatsiya*, *epigrafi* bilan tanishish shu kitobning muhim g'oyasi va yo'nalishi haqida tasavvur beradi.

So'ngra qo'lda hamam (ruchka) bilan jiddiy e'tibor berib, asosiy matn o'qib o'rganiladi, muhim o'rinlari yozib boriladi.

Kitobni bobma-bob yoki paragraflar bo'yicha o'rganish va asosiy g'oyalarni qisqa yozib borish maqsadga muvofiq. Kitob o'qish ijodiy ish bo'lib, o'qish jarayonida fikr yuritish, tanqidiy yondashish, mulohaza qilish, lug'atlar, entsiklopediyalardan foydalanish lozim. Kitob matnida berilgan jadval, rasm, sxema, grafik, shakl, ko'rgazmalarni sinchiklab o'rganish, matn mazmuniga solishtirib ko'rish, zarur bo'lsa, ko'chirib olish kerak. Kitobni o'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni baholash va unga tanqidiy nuqtai nazardan qaramoq, shuningdek, uning muhimligini baqolamoq zarur bo'ladi.

O'qishda u yoki bu materiallarga har xil yo'llar bilan belgi qo'yish tavsiya etiladi.

2. Mustaqil ta'lim mavzulari

Fotoelementlar asosida avtonom ekologik toza transport vositalari.

Fotoelektrik stantsiyalar infrastrukturasi rivojlanishi.

Li - havoli akkumulyator

Al-ion – akkumulyator batareyalari.

Tokni kimyoviy manbalarining rivojlanish yo'nalishlari

Ruxli - havoli batareyalar

Grafen asosidagi assimetrik superkondensatorlari

Fotoelementlarni Quyoshdan kelayotgan nurlarni sezuvchanligi.

Fotoelementlarni jaxonda qo'llanilish xolati va ulanishdagi istemoli.

Kirishmali fotoelementlarni FIK aniqlash.

Elektrmagnit energiyasini dektorli to'ldirgichdan turmushda foydalanish.

Quyosh nurini FES yordamida akkumulyatsiyalash.

FES yordamida akkumulyatsiyalash.

Elektr batareyalar yordamida akkumulyatsiyalashni bugungi kundagi o'rni.

Fotoelement qurilmalari yordamida suv ko'tarishda foydalanish.

Quyosh energiyasidan foydalanishda tabiiy gazni saqlash orqali akkumulyatsiyalash.

Issiqlik energiyasini akkumulyatsiyalashga quyosh elektr stantsiyasining.

Kaskadli fotoelementlarni FIK aniqlash.

Quyosh quritgichlarini ish rejimini o'rganish
Yarimo'tkazgichli termoelementni gradirovka qilish.
Termobatareyalarni F.I.K. aniqlash.
Yarimo'tkazgichli termoelementni gradirovka qilish.
Yarimo'tkazgichli fotoelementlarni F.I.K. aniqlash.
Tekis va qiyalikka ega bo'lgan fotoelementlarni issiqlik va temperatura rejimlarini o'rganish.
Quyosh energiyasi yordamida qishloq xo'jalik o'simlik urug'larini nurlantiruvchi qurilma bilan tanishish.
Quyosh pechini tuzulishi va ishlash printsipini o'rganish.
Quyosh oshxonalarini F.I.K. aniqlash.
Quyosh suv chuchitgichlarini o'rganish.
Quyosh fotoelementlarini umumlashgan xolatda parallel va ketma-ketlikda panel xolatga keltirish texnologiyasi o'rganish
Quvvati 500 Vatt bo'lgan invertor qurilmasini optimal ishchi sxemani tanlash.
Quyosh sovutish qurilmasini o'rganish
Tok kuchi 50 A bo'lgan kontroller qurilmasini optimal ishchi sxemani tanlash.
Quyosh elektr stantsiyalarida maxsus ishlatiladigan akkumlyatorlarning tasniflarini o'rganish.

III. GLOSSARIY

1. Geliy chaqnashi-geliyning termoyadroviy yonishida qisqa vaqt ichida kattagina energiya ajralishiga olib kelib, yulduzlarning kimyoviy tarkibi, ba'zida esa ularning tuzilishi o'zgarishiga sabab bo'luvchi yulduzlardagi jarayonlar.
2. Yorug'lik birliklari-yorug'lik kuchi, yoritilganlik, ravshanlik, yorug'lik oqimi va hajmi, yorug'lik kattaliklari birliklari.
3. Yorug'lik yili-astronomiyada qo'llaniladigan tizimdan tashqari uzunlik birligi; yorug'lik bir yilda bosib o'tadigan masofaga teng ($1 \text{ Yo.y.} = 9,4605 \cdot 10^{15} \text{ m}$)
4. Yorug'lik nurlari dastasi-chehralangan fazoviy burchakda yig'ilgan yorug'lik nurlanishi to'plami.
5. Yorug'likni vakuumdagi tezligi-asosiy fizikaviy doimiy; har qanday elektromagnitiko'lqinlarning tarqalish tezligi fizikaviy ta'sirlarning tarqalish chegaraviy tezligi.
6. Yorug'likning energetik kuchi-fazoviy burchak birligiga to'g'ri kelgan ma'lum yo'nalishdagi nurlanish oqimi.
7. Yorug'likning yutilishi-yorug'lik energiyasining boshqa xil ko'rinishlarga o'tishi natijasida muhit orqali o'tayotgan yorug'likning susayishi.
8. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti-issiqlik oqimi zichligi bilan uni vujudga keltirgan moddada harorat gradienti orasidagi mutanosiblik koeffitsienti.
9. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi-tutash muhit (gaz, suyuqlik yoki qattiq jism)da issiqlikning tarqalishi jarayonini ifodalovchi tenglama.
10. Kapilyar kondensatsiya-bug'ning kapillyarlarda va g'ovak jismlarning mikrodarzarlarida, shuningdek, bir-biriga zichlangan qattiq zarrachalar va jismlar oraliqlarida kondensatsiyalanishi.
11. Kvarts lampa-simob bug'li va spektrli ultrabinafsha nurlanishga ega bo'lgan kvarts devorli kolbadan iborat yorug'lik gaz razryad manbai.
12. Kelvin harorat shkalasi-harorat birligi sifatida Kelvin tanlab olingan termodinamik harorat shkalasi.
13. Kollektor-yig'uvchi elektrik vakuum asboblarda elektron yoki ion dastasi olib kelgan zaryadlarni yig'ishga xizmat qiluvchi elektrod.
14. Konvektiv issiqlik almashinuvi-konveksiya va molekulyar harakatining birgalikdagi ta'siri bilan bog'liq bo'lgan bir jinsli bo'lmagan harorat maydonida harakatlanuvchi muhitlarda issiqlikning qaytmas kuchirilish jarayoni.
15. Konveksiya-keltirish modda oqimlari yordamida suyuqlik, gaz yoki sochiluvchi muhitlardan issiqlikning o'tishi.
16. Kondensatsiya-sovutish yoki siqish vositasida moddaning gazsimon holatdan suyuq yoki qattiq holatga o'tishi.
17. Lyuksmetr-yoritganlikni o'lchash asbobi.
18. Pirometriya-qizigan jismlar haroratini o'lchashning optik usullari majmui.
19. r-tur yarimo'tkazgich-kovak o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarimo'tkazgich.
20. Ravshanlik koeffitsienti-jismning biror nuqtasi va berilgan yo'nalishdagi ravshanlikning o'sha sharoitlarda yoritilgan, ravshanligi barcha yo'nalishlarda birday, qaytarish koeffitsienti esa 100 % bo'lgan sochigichning ravshanligiga nisbati.
21. Salt o'tish-uch sathli kvant paramagnetik kuchaytirgichdagi nurlanishsiz o'tish.
22. Selektiv qaytarish-spektr bo'yicha o'tkazuvchan qaytarish koeffitsientiga ega bo'lgan moddaning yorug'likni qaytarishi.
23. Sovutgich-qaralayotgan termodinamik tizimdan issiqlik ko'rinishida energiya oluvchi jism.
24. Sochilish koeffitsienti-nurlanish oqimi moddada sochilishi tufali ye marta zaiflashadigan masofaga teskari kattalik.
25. Termobatareya –termoelementlar batareyasi.
26. Yarimo'tkazgich materiallar-xona haroratini ($T=300\text{K}$) o'z ichiga oluvchi keng haroratlar oralig'ida yarimo'tkazgich hossalarni yaqqol namoyon qiluvchi hamda yarimo'tkazgich asboblari yasashda keng qo'llaniluvchi moddalar majmui.

27. Yarimo'tkazgich fotoelement-fotoelektrik yarimo'tkazgich asbob; ishlashi fotogalvanik samaradan foydalanishga asoslangan.
28. Yarimo'tkazgichlarni legirlash-elektrik hossalarni o'zgartirish maqsadida ularga kirishmalar yoki tuzilmaviy nuqsonlarni ulushlab kiritish.
29. Epitaksiya-bir kristallaning boshqasining ustida yo'nalgan tarzda o'sishi.
30. Lyumen-SI da yorug'lik oqimi birligi; yorug'lik kuchi 1 kandela bo'lgan nuqtaviy burchakda chiqariladigan yorug'lik oqimiga teng.
31. Yarimo'tkazgichlarning sirtiy hossalari-yarimo'tkazgichning boshqa bir muhit bilan bo'linishi chegarasi yaqinida zaryad tashuvchilar (elektronlar va kovaklar)ning o'zini qanday tutishi bilan bog'liq bo'lgan hossalari.
32. Yarimo'tkazgich asboblari-ishlashi birjinsli va nobirjinsli r-n o'tishlarga ega bo'lgan yarimo'tkazgichlarning hossalari asoslangan xilma-xil asboblarning umumiy nomi.
33. AMPER – Elektr tokning o'lchov birligi bo'lib, 1 sekundda birligi 1 Kulonga teng bulgan elektr oqimiga nisbatiga aytiladi ($I=Q/t$).
34. ATOM – atrofida manfiy elektronlar tizimi bilan o'ralgan musbat zaryadlangan protonlardan iborat bo'lgan atomdan iborat, bunda proton va elektronlarning soni bir-biriga tengdir.
35. ELEKTR ENERGIYASINING BAZISLI YUKLAMASI – to'liq davrda o'zgaras qoladigan elektr energiyasi ishlab-chiqarishdir.
36. BATAREYA – elektr ishlab chiqaruvchi qurilma, elektrolitda joylashgan ikkita elektrod orasidagi kimyoviy xarakatni elektr tokka aylantiradi.
37. BIO XILMA-XILLIK – keng ko'lamdagi o'simlik va hayvonot olamining mavjudligi va ularning tabiiy sharoitlarga moslashganligi.
38. BIOMASSA – yoqilg'i manbaasi sifatida foydalaniladigan o'simlik va hayvonot olamining hayot kechirishi davomidagi chiqindilar.
39. QUVVAT - elektr energiyasi ishlab – chiqaradigan blok, stantsiya yoki asbobdan foydalanish yoki ishlab-chiqishdagi maksimal yuklanish.
40. UGLEKISLOTALI GAZ, SO_2 – qayta tiklanmaydigan yoqilg'ini yonishidan hosil bo'ladigan gaz.
41. ISSIQLIK ELEKTR STANTSIYASI – issiqlik va elektr energiyasini bigalikda ishlab-chiqarish. Sanoat maqsad-lari yoki markaziy isitish uchun foydalana-digan truba orqali o'tayot-gan elctr energiyasini ishlab – chiqarish usuli.
42. KO'MIR YORDAMIDA ISHLAY-DIGAN ELEKTROSTANTSIIALAR – Qozondagi ko'mirning yonishi natijasida hosil bo'lgan bug' yordamida ishlaydigan bug' turbinasiga aytiladi.
43. KOGENERATSIYA – Bitta ob'ektda issiqlik, elektr va mexanik energiyani ishlab – chiqarish. Tipik kogene-ratsiyalovchi ob'ekt ishlab-chiqarish jarayon-larida foydalanish uchun elektr energiyasi va bug' ishlab – chiqaradi.
44. GAZ TURBINALI IESLAR – oddiy tabiiy gazning yonishidan xosil bo'lgan qoldiq gaz to'g'ridan - to'g'ri gaz turbinasini ishlatib, so'ng bug' turbinasini ishlashi uchun bug' ishlab – chiqaradigan qozon orqali yo'naladi.
45. CHIQINDI YONISH MAHSULOTLARI – yoqilg'ining yonishi natijasida hosil bo'ladigan CO_2 , SO_2 va NO_2 kabi gazsimon moddalar.
46. KULON – elektr zaryadning o'lchov birligi
47. EKOLOGIYA – xayvonot olami va o'simliklarning atrof muxit bilan va o'zaro ta'siri va aloqasini o'rganuvchi fan
48. ELEKTR TOKI – elektr zaryadga ega zarralarning oqimi, A.
49. ELEKTR YURITMA – mexanizmlarning ijrochi organini xarakatga keltiruvchi elektromexxanik qurilma. Motor, uzatma, o'zgartkich, va boshqarish apparatlaridan tashkil topgan.
50. ELEKTROSTANTSIIA – barcha turdagi energiyalarni elektr energiyasiga aylantirib beradigan ob'ekt.
51. ELEKTR ENERGIYA-SINI YETKAZIB BERUVCHI – raqobat bozorida elektr energiya-sini nokommunal yetkazib beruvchi.

52. QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYADAN ISHLAB CHIQUILGAN ELEKTR ENERGIYA – faqat qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlovchi elektr stantsiyalar tomonidan ishlab chiqilgan elektr energiyasi
53. ENERGETIK RESURSLAR – jamiyat energiya manbaasi sifatida foydalanadigan resurslarga aytiladi.
54. ENERGIYA MANBAALARI – elektr energiyasiga aylanadigan barcha manbaalar.
55. ENERGIYADAN FOYDALANISH – aniq maqsad uchun belgilangan vaqtda foydalangan energiyaga aytiladi va $kVt \cdot soatda$ o'lchanadi.
56. GAZ TURBINASI – yonish davomida chiqindi gazlardan ajralayotgan issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiradigan yuqori tezlikli mashina. Yoqilg'i sifatida tabiiy gaz yoki yengil yoqilg'i nefti ishlatiladi.
57. GENERATSIYA – boshqa turdagi energiya shakllaridan elektr energiyasi olish jarayoni.
58. GENERATOR – Aylanuvchi mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi mashina.
59. GEOTERMAL ELEKTR STANTSIYA – yerdan chiqayotgan bug' hisobida ishlaydigan elektr stan-tsiyasi. Bunda turbinali generator harakati natijasida elektr energiyasi ishlab – chiqariladi.
60. PARNIK GAZI - atmosferaga ushlanib qoladigan va issiqlik nurlanishi bo'lib yutiladigan gazga aytiladi. Asosiy parnik gazlariga ugлекislotali gaz va metan kiradi.
61. ISSIQLIK – atom va molekullarning xarakati bilan bog'liq bo'lgan energiya uzatish shakli.
62. GERTS (Gts) – chastota birligi, 1 sekundda bir aylanaga teng.
63. GIDROELEKTR STANTSIYA –suv oqimidan gidroturbinani aylantirish uchun foydalanuvchi elektr stantsiya.
64. GIDROELEKTR ENERGIYA – suv xarakatidan foydalanish hisobiga elektr energiya ishlab chiqarish.
65. JOUL – ish yoki energiyaning o'lchov birligi bo'lib, 1 Nyuton jismni 1 metr masofaga qo'zg'atish uchun kerak bo'lgan kuch. (J)
66. PIK SO'ROV – pik vaqt oralig'ida foydalaniluvchi makismal energiya.
67. PIK YUKLAMA ELEKTR ENERGIYASI – pik vaqtdagi elektr energiyasiga bo'lgan talabni qondirish uchun ishlab chiqarilgan elektr energiyasi.
68. STANTSIYA – birlamchi energiya manbasini boshqa turdagi energiyaga aylantirishga mo'ljallangan turli jihozlar va elektr generatorlardan tashkil topgan ob'ekt.
69. KUVVAT – ishning bajarilishi yoki energiya ishlab chiqirishining tezligi
70. ELEKTR STANTSIYA – elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi stantsiya.
71. TEZLIK – bir ko'rsatkichning aniq vaqt orasida o'zgarishi.
72. QAYTALANUVCHI ENERGIYA – tabiat ekologik tsikli jarayonida qayta tiklanish xususiyatiga ega bo'lgan energiya.
73. QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBASI – qayta tiklanish jarayonida tiklanadigan qazilmaydigan energiya manbalari (shamol, quyosh, geotermal, gidroenergiya, to'liq energiyasi, biomassa, biogaz va h.o.)
74. ROTOR – jipslashgan metel plitalardan yasalgan elektr mashinasining aylanuvchi qismi.
75. QUYOSH FOTOELEMENTI – fotonlar energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma. Fotoelement xar xil turdagi yarimo'tkazgich materiallardan tayyorlanadi.
76. QUYOSH KOLLEKTORI – quyosh radiatsiyasini qabul qilib uning energiyasini issiqlikka aylantiruvchi qurilma.
77. STATOR – elektr mashinaning magnit tarkibli qo'zg'almas qismi.
78. VOLT (V) – potentsiallar farqi yoki kuchlanishning o'lchov birligi xisoblanadi. Agar ikki nuqta orasidagi masofani 1 Kulonga yoki ishi potentsiallar farqi 1 Joulga teng bo'ladi. $1 V (V=W/Q)$.
79. KUCHLANISH – elektr zanjirda zaryadlarni xarakatga keltiruvchi kuch, potentsiallar farqi
80. VATTMETR – elektr energiya iste'molini o'lchovchi asbob.
81. ISH – (Joul) – ob'ekt bosib o'tgan masofa va ushbu ob'ektga shu yo'nalishda ta'sir etayotgan kuchning qo'paytmasi.

IV. ILLOVALAR.

4.1. Fan dasturi

**ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

“ТАСДИҚЛАЙМАН”

“КЕЛИШИЛДИ”

Ректор

С.М. Бурханов

Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги



2019 йил “ 07 ” 12

Рўйхатга олинди: №БД-5310200-2.07

2019 йил “ 30 ” 10

ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 300.000 – Иштабчиқариш техник соҳа.

Таълим соҳаси: 310.000 – Мухандислик иши.

Таълим йўналиши: 5310200 – Электр энергетикаси (электр таъминоти).

ТОШКЕНТ – 2020

Фан/модуль коди QEFBUBQ TT2408		Ўқув йили 2021-2022	Семестр 3-4	ECTS – Кредитлар 4/4	
Фан/модуль тури Мажбурий		Таълим тили Ўзбек/рус		Хафтадаги дарс соатлари 4/4	
	Фаннинг номи	Аудитория машғулотлари (соат)	Мустақил таълим (соат)	Жами юклама (соат)	
1.	Қуёш элементлари, фотоэлектрик батареялар ва уларнинг бутловчи қурилмаларини тайёрлаш технологиялари	120	120	240	
2.	Фаннинг мазмуни 2.1. Фанни ўқитиш мақсади ва вазифалари Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларга қуёш элементларининг таркиби, унинг структуралари тузилишини, ундан ташқари ишлатилиш қўламлиги, ҳисоблаш асослари ва уларни муайян шароитларга мос ҳолда танлаш усуллари, Қуёш энергетик қурилмаларнинг турлари бўйича йўналиш профилига мос билим, қўникма ва малака шакллантиришдан иборат. Фаннинг вазифаси – уни ўрганувчиларга: – Қуёш элементлари, фотоэлектрик батареялар ва уларнинг бўтловчи қурилмаларини тайёрлаш технологиялари фанининг моҳияти, таркиби, қурилмаларнинг ишлаш жараёни, асосий параметрлари ва тавсифлари, ҳамда уларни ишлаб чиқариш технологиялари ҳақидаги маълумотларни бериш ва ўргатишдан иборатдир. 2.2. Асосий назарий қисм (маъруза машғулотлари) Фан таркиби мавзулари: 1-модуль. Қуёш элементлари ва яримўтказгич материалларнинг структуралари. 1-мавзу. Кириш. Қуёш элементлари учун яримўтказгичли материалларни танлаш ва уларнинг структуравий тузилиши. Қуёш элементлари: монокристалл ва поликристалл кремнийли қуёш элементлари. Ярим ўтказгичли материалларнинг электротехника соҳасида қўлланилиши. Германий, кремний, селен, кремний карбиди ва галлий арсениди асосидаги қуёш элементлари. Ушбу материаллардан ярим ўтказгичли электр жихозлар ва интеграл схемалар ишлаб чиқариш. Кремний ва германий структуравий тузилиши жихатидан олмоссимон яримўтказгичлар. 2-мавзу. Яримўтказгичли элементларни тайёрлаш технологияси ва уларни ўстириш усуллари. Замонавий электроника элементларини олиш технологиясини танлаш. Материалнинг тозаллигига этибор қаратиш жихатлари.. Ярим ўтказгичли материалнинг тескари йўналишдаги қўйиладиган кучланиш. Материалнинг солиштира қаршилигига боғлиқлиги., $\rho \sim 0,1 \text{ Ом} \times \text{см}$ бўлган Ge (Si) да $U_{\text{теск}} 1,0-1,5 \text{ В}$ бўлган пьезоэлектрик материал олиш мумкин. Бундай Ge (Si) материалида 100 та қиришма атомига $1,5 \div 103 \text{ Ge (Si) атоми тўғри келса, қиришмалар сонини } 100 \text{ марта камайтирилса } (\rho \text{ q } 50 \text{ Ом} \times \text{см}) U_{\text{теск}} 500 \text{ В га тенг бўлган материал олиш имкониятлари очиқ бериш.}$ 3-мавзу. “Кремний” кристаллини ўстириш усуллари. Монокристал қуймалар ҳосил қилишнинг усуллари. Чохральский усулида таркибига донор ёки акцептор киритмалар қўшилган ўта тоза кремний эритмаси юзига кремний монокристалли тушириш. Эритма эритган монокристал ўз ўқи атрофида аста – секин айлантирилиб кўтариш. (негиз қатламлар, эмиттерлар, омик контактлар ҳосил қилишда ва х.з.). Бунда ҳар гал ўзига хос “расм”ли фотошаблонлар ишлатишни қўллаш.				

4-мавзу. Кремний қуймаси (слитков)ни кесиш ва пластинкалар тайёрлаш.

Ярим ўтказгичли материалларни қирқиш. Ярим ўтказгичли материалларни ёмби кўринишда ўстириш усуллари. (слиток). Ёмбининг диаметри, вазни, узунлиги ҳар хил бўлиши. Ундан ташқари материаллар қаттиқлиги билан ҳам катта фарқ қилиши мумкин. Қирқиш усуллари ўрганиш. Самарали усуллари яни сим орқали қирқиш, олмос юритилган гардиш (диск) орқали қирқиш ва нисбатан янги усул лазер нури ёрдамида қирқишларни ўрганиш.

5-мавзу. Кремний пластинкаларини механик ва кимёвий сайқаллаш усуллари.

Сайқаллаш – яни механик қайта ишлаш жараёни натижасида буюмлар сирт юзасини текис ва силлиқ ҳолатга келтириш. Чўкмаларнинг механик, физик ва кимёвий хоссалари, металл чўкмасининг структурасини аниқлаш. Шунинг учун, буюмларни электролитик усулда металл билан қоплаш ва талаб қилинган структурали чўкмани олиш катта аҳамиятга эга.

6-мавзу. Кремний пластинкаларини қуёш элементлари учун мақбул конструкцияларини танлаш.

Бунда асосий эътибор аудитория машғулотларида ва мустақил ишда ўзлаштириладиган чуқурлаштириладиган назарий билимларга, ҳамда объектив жараёнлар ва ҳодисаларга нисбатан дунёқарашни шакллантиришга қаратилади; дунёқарашни шакллантиришда маъруза машғулотларига катта ўрин ажратилади.

2-модуль. Кремний пластинкалари ва қуёш элементларини тайёрлаш технологияларини ишлаб чиқиш.

7-мавзу. Кремний пластинкаларига киришмаларни диффузия орқали р-п ўтишни ҳосил қилиш.

Кенг тарқалган кремний асосидаги ҚЭ лари конструкцияси қарама- қарши типдаги р- ва п-материалнинг бир-бирига яқин туташтиришдан ҳосил қилишни ўрганиш. ЯЎ материал ичидаги р- ва п-тип материаллар орасидаги ўтиш соҳаси (чегара ҳудуди) электрон-ковак ёки р-п ўтиш ҳолатлари . ҚЭ термодинамик мувозанат ҳолида электрон ва коваклар мувозанат ҳолатини белгиловчи Ферми сатҳи материалда бир хил ҳолда бўлиши мувозанатлари ва бу шарт р-п ўтиш ҳудудида иккиланган зарядли қатлам ҳосил қилади ва уни ҳажмий заряд қатлами, унга таалукли электростатик потенциал ҳақида талабалар тушунчага эга бўлиши.

8-мавзу. Кремний пластинкаларида гомоўтишлар ва гетероўтишлар ҳамда уларнинг физик хоссаларини ўрганиш.

Иккита ҳар хил моддаларнинг бир-бирига туташуви (контактга келтирилиши) яни гетероўтишларни тавсифлаш. (ГЎ ҳар хил турлари мавжуд бўлиб, жумладан. Иккита ҳар хил ярим ўтказгич асосидаги ГЎ. Мисол, GaAs ва Ge, GaP ва Si, CdTe ва CdS ва бошқалар. Металл ва яримўтказгич асосидаги ГЎ (Шоттки барьерли мисолида). Мисол, Au ва Si, Ge ва Ag ва бошқалар. Металл ва ярим ўтказгич орасидаги омик контактлар олиш.

9-мавзу. Кремний пластинкаларига оксид қатлам ҳосил қилиш.

Атом ўзаро тортишганда улар мустахкам кимёвий боғ ҳосил қилишлари мумкин, бунда маълум миқдорда энергия ҳам ажралиб қичади. Атомларнинг электронлар билан тўлган ички қобиклари ядро билан кучли боғланган бўлиб, улар кимёвий боғ ҳосил қилишда қатнашмайдилар. Атомларнинг кимёвий хоссалари асосан уларнинг ташқи қобикларига боғлиқ бўлади. Улар валент электронлар деб номланади. Кремнийнинг табиий икки оксиди ишлатилади. Электр печларда углеродли. материалларни қиздириб техник кремний ажратиш олиш.

10- мавзу. Кремний пластинкаларида омик контакт хосил қилиш

усуллари.

Омикконтакт - бу чизикли ва носимметрик оқим кучланиш характеристикаси (ВАХ) билан тавсифланган металл ва яримўтказгич ёки иккита ўхшаш бўлмаган ярим ўтказгичлар орасидаги контакт. Агар I

–V гурух элементлари характеристикаси ассиметрик ва чизикли бўлмаган бўлса, у ҳолда контакт у ёки бу даражада ректификацияланади (масалан, бу Шоттки тўсиғи билан контакт, шу асосда Шоттки диоди хосил бўлади). Шоттки тўсиқ моделида ректификация металлнинг иш функсияси ва яримўтказгичнинг электрон яқинлиги ўртасидаги фарқга боғлиқ.

11-мавзу. Кремний пластинкалари электрофизик параметрларини аниқлаш ва герметиклаш орқали фотоэлемент хосил қилиш.

Электрофизик ва фотоэлектрик параметрларини аниқлаш. Тадқиқот вазифалари: - Si1-xGex қотишмаларнинг ўсиш шароитларини тадқиқ қилиш ва суюқ фазали эпитакия усулида чегараланган ҳажмли қотишмалардан уларнинг. эпитакия қатламларини олиш ... Қотишмаларини ўстириш режимлари, уларнинг электрофизик ва. фотоэлектрик хоссаларини ўрганиш... Поликристалл кремний қатламларидаги р – п - ўтишли юқоридаги GaAs қатлами билан биргаликда хосил қилиб, маълум бир хилдаги каскадли ҚЭ ни хосил қилиш мумкин. Бу эса ҚЭ да ютилаётган радиация диапозоннинг кенгайишига бинобарин, устки Al GaAs ва GaAs қатламлардан ўтаётган квантлар ҳисобига ҚЭ нинг Ф.И.К ошишига олиб келади.

3-модуль. Фотоэлементларнинг барча параметрларини ўрганиш ва тадқиқ қилиш

12-мавзу. Эталон фотоэлементлар ва уларни градуировка қилиш усуллари.

Фотоэлементлар, уларни яратиш технологияси ва фотоэлектрик ўзгартиришнинг физик асослари. Ярим. ўтказгичли материалларда фотоэлектрик ходисалар. р-п ўтишларда фотоэлектрик ходисалар. Фотоэлементларнинг яратиш технологияси. Фотоэлементларнинг ишлаш принципи, электр энергиясига айлантиришнинг физик асослари ва турлари. Микропроцессорнинг дастурий таъминотини ташкил қилиш: дастурий таъминотни тайёрлаш усуллари ва структураси, ассемблер, ахборотлар структураси, юқори поғонали. тиллар, микропроцессор қурилмаларига дастур тайёрлаш тамойиллари, микропрограммалаш ва уларни хосил қилиш усуллари, дастурий таъминотни тайёрлаш воситалари.

11- мавзу. Фотоэлементлар технологиясида фотолитография усулининг қўлланилиши.

Микроэлектрониканинг ютуқлари кўп жихатдан фотолитграфия усулини қўлланилишига боғлиқлиги. Бу усул билан ЯЎ тузилмаларда катта аниқликда аввалдан берилган топологияга эга бўлган шаклтушириш, ва кейинчалик унга технологик ишлов беришни ишлаб чиқиш. Бу усул воситалари билан ҳар хил материалга, жумладан диэлектрикларга, ярим ўтказгичли материалга, металлларга проекцион расмлар туширишни тадқиқ этиш.

14-мавзу. Фотоэлементларни жамлаш ва мақбул конструкцияли фотоэлектрик модулни аниқлаш.

Тадқиқот услубияти ва услублари. “Кичик кам қувватли ёритиш фотоэлектрик системаси услубий кўрсатма ва лаборатория қурилмасини яратиш. Тадқиқот натижаларининг илмий жихатдан янгилик даражаси. Махсус кичик кам қувватли ёритиш фотоэлектрик системаси яратилди. Перпендикуляр ва параллел жойлашган р-п ўтишлар учун йиғиш (жамлаш) коэффитциенти (эффektivлиги) қуйидаги муносабатлар билан аниқланади. $\gamma = (L_n + L_p) / \ell$ (6) ва $\gamma = (L_n + L_p) / d$ (6). ҚЭ реал ишлашига яқин шароитда I_0 ва А нинг қийматини аниқлашнинг яна бир усули мавжуд. Бунинг учун ёруғлик оқими зичлигининг ҳеч бўлмаганда икки хил қийматида имитатор ёрдамида ҚЭ нинг ВАХ си ўлчанади.

15-мавзу. Фотоэлектрик модулни тайёрлашда оптимал параметрли материалларни танлаш.

Фотоэлектрик қурилма конструкциясини танлаш, параметрларини режалаш, тайёрлаш технологиясини аниқлаш. Фотоэлектрик қурилмани тайёрлаш. Фотоэлектрик қурилма қисмларини синаш. Қурилмани бутунича синаш. Фотоэлектрик қурилмани синаш натижаларини ҳисобга олган ҳолда уни параметрларини оптимал ҳолга келтириш. Қурилмани тажрибавий синаш, ҳисоб ва режавий натижалар билан таққослаш. Фотоэлектрик қурилмага кетган харажатларни қоплаш муддатини ва самарадорлигини аниқлаш.

4-модуль. Фотоэлектрик модулларнинг бўтловчи қурилмаларини танлаш ва ишлатиш.

16-мавзу. Фотоэлектрик модулни тайёрлашда аксланишни камайтирувчи қатламлар олиш технологияси.

Қуёш элементлари самарадорлигини оширишнинг яна бир йўли элементнинг юза қисмидан бўладиган нур қайтарилиш ҳодисасини камайтиришдир. Мисол учун сайқалланган кремний пластинаси юзасидан (0,35-1,1 мкм диапазондаги) тушаётган нурнинг аксланиш коэффиценти 0,45 дан ошиши мумкин. Бу ҳодиса асосан Si ва атмосфера орасида нур синдириш коэффицентининг номувофиклигидир, яъни кремний учун $n = 3,6$ бўлгани ҳолда, ҳаво учун бу кўрсуткич бирга тенг. Бундай шароитда тушаётган нурнинг қайтишини камайтириш учун, ярим ўтказгичли материал устини синдириш кўрсаткичини мувофиқлаштирувчи, ҳар хил оксид материаллар, билан қоплаш керак бўлади.

17-мавзу. Фотоэлектрик модуллар ва уларнинг бўтловчи қурилмаларини танлаш.

Тадқиқот услубияти ва услублари. “Кичик кам қувватли ёритиш фотоэлектрик системаси услубий кўрсатма ва лаборатория қурилмасини яратиш. Тадқиқот натижаларининг илмий жихатдан янгилик даражаси. Махсус кичик кам қувватли ёритиш фотоэлектрик системаси яратилди. Система фотоэлектрик модуллар, контроллер, аккумулятор батареяси, кабеллар, инвертор, юкланишдан иборат. Гибрид электр таъминот каби тушунчалар ўрганилади.

18-мавзу. Фотоэлектрик батарияларнинг таянч конструкцияларини тайёрлаш.

Фотоэлектрик батарияларни таянч конструкцияларини метал ёки алюминий материаллардан фойдаланиш. Уларни ўрнатиш жойига қараб материалларни танлаш ва ўрнатиш. Станцияни бино ёки уй томларида ундан ташқари катта қувватли станцияларни эса жуда катта майдонларда ўрнатилиши мумкин. Бунда ўз навбатида табиий шароит ҳам инобатга олиш. Шунинг учун ҳам таянч конструкциялар жуда мустахкам қилиб ўрнатилишни этиборга олиш.

19- мавзу. Фотоэлектрик станцияларнинг технологик жараёнларини лойиҳалаш.

Фотоэлектрик станцияларни технологик жараёнларни лойиҳалаш. Фотоэлектрик станцияларни технологик жараёнларни ишлаб чиқиш тартиби. Фотоэлектрик станцияларни технологик жараён вариантларининг техник-иқтисодий таҳлили. Фотоэлектрик станцияларни технологик жараёнларни намуналаштириш. Фотоэлектрик станцияларни технологик жараённи лойиҳалашни автоматлаштириш. Фотоэлектрик станцияларни технологик жараёнларни ишлаб чиқиш тартиби. Заготовкаларга кесиб ишлов беришнинг технологик жараёнларини ишлаб чиқиш комплекс масала бўлиб, уни муайян шароитларда ҳал қилиш учун заготовкани тайёр деталга айлантиришнинг оптимал вариантыни топиш лозим, айти пайтда техник талабларга жавоб берадиган сифат ва аниқлик бажарилиши зарур.

20- мавзу. Фотоэлектрик станцияларнинг бўтловчи қурилмаларини танлаш.

Фотоэлектрик станцияларнинг бўтловчи қурилмаларини танлашда унинг параметрларига этибор бериш.. Мана шу энергиядан фойдаланган ҳолда қуёш энергиясидан тўғридан-тўғри электроэнергия олиш мумкинли ва албатта

	бутловчи қурилмалар кераклиги. Фотоэлектрикстанцияларнинг электр таъминот манбаларини танлаш. Қуёш ва шамол гибрид энергияларининг. Катта ва кичик қувватли тиристорли калитларнинг бириктириш. 5-модуль. Фотоэлектрик станцияларнинг турлари ва уларнинг қурилмаларини ўрганиш. 21-мавзу. Катта ва кичик қувватли фотоэлектрик станциялар учун инвертор ва контроллерларни танлаш ҳамда иш самарадорлигини аниқлаш. Инвертор куч трансформаторини ҳисоблаш. Параметрик кучланиш стабилизаторини а ва б нуқталар орасидаги потенциаллар. айирмаси U_{ab} ни аниқлаш учун занжирни adb қисмини олиб, унга занжирнинг ЭЮК манбали. қисми учун Ом қонуни қўлланилади: фотоэлектрик станциялар алоҳида катта қувватли истемолчиларни белгилаш ва уларнинг энергиясини ишлаб турган энергия тармоқларига улаш ва асосий тармоқ сифатида фойдаланишдан иборатдир. 22-мавзу. Автоном фотоэлектрик станциялар учун аккумуляторларни танлаш. Автоном фотоэлектрик системалар электр тармоқ таъминоти бўлмаган жойларда қўллашнинг истиқболлари. Бу фотоэлектрик системалар арзон ва ишочли, чунки қўшимча жиҳозлар ишлатилмайди. Бу системалар қуёш энергияси етарлича кўп бўлган ва бу системаларни қўллаш муаммо бўлмаган жойларда қўлланилади. Автоном фотоэлектрик системаларнинг турлари ва қўлланилиши ўрганилди. Автоном фотоэлектрик системалар ҳам бир неча турларга бўлинади: аккумуляторли автоном фотоэлектрик системалар, инверторли автоном фотоэлектрик системалар каби турлари мавжуддир. Уларнинг схемалари ва ишлаш принципи келтирилди. 23-мавзу. Тармоқ фотоэлектрик станциялар ва уларнинг афзалликлари. Тармоқ фотоэлектрик станциялар энергия таъминлаш тизимлари учун аккумулятор батареяси сиғимини ва ишлаш вақтини ҳисоблаш. Инвертор куч трансформаторини. Мамлакатимизнинг Самарқанд вилоятида, Осиё тараққиёт банкининг ёрдамида, дунёда энг йирик қуёш фотоэлектрик станцияси қурилиши режалаштирилгани. Қуёш электростанцияси 400 га майдонга жойлашиб, унинг қуввати 100 МВт ни, йиллик электроэнергия ишлаб чиқариш эса, 200 млн. кВт/соатни ташкил қилади. 24-мавзу. Қуввати 5 кВт бўлган фотоэлектрик станция инвертори учун тороид шаклидаги трансформаторни лойихалаш. Улар ЭТМлар учун юклама ҳисобланади, шунинг учун чиқишзанжиридаги қисқа туташувда таъминот манбаи чиқиш токини чеклаши керак. Бунда ЭТМ кучланишни стабиллаш режимидан токни стабиллаш режимига ўтиб иш режимини ўзгартириши керак. Ўзгармас ток электр таъминот тизимлари талаб қилинадиган қувват 5 кВтда ошмаган ҳолларда қўлланилади. Бундай тизимларнинг афзаллиги аккумуляторлар ёрдамида резервлашнинг оддийлигидир кучланишдан тўғри бурчакли импульслар шаклидаги ўзгарувчан кучланиш. олинади, яъни инверторлаш амалга оширилади. Тўғри бурчакли импульслар. 25-мавзу. Қуввати 17 кВт бўлган фотоэлектрик станция импульсли кучланиш стабилизаторини лойихалаш. Параметрик кучланиш стабилизаторини ҳисоблаш. ИМС асосидаги чизикли стабилизаторни қуввати 17 кВт/соат бўлган ФЭС энергоқурилмасини ўрнатиш. Станциянинг зарурий истеъмол қуввати P ни, чиқиш қуввати $0.2 P$ бўлган ИКЎлар ёрдамида ташкил қилиш учун, ИКЎларнинг чиқиш клеммалари параллел равишда уланган. ИКЎлар, ўзгарувчан $\sim 220В$ кучланишли бир фазали электр тармоғига уланишга мўлжалланган. 6-модуль. Фотоэлектрик станциялардаги ёрдамчи қурилмаларнинг техник хавфсизлиги.
--	--

26-мавзу. Фотоэлектрик станциялардаги аккумуляторларнинг зарядлаш қурилмаси.

Автоном фотоэлектрик системаларидан электр тармоқларидан анча узоқ бўлган жойлардаги дачаларда, чўпонларнинг чарво фермаларида, ҳарбийлар жойлашган ҳудудларда қўллашнинг ҳамда фойдаланишнинг истиқболлари. Автоном кам қувватли фотоэлектрик ёритиш қурилмаси. Фотоэлектрик ёритиш қурилмасининг тавсифи. Марказий электр тармоқлардан узоқ (тоғ олди, чўл ва бошқа энергия танқис бўлган жойларда) ҳудудлари аҳолиси учун мўлжалланган кам қувватли ихчам фотоэлектрик ёритиш лаборатория қурилмаси яратилди.

27-мавзу. Фотоэлектрик станцияларда ишлаб чиқарилган электр энергияни уч фазали тизимга улаш.

Электр қуввати олиш учун фотоэлектрик. ва термодинамик ўзгарткичлар, махсус. материаллар. Уч фазали занжирлар. Умумий маълумотлар Электр энергия асосан уч фазали манбалар, узатиш линиялари ва истеъмолчилар ёрдамида ишлаб чиқарилади, узатилади ва истеъмол. қилинади. Бу ҳолат уч фазали тизимларни бир фазалиларга нисбатан қандай афзалликларга эга. Уч фазали ток электр энергияси уч фазали синхрон генераторлар ёрдамида ишлашини батафсил ёритиш.

28-мавзу. Фотоэлектрик станциялар биноларни ёритишини солиштирма қувват усули бўйича ҳисоблаш.

Фотоэлектрик станцияни кўрсаткичларини ҳисоблаш. Автоном энергия таъминлаш тизимлари. Фотоэлектрик станция учун аккумулятор батареяси сигимини ва. ишлаш вақтини ҳисоблаш. Аккумулятор батареяси учун зарядлаш ва разрядлаш қурилмасини ҳисоблаш. Инвертор куч трансформаторини ҳисоблаш. Параметрик кучланиш стабилизаторини ҳисоблаш. ИМС асосидаги чизиқли стабилизаторни ҳисоблаш.

29-мавзу. Фотоэлектрик станциялардаги ёрдамчи қурилмаларнинг техник хавфсизлиги.

Техника хавфсизлиги қондасига мувофиқ иш жараёнида фойдаланиладиган ҳимоя воситалари Давлат ягона нусхаси талабларига ва «Электр ускуналарида фойдаланиладиган ҳимоя воситаларини қўллаш ва синаш қондаси» га жавоб бериши шарт. Ўзаро жойлаштиришни ҳисобга олувчи ерга улаш қурилмаларнинг. фойдаланиш коэффиценти (тахминан танлаб олинади).

30-мавзу. Фотоэлектрик станциялар ва қурилмаларни лойиҳалашнинг иқтисодий асослари.

Фотоэлектрик станцияларнинг техник-иқтисодий ҳисоблар, сим ва кабелларнинг кесим юзасини танлаш. Токнинг иқтисодий зичлиги бўйича симларнинг кесим юзасини танлаш. Симнинг кесим юзасини кучланишининг рухсат этилган йўқотилишни бўйича танлаш. Чуқур кириб борган тармоқлар схемалари. Шаҳар электр тармоқларида қувват ва электроэнергия исрофларини аниқлаш. Энергия тежамкорлиги асослари фани бўйича: Энергия тежамкорлигининг умумий асослари. Ёқилғи энергетика ресурслари. Энергия турлари, энергияни олиш, ўзгартириш ва ундан фойдаланиш. Энергия ва энергия ресурслари нархининг тузилиши.

2.3. Амалий машғулотлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. Фотоэлементларни муқобил энергия манбаларида ролини (МЭМ) ривожланишда ва истиқболидаги ўрни.
2. Электр энергияси истеъмолчиларининг характерини (ўзгармас ток истеъмолчилари хусусиятлари, ўзгарувчан ток истеъмолчилари хусусиятлари) ўрганиш.
3. Ортиқча ишлаб чиқилган электр энергиясини ҳисоблаш ва энергияни йиғиш усулини танлаш.
4. Йиғувчи аккумулятор электр сигимини ҳисоблаш.

	Фотоэлектрик қурилма йиғиш учун керак бўладиган стандарт ва ностандарт асбоб ускуналарни аниқлаш. 6. Инверторлар параметрларини, қувватини ва фойдали иш коэффициентини аниқлаш. 7. Контроллерларнинг параметрларини ва қувватини аниқлаш. 8. Фотоэлектрик қурилма конструкциясини танлаш, параметрларини режалаш, тайёрлаш технологиясини аниқлаш. 9. Фотоэлектрик қурилмани тайёрлаш. 10. Фотоэлектрик қурилма қисмларини синаш. қурилмани бутунлайича синаш. 11. Фотоэлектрик қурилмани синаш натижаларини ҳисобга олган ҳолда уни параметрларини оптимал ҳолга келтириш. 12. Қурилмани тажрибавий синаш ва ҳисоб ва режавий натижалар билан таққослаш. 13. Фотоэлектрик қурилманинг ўзини қоплаш муддатини ва самарадорлигини аниқлаш. 14. Қуввати 5 кВт бўлган фотоэлектрик станция инвертори учун тороид шаклидаги трансформаторни ҳисоблаш. 15. Қуввати 17 кВт бўлган фотоэлектрик станция импульсли кучланиш стабилизаторни ҳисоблаш. Амалий машғулотлар мультимедиа қурулмалари билан жиҳоз-ланган аудиторияда бир академик гуруҳга бир профессор-ўқитувчи томонидан ўтказилади. Машғулотлар фаол ва интерфактив усуллар ёрдамида ўтилади ҳамда мос равишда муносиб педагогик ва ахборот технологияларни қўллаш орқали билимларни чуқурлаштириш имкониятларига талабаларда қизиқиш уйғотиш, натижани мустақил равишда қўлга киритиш имкониятини таъминлаш, назарий-методик жиҳатдан тайёрлаш мақсадга мувофиқдир. 2.4.Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар Талаба лаборатория машғулотларида маъруза мавзусига доир лаборатория ишларини бажаради. Назарияни лаборатория машғулотларида мустаҳкамлайди. Лаборатория машғулотларда қуйидаги принципларга асосан лаборатория ишлари бажарилади: асбоб- ускуналардан унумли фойдаланиш малакасини ҳосил қилиш, муқобил энергия манбаларини энергиясини тўпловчи (аккумуляцияловчи) қурилмаларнинг электрокимёвий, электрофизикавий хоссалари ва хусусиятлари назарий таҳлили натижалари бажариладиган экспериментал лаборатория ишлар орқали ўз тасдиқини топади. Лаборатория ишлари бўйича тавсия этилаётган мавзулар рўйхати; мавзуларини ўрганиш; • таркатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш; • компьютер технологиялари тизимлари билан ишлаш; • махсус адабиётлар бўйича реферат ва конспектлар тайёрлаш; интерактив ва муаммоли ўқитиш жараёнида фаол қатнашиш Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар: 1. Яримўтказгичли элементларни тайёрлаш технологияси ва уларни ўстириш усуллари. 2. “Кремний” кристаллини ўстириш усуллари 3. Кремний пластинкаларига киришмаларни диффузия орқали р-п ўтишни ҳосил қилиш. 4. Кремний пластинкаларини механик ва кимёвий сайқаллаш усуллари 5. Кремний пластинкаларида гомоўтишлар ва гетероўтишлар ҳамда уларнинг физик хоссаларини ўрганиш. 6. Кремний пластинкаларида омик контакт ҳосил қилиш усуллари. 7. Эталон фотоэлементлар ва уларни градуировка қилиш усуллари.
--	--

8. Фотоэлементларни жамлаш ва мақбул конструкцияли фотоэлектрик модулни аниқлаш.
9. Фотоэлектрик модулни тайёрлашда аксланишни камайтирувчи қатламлар олиш технологияси.
10. . Фотоэлектрик батареяларнинг таянч конструкцияларини тайёрлаш.
11. Фотоэлектрик станцияларнинг бўтловчи қурилмаларини танлаш.
12. Автоном фотоэлектрик станциялар учун аккумуляторларни танлаш.
13. Тармоқ фотоэлектрик станциялар ва уларнинг афзалликлари.
14. Қуввати 17 кВт бўлган фотоэлектрик станция импульсли кучланиш стабилизаторини лойиҳалаш.
15. Фотоэлектрик станцияларда ишлаб чиқарилган электр энергияни уч фазали тизимга улаш.
16. Фотоэлектрик станциялар биноларни ёритишини солиштирма қувват усули бўйича ҳисоблаш.
17. Фотоэлектрик станциялардаги ёрдамчи қурилмаларнинг техник хавфсизлиги.
18. Кремний пластинкаларини механик ва кимёвий сайқаллаш усуллари
19. Кремний пластинкаларига киришмаларни диффузия орқали р-п ўтишни ҳосил қилиш.
20. Эталон фотоэлементлар ва уларни градуировка қилиш усуллари.

Мустақил таълимни ташкил этишда ушбу фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда куйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади ва жорий назорат сифатида баҳоланади:

1) Мавзулар бўйича конспект (реферат, тақдимот) тайёрлаш. Назарий материални пухта ўзлаштиришга ёрдам берувчи бундай усул ўқув материалига диққатни кўпроқ жалб этишга ёрдам беради. Талаба конспекти турли назорат ишларига тайёргарлик ишларини осонлаштиради ва вақтни тежайди;

Ўқитиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимлари билан ишлаш. Олган билимларини ўзлаштиришлари, турли назорат ишларига тайёргарлик кўришлари учун тавсия этилган электрон манбалар, инновацион дарс лойиҳаси намуналари, ўз-ўзини назорат учун тест топшириқлари ва бошқалар;

3) Фан бўйича қўшимча адабиётлар билан ишлаш. Мустақил ўрганиш учун берилган мавзулар бўйича талабалар тавсия этилган асосий адабиётлардан ташқари қўшимча ўқув-илмий адабиётлардан фойдаланадилар. Бунда рус ва хорижий тиллардаги адабиётлардан фойдаланиш рағбатлантирилади;

4) Интернет тармоғидан фойдаланиш. Фан мавзуларини ўзлаштириш, амалий машғулот ва мустақил ишларни ёзишда мавзу бўйича интернет манбаларини топиш, улар билан ишлаш назорат турларининг барчасида қўшимча рейтинг баллари билан рағбатлантирилади;

5) Мавзуга оид масалалар, кейс-стадилар ва ўқув лойиҳаларини ишлаб чиқиш, шунинг билан бирга иштирок этиш;

6) Амалиёт турларига асосан материал йиғиш, амалиётдаги мавжуд муаммоларнинг ечимини топиш, ҳисоботлар тайёрлаш;

7) Илмий семинар ва анжуманларга тезис ва мақолалар тайёрлаш ва иштирок этиш;

8) Мавжуд амалий машғулот ишларини такомиллаштириш, масофавий (дистанцион) таълим асосида машғулотларни ташкил этиш бўйича методик кўрсатмалар тайёрлаш ва ҳ.к.

Янги билимларни мустақил ўрганиш, керакли маълумотларни излаш ва уларни топиш йўллари аниқлаш, Интернет тармоқларидан фойдаланиб маълумотлар тўплаш ва илмий изланишлар олиб бориш, илмий тўғарак доирасида ёки мустақил равишда илмий манбалардан фойдаланиб илмий мақола (тезис) ва маърузалар тайёрлаш кабилар

	талабаларнинг дарсда олган билимларини чуқурлаштиради, уларнинг мустақил фикрлаш ва ижодий қобилиятини ривожлантиради. Вазифа-ларини текшириш ва баҳолаш амалий машғулот олиб борувчи ўқитувчи томонидан, конспектларни ва мавзунини ўзлаштиришни маъруза дарсларини олиб борувчи ўқитувчи томонидан ҳар дарсда амалга оширилади. Мустақил ишни ташкил этиш бўйича услубий кўрсатма ва тавсиялар, кейс-стади, вазиятчи масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Маъруза мавзулари бўйича амалий топшириқ, кейс-стадилар ечиш услуби ва мустақил ишлаш учун вазифалар белгиланади.
3.	Фан ўқитилишининг натижалари (шаклланидиган компетенциялар). Фанни ўзлаштириш натижасида талаба: - энергетика тизимида электр таъминоти тизимининг тутган ўрни, электр энергияни ишлаб чиқариш, уни истеъмолчиларга узатиш ва тақсимлаш тўғрисида тасаввур ва билимга эга бўлиши; - соҳага доир асосий тушунчалар ва уларнинг моҳияти, истеъмолчилар электр таъминоти тизимини лойиҳалаштириш бўйича дастлабки маълумотлар ҳамда анъанавий ва ноанъанавий энергия манбаларини қўллашнинг ўзига хос хусусиятларини билиш ва улардан фойдаланиш қўникмаларига эга бўлиши; - истеъмолчиларни узлуксиз ва сифатли электр энергия билан таъминлаш соҳасидаги мавжуд муаммоларни ўрганиб, таҳлил қилиш ва бу муаммолар бўйича дастлабки ечимлар қабул қилиш малакасига эга бўлиши керак.
4.	Таълим технологиялари ва методлари: • маърузалар; • интерфаол кейс-стадилар; • семинарлар (манتيкий фикрлаш, тезкор савол-жавоблар); • гуруҳларда ишлаш; • тақдимотларни қилиш; • индивидуал лойиҳалар; • жамоа бўлиб ишлаш ва ҳимоя қилиш учун лойиҳалар.
5.	Кредитларни олиш учун талаблар: Фанга оид назарий ва услубий тушунчаларни тўла ўзлаштириб, таҳлил натижаларини тўғри ақс эттира олиш, ўрганилаётган жараёнлар ҳақида мустақил мушоҳада юритиш ва жорий, оралиқ назорат шаклларида берилган вазифа ва топшириқларни бажариш, якуний назорат бўйича ёзма ишни топшириш.
6.	Адабиётлар Асосий адабиётлар: 1. Ellabban Omar, Abu-Rub Haitham, Blaabjerg Frede. «Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology». Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014. 2. Robert Ferry & Elizabeth Monoian. A field guide to renewable energy technologies. 2012. www.landartgenerator.org 3. Бахадирханов М.К., Илиев Х.М., Султонова М.Р., Курбанова У.Х. Современные проблемы энергетики экологии и фотоэнергетики. –Т.: ООО «Extremum press», 2016. 4. Илиев Х.М., Ковешников С.В., Усенко Н.Ю. «Альтернативные источники энергии». –Т.: ТГТУ, 2012. 5. Пўлатов А.А., Сўпижанов Қ.Б., Икромов А.А., Назаров А.А. «Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш давр талаби» Наманган, 2013. Қўшимча адабиётлар:

	1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимида киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б. 2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 48 б. 3. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курамиз. - Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. – 488 б. 4. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.:2017 йил 7 февраль, ПФ- 4947-сонли Фармони. 6.3. Электрон ресурслар; 1. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали. 2. www.lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси. 3. www.intechopen.com 4. www.energystar.gov 5. www.offshorewindfarms.co.uk 6. www.britishwindenergy.co.uk 7. www.energy-efficiency.gov.uk 8. www.guardian.co.uk/renewables 9. www.renewable-energy-world.com Ахборот манбаалари: 1. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикасининг ҳукумат портали. 2. www.catback.ru – халқаро илмий мақола ва материаллар сайти. 3. www.google.ru – халқаро ўқув материалларини қидирув сайти. www.ziyounet.uz – миллий ўқув материалларини қидирув сайти.
--	--

7.	Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 202__ йил “__” _____даги__ -сонли баённомаси билан маъқулланган. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 202__ йил “__” _____даги_____ - сонли буйруғи билан маъқулланган фан дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик берилган.
8.	Фан/модуль учун маъсулар: Э.Б.Саитов - ТошДТУ, “Альтернатив энергия манбалари” кафедраси доценти, техника фанлари бўйича фалсафа доктори; PhD. Б.М.Ботиров - ТошДТУ "Альтернатив энергия манбалари" кафедрасининг ассистенти.
9.	Тақризчилар: Н.Норқулов – Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети доценти, ф.м.-ф.н. И.А.Юлдошев.– ТошДТУ, Электр энергетика факультети “Альтернатив энергия манбалари” кафедраси мудири, доцент, т.ф.д.

4.2.Ishchi fan dasturi

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

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

Ro'yhatga olindi:
№ _____
2021 y. " ____ " _____

«Tasdiqlayman»
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
_____ prof. M.Dadamirzayev
« ____ » _____ 2021 y.

QUYOSH ELEMENTLARI, FOTOELEKTRIK BATAREYALAR VA ULARNING BUTLOVSHI QURILMALARINI TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI

fanidan

ISHCHI O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 - Ishlab chiqarish - texnik soha
Ta'lim sohasi: 310 000 - Muhandislik ishi
Ta'lim yo'nalishi: 5312400 – Muqobil energiya manbalari (turlari bo'yicha)

Semest r	Fan tarkibi						Nazor at turi	Ja’ mi o’qu v soati
	Ma’ruz a	Amaliy mashg’ul ot	Labor a- toriya ishlari	Seminar mashg’ul ot	Mustaq il ta’lim	Kurs ishi (loyihas i)		
Kunduzgi bo’lim								
III	30	15	15	-	60		Yozma	120
IV	30	15	15	-	60		Yozma	120

Namangan – 2021y.

Fanning ishchi o'quv dasturi OO'MTV ning 07.12.2020 yil №BD-5312400-2.08 raqamli "Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi" fanining o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar: D.Zokirova - NamMQI, «Energetika» kafedrasida katta o'qituvchisi.
M.To'ychiyeva- NamMQI, «Energetika» kafedrasida katta o'qituvchisi

Taqrizchilar:

Dadamirzayev G. – NamMQI, Energetika kafedrasida dotsenti, f-m.f.n.

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika kafedrasining 2021 yil «__» _____dagi «__» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **Q.Umarov**

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika va mehnat muhofazasi fakultetining kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.
(2021 yil «__» _____dagi «__» -sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: _____ **R.Soliyev**

K E L I S H I L D I:

Mutaxassislik kafedralari:

Кафедра номи

Имзо

Кафедра мудири И.Ф.Ш

O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i: _____

dots. T.Jo'rayev

Namangan muhandislik–qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «__»_____2021 y. dagi __ sonli majlis bayoni. (__ - son bilan ro'yhatga olingan).

Kirish

Dastur 5312400 – Muqobil energiya manbalari (tarmoqlar bo'yicha) bakalavr tayyorlash "O'zbekiston Respublikasi Davlat ta'lim standarti va malaka talablari mazmuni va saviyasining majburiy minimumiga bo'lgan talablarga muvofiq tuzilgan.

Dasturda quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasining energetika tizimidagi o'rni, quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini taqsimlanishi, ulardan foydalanishning amaliy asoslari, quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarining tuzilishi, ishlash 'rintsi'lari, quyosh energiyasidan foydalanish yo'nalishlarining amaliy asoslari, 'ast 'otentsialli energiya manbalari, issiqlik nasoslari, issiqlik nasoslarining tuzilishi va ishlash 'rintsi'i, issiqlik nasos qurilmalari, shamol energiyasi, bioenergetika va geotermal energetika yo'nalishlarining amaliy asoslari, muqobil energiya manbalaridan olingan energiyani ishlatish, zaxiralash (akkumulyatsiya qilish), muqobil energiya manbalarida ishlaydigan qurilmalarining tuzilishi, muqobil va ana'naviy energiya mabalarini birgalikda ishlatish, muqobil energetikaning istiqbollari xaqida tushuncha va bilim berish, xamda ko'nikmalar shakllantirish tamoillari yoritilgan.

Fanning maqsad va vazifalari

Ta'lim maqsadi davr bilan, ijtimoiy hayot bilan uzviy bog'liq. Ijtimoiy hayotdagi tub burilishlar, fanning intensiv rivojlanishi, ta'lim modernizatsiyasi, yangi didaktik imkoniyatlar, inson'arvarlashtirish shubhasiz ta'lim maqsadini ham tubdan o'zgartirdi. Ta'lim maqsadining tubdan o'zgarishi ta'lim mazmunida o'z ifodasini to'adi.

Fan o'qitilishidan maqsad - «Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi» fanini o'qitish natijasida talabalar Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalari, ulardan foydalanish, Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalari ishlab chiqarish va undan foydalanish, ulardan foydalanishning amaliy asoslari, Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarining tuzilishi, ishlash 'rintsi'lari, quyosh energiyasidan foydalanish yo'nalishlarining amaliy asoslari, 'ast 'otentsialli energiya manbalari, issiqlik nasoslari, issiqlik nasoslarining tuzilishi va ishlash 'rintsi'i, issiqlik nasos qurilmalari, shamol energiyasi, bioenergetika va geotermal energetika yo'nalishlarining amaliy asoslari, muqobil energiya manbalaridan olingan energiyani ishlatish, zaxiralash (akkumulyatsiya qilish), muqobil energiya manbalarida ishlaydigan qurilmalarni hisoblash, muqobil va ana'naviy energiya mabalarini birgalikda ishlatish, muqobil energetikaning istiqbollari Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarining tuzilishi va ishlash 'rintsi'larini to'liq o'zlashtiriradi

Fanning o'qitilishidan maqsad - mutaxassislikning maxsus fanlarini o'rganish va chuqur egallash, Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini mukammal egallash va olingan bilimlarni amaliyotda qo'llash borasida ta'lim standartida talab qilingan ko'nikmalarni ta'minlashdir.

O'quv fanini o'rganishning asosiy vazifalari: Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarining turlari va zaxiralari, ulardan foydalanish, issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish va undan foydalanish, ulardan foydalanishning amaliy asoslari, Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarining tuzilishi, ishlash 'rintsi'lari, quyosh energiyasidan foydalanish yo'nalishlarining amaliy asoslari, issiqlik nasoslari, issiqlik nasoslarining tuzilishi va ishlash 'rintsi'i, 'ast 'otentsialli energiya manbalari, issiqlik nasos qurilmalari, shamol energiyasi, bioenergetika va geotermal energetika yo'nalishlarining amaliy asoslari, muqobil energiya manbalaridan olingan energiyani ishlatish, zaxiralash (akkumulyatsiya qilish), muqobil energiya manbalarida ishlaydigan qurilmalarni ishlatish, muqobil va ana'naviy energiya mabalarini birgalikda ishlatish, muqobil energetikaning istiqbollari, Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarining tuzilishi va ishlash 'rintsi'larini haqidagi ma'lumot va bilimlarni talabalarga yetkazish.

Fan bo'yicha talabalarning bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

"Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasining" fanini o'zlashtirish jarayonida talaba:

- jamiyat taraqqiyotida energetikaning roli va ahamiyati;
- energetikaning rivojlanish bosqichlari;
- energetika-O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotining asosi **haqida tasavvurga ega bo'lishi**;
- quyosh elektr stantsiyalari,
- geotermik elektr stantsiyalari,
- 'ast 'otentsialli energiya manbalari,
- issiqlik nasoslari,
- issiqlik nasos qurilmalari,
- shamol energiyasidan foydalanish,
- energetikaning atrof muhitga ta'siri masalalarini taxlil qilish va yechishni **bilishi va ulardan foydalana olishi**;
- tanlangan yoki tuzilgan iqtisodiy mazmunli masalalarning modelini tuzish;
- mavjud axborot texnologiyalardan foydalana olish **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak**;
- mavzuga doir misol va masalalarni yechaolish;
- o'z fikr-mulohaza va xulosalarini asosli tarzda aniq bayon eta olish **malakalariga ega bo'lishi kerak**.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatidan uzviy ketma-ketligi

«Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasining» fani energetika yo'nalishidagi umumkasbiy fanlar sirasiga kiradi va o'quv jarayoning 3,4- semestrda o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish uchun talabalardan o'quv rejasida rejalashtirilgan gidrogazodinamika, issiqlik texnikasi o'lchov va nazorat asboblari, yo'nalishga kirish fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi talab etiladi.

Ushbu vazifalardan kelib chiqib, «Muqobil energiya manbalari» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalari doirasida bakalavr bilimlarning bir butun tizimi bilan o'zaro bog'liqlikd

- sohaning asosiy tashkil etuvchilari;
- o'zining bo'lajak mutaxassisligining moxiyati va ijtimoiy axamiyati;
- quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi sohasida Respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy isloxoqlar natijalari, hududiy muammolar, fan va texnika yutuqlari haqida bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi kerak.

Ushbu fanni o'zlashtirish natijasida talaba o'quv rejasida rejalashtirilgan muqobil energiya manbalaridan foydalanish sohasida amaliy ishlar olib borish uchun yetarli bilim va ko'nikmalar asosiga ega bo'ladi.

Fanning ilm-fan va ishlab chiqarishdagi o'rni

«Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasining» fani energetika sohasida quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasining, ular asosida issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish jarayonlari bilan bevosita bog'liq. Fan o'zlashtirilishi natijasida Muqobil energiya manbalari uchun energetika qurilmalarining tuzilishi, ishlashi, ko'rsatkichlari, muammolari va istiqbollari masalalarini taxlil qilish uchun zaruriy bilimlar shakllantiriladi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va 'edagogik texnologiyalar

O'quv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars berish, muammoli ma'ruzalar o'qish, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli tashkil qilish, ilg'or 'edagogik texnologiyalardan va mulhtimedia vositalaridan foydalanish, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yish, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual ishlash, erkin muloqot yuritishga, ilmiy izlanishga jalb qilish.

"Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasining" kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontse'sual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda,

albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. SHaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga ehtiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obhektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati tahminlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kom'yuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, 'inbord, 'aradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, 'olilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning anhanaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kom'yuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan o'rativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test to'shiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi" fanini o'qitish jarayonida kom'yuter texnologiyasidan, "ower 'oint" dasturidan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimni baholash test asosida va kom'yuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

ASOSIY QISM

Ma'ruza mashg'ulotlari

1-modul. Quyosh elementlari va yarimo'tkazgich materiallarning strukturalari.

1-mavzu. Kirish. Quyosh elementlari uchun yarimo'tkazgichli materiallarni tanlash va ularning strukturaviy tuzilishi.

Quyosh elementlari: monokristall va polikristall kremniyli quyosh elementlari. Yarim o'tkazgichli materiallarning elektrotexnika sohasida qo'llanilishi. Germaniy, kremniy, selen, kremniy karbidi va galliy arsenidi asosidagi quyosh elementlari. Ushbu materiallardan yarim o'tkazgichli elektr jixozlar va integral sxemalar ishlab chiqarish. Kremniy va germaniy strukturaviy tuzilishi jixatidan olmossimon yarimo'tkazgichlar.

2-mavzu. Yarimo'tkazgichli elementlarni tayyorlash texnologiyasi va ularni o'stirish usullari.

Zamonaviy elektronika elementlarini olish texnologiyasini tanlash. Materialning tozaligiga etibor qaratish jixatlari.. Yarim o'tkazgichli materialning teskari yo'nalishdagi qo'yiladigan kuchlanish. Materialning solishtirma qarshiligiga bog'likligi., $\rho \sim 0,1 \text{ Om} \times \text{sm}$ bo'lgan Ge (Si) da U_{tesq} 1,0-1,5 V bo'lgan pe'zoelektrik material olish mumkin. Bunday Ge (Si) materialida 100 ta kirishma atomiga $1,5 \div 10^3$ Ge (Si) atomi to'g'ri kelsa, kirishmalar sonini 100 marta kamaytirilsa ($\rho = 50 \text{ Om} \times \text{sm}$) $U_{\text{tesq}} = 500 \text{ V}$ ga teng bo'lgan material olish imkoniyatlari ochib berish.

3-mavzu. "Kremniy" kristalini o'stirish usullari.

Monokristal quymalar hosil qilishning usullari. CHoxral'skiy usulida tarkibiga donor yoki aktseptor kiritmalar qo'shilgan o'ta toza kremniy eritmasi yuziga kremniy monokristali tushirish. Eritma eritgan monokristal o'z o'qi atrofida asta – sekin aylantirilib ko'tarish. (negiz qatlamlar, emitterlar, omik kontaktlar hosil qilishda va x.z.). Bunda har gal o'ziga xos "rasm"li fotoshablonlar ishlatishni qo'llash.

4-mavzu. Kremniy quymasi (slitkov)ni kesish va plastinkalar tayyorlash.

Yarim o'tkazgichli materiallarni qirqish. Yarim o'tkazgichli materiallarni yombi ko'rinishda o'stirish usullari. (slitok). Yombining diametri, vazni, uzunligi har xil bo'lishi. Undan tashqari materiallar qattiqligi bilan ham katta farq qilishi mumkin. Qirqish usullarini o'rganish. Samarali usullari yani sim orqali qirqish, olmos yuritilgan gardish (disk) orqali qirqish va nisbatan yangi usul lazer nuri yordamida qirqishlarni o'rganish.

5-mavzu. Kremniy plastinkalarini mexanik va kimyoviy sayqallash usullari.

Sayqallash – yani mexanik qayta ishlash jarayoni natijasida buyumlar sirt yuzasini tekis va silliq holatga keltirish.. CHO'kmalarning mexanik, fizik va kimyoviy xossalari, metall cho'kmasining strukturasini aniqlash. SHuning uchun, buyumlarni elektrolitik usulda metallar bilan qoplash va talab qilingan strukturali cho'kmani olish katta ahamiyatga ega.

6-mavzu. Kremniy plastinkalarini Quyosh elementlari uchun maqbul konstruktsiyalarini tanlash.

Bunda asosiy e'tibor auditoriya mashg'ulotlarida va mustaqil ishda o'zlashtiriladigan chuqurlashtiriladigan nazariy bilimlarga, hamda ob'ektiv jarayonlar va hodisalarga nisbatan dunyoqarashni shakllantirishga qaratiladi; dunyoqarashni shakllantirishda ma'ruza mashg'ulotlariga katta o'rin ajratiladi.

2-modul. Kremniy plastinkalari va quyosh elementlarini tayyorlash texnologiyalarini ishlab chiqish.

7-mavzu. Kremniy plastinkalariga kirishmalarni diffuziya orqali p-n o'tishni xosil qilish.

Keng tarkalgan kremniy asosidagi QE lari konstruktsiyasi qarama- qarshi tipdagi r- va n- materialning bir-biriga yaqin tutashtirishdan hosil qilishni o'rganish. YaO' material ichidagi r- va n- tip materiallar orasidagi o'tish sohasi (chegara xududi) elektron-kovak yoki r-n o'tish xolatlari . QE termodinamik muvozanat holidi elektron va kovaklar muvozanat holatini belgilovchi Fermi sathi materialda bir xil holda bo'lishi muvozanatlari va bu shart r-n o'tish hududida ikkilangan zaryadli qatlam hosil qiladi va uni hajmiy zaryad qatlami, unga taaluqli elektrostatik potentsial xaqida talabalar tushunchaga ega bo'lishi.

9- mavzu. Kremniy plastinkalarida gomoo'tishlar va geteroo'tishlar xamda ularning fizik xossalari o'rganish.

Ikkita har xil moddalarning bir-biriga tutashuvi (kontaktga keltirilishi) yani geteroo'tishlarni tavsiflash. (GO' har xil turlari mavjud bo'lib, jumladan. Ikkita har xil yarim o'tkazgich asosidagi GO'. Misol, GaAs va Ge, GaP va Si, CdTe va CdS va boshqalar. Metall va yarimo'tkazgich asosidagi GO' (SHottki bar'eri misolida). Misol, Au va Si, Ge va Ag va boshqalar. Metall va yarim o'tkazgich orasidagi omik kontaktlar olish.

9- mavzu. Kremniy plastinkalariga oksid qatlam xosil qilish.

Atom o'zaro tortishganda ular mustaxkam kimyoviy bog' xosil qilishlari mumkin, bunda

ma'lum miqdorda energiya ham ajralib qichadi. Atomlarning elektronlar bilan to'lgan ichki qobiqlari yadro bilan kuchli bog'langan bo'lib, ular kimyoviy bog' xosil qilishda qatnashmaydilar. Atomlarning kimyoviy xossalari asosan ularning tashqi qobiqlariga bog'liq bo'ladi. Ular valent elektronlar deb nomlanadi. Kremniyning tabiiy ikki oksidi ishlatiladi. Elektr pechlarda uglerodli materiallarni qizdirib texnik kremniy ajratib olish.

10-mavzu. Kremniy plastinkalarida omik kontakt xosil qilish usullari.

Omik kontakt-bu chiziqli va nosimmetrik oqim kuchlanish xarakteristikasi (VAX) bilan tavsiflangan metall va yarimo'tkazgich yoki ikkita o'xshash bo'lmagan yarim o'tkazgichlar orasidagi kontakt. Agar I-V gurux elementlari xarakteristikasi assimetrik va chiziqli bo'lmagan bo'lsa, u holda kontakt u yoki bu darajada rektifikatsiyalanadi (masalan, bu SHottki to'sig'i bilan kontakt, shu asosda SHottki diodi hosil bo'ladi). SHottki to'siq modelida rektifikatsiya metallning ish funktsiyasi va yarimo'tkazgichning elektron yaqinligi o'rtasidagi farqga bog'liq.

11-mavzu. Kremniy plastinkalari elektrofizik parametrlarini aniqlash va germetiklash orqali fotoelement xosil qilish.

Elektrofizik va fotoelektrik parametrlarini aniqlash. Tadqiqot vazifalari: - Si1-xGex qotishmalarining o'sish sharoitlarini tadqiq qilish va suyuq fazali epitaksiya usulida chegaralangan hajmli qotishmalardan ularning epitaksial qatlamlarini olish ... Qotishmalarini o'stirish rejimlari, ularning elektrofizik va fotoelektrik xossalarni o'rganish... Polikristall kremniy qatlamlaridagi p-n o'tishli yuqoridagi GaAs qatlami bilan birgalikda hosil qilib, ma'lum bir xildagi kaskadli QE ni hosil qilish mumkin. Bu esa QE da yutilayotgan radiatsiya diapozonning kengayishiga binobarin, ustki Al GaAs va GaAs qatlamlardan o'tayotgan kvantlar hisobiga QE ning F.I.K oshishiga olib keladi.

3-modul. Fotoelementlarning barcha parametrlarini o'rganish va tadqiq qilish

12-mavzu. Etalon fotoelementlar va ularni graduировka qilish usullari.

Fotoelementlar, ularni yaratish texnologiyasi va fotoelektrik o'zgartirishning fizik asoslari. Yarim. o'tkazgichli materiallarda fotoelektrik hodisalar. p-n o'tishlarda fotoelektrik hodisalar. Fotoelementlarning yaratish texnologiyasi. Fotoelementlarning ishlash printsipi, elektr energiyasiga aylantirishning fizik asoslari va turlari. Mikroprotsessorning dasturiy ta'minotini tashkil qilish: dasturiy ta'minotni tayyorlash usullari va strukturasi, assembler, axborotlar strukturasi, yuqori pog'onali. tillar, mikroprotsessor qurilmalariga dastur tayyorlash tamoyillari, mikroprogrammalash vaularni hosil qilish usullari, dasturiy ta'minotni tayyorlash vositalari.

12- mavzu. Fotoelementlar texnologiyasida fotolitografiya usulining qo'llanilishi.

Mikroelektronikaning yutuqlari ko'p jihatdan fotolitografiya usulini qo'llanilishiga bog'liqligi. Bu usul bilan YaO' tuzilmalarda katta aniqlikda avvaldan berilgan topologiyaga ega bo'lgan shakltushirish, va keyinchalik unga texnologik ishlov berishni ishlab chiqish. Bu usul vositalari bilan har xil materialga, jumladan dielektriklarga, yarim o'tkazgichli materialga, metallarga proektsion rasmlar tushirishni tadqiq etish.

14-mavzu. Fotoelementlarni jamlash va maqbul konstruksiyali fotoelektrik modulni aniqlash.

Tadqiqot uslubiyati va uslublari. "Kichik kam quvvatli yoritish fotoelektrik sistemasi uslubiy ko'rsatma va laboratoriya qurilmasini yaratish. Tadqiqot natijalarining ilmiy jixatdan yangilik darajasi. Maxsus kichik kam quvvatli yoritish fotoelektrik sistemasi yaratildi. Perpendikulyar va parallel joylashgan r-n o'tishlar uchun yig'ish (jamlash) koefitsienti (effektivligi) quyidagi munosabatlar bilan aniqlanadi. $\gamma = (L_n + L_r) / \ell$ (6) va $\gamma = (L_n + L_r) / d$ (6). QE real ishlashiga yaqin sharoitda I_0 va A ning qiymatini aniqlashning yana bir usuli mavjud. Buning uchun yorug'lik oqimi zichligining hech bo'lmaganda ikki xil qiymatida imitator yordamida QE ning VAX si o'lchanadi.

15-mavzu. Fotoelektrik modulni tayyorlashda optimal parametrlil materiallarni tanlash.

Fotoelektrik qurilma konstruksiyasini tanlash, parametrlarini rejalash, tayyorlash texnologiyasini aniqlash. Fotoelektrik qurilmani tayyorlash. Fotoelektrik qurilma qismlarini sinash. Qurilmani butunicha sinash. Fotoelektrik qurilmani sinash natijalarini hisobga olgan holda uni parametrlarini optimal holga keltirish. Qurilmani tajribaviy sinash, hisob va rejaviy natijalar bilan

taqqoslash. Fotoelektrik qurilmaga ketgan xarajatlarni qoplash muddatini va samaradorligini aniqlash.

4-modul. Fotoelektrik modullarning bo'tlovchi qurilmalarini tanlash va ishlatish.

16-mavzu. Fotoelektrik modulni tayyorlashda akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish texnologiyasi.

Quyosh elementlari samaradorligini oshirishning yana bir yo'li elementning yuza qismidan bo'ladigan nur qaytarilish hodisasini kamaytirishdir. Misol uchun sayqallangan kremniy plastinasi yuzasidan (0,35-1,1 mkm diapazondagi) tushayotgan nurning akslanish koeffitsienti 0,45 dan oshishi mumkin. Bu hodisa asosan Si va atmosfera orasida nur sindirish koeffitsientining nomuvofiqligidir, ya'ni kremniy uchun $n = 3,6$ bo'lgani holda, havo uchun bu ko'rsatkich birga teng. Bunday sharoitda tushayotgan nurning qaytishini kamaytirish uchun, yarim o'tkazgichli material ustini sindirish ko'rsatkichini muvofiqlashtiruvchi, har xil oksid materiallar, bilan qoplash kerak bo'ladi.

17-mavzu. Fotoelektrik modullar va ularning butlovchi qurilmalarini tanlash.

Tadqiqot uslubiyati va uslublari. "Kichik kam quvvatli yoritish fotoelektrik sistemasi uslubiy ko'rsatma va laboratoriya qurilmasini yaratish. Tadqiqot natijalarining ilmiy jixatdan yangilik darajasi. Maxsus kichik kam quvvatli yoritish fotoelektrik sistemasi yaratildi. Sistema fotoelektrik modullar, kontroller, akkumulyator batareyasi, kabellar, invertor, yuklanishdan iborat. Gibrid elektr ta'minot kabi tushunchalar o'rganiladi.

18-mavzu. Fotoelektrik batariyalarning tayanch konstruksiyalarini tayyorlash.

Fotoelektrik batariyalarni tayanch konstruksiyalarini metal yoki alyuminiy materiallardan foydalanish. Ularni o'rnatilish joyiga qarab materiallarni tanlash va o'rnatish. Stantsiyani bino yoki uy tomlarida undan tashqari katta quvvatli stansiyalarni esa juda katta maydonlarda o'rnatilishi mumkin. Bunda o'z navbatida tabiiy sharoit ham inobatga olish. SHuning uchun ham tayanch konstruksiyalar juda mustaxkam qilib o'rnatilishni etiborga olish.

19-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalarning texnologik jarayonlarini loyixalash.

Fotoelektrik stantsiyalarni texnologik jarayonlarni loyihalash. Fotoelektrik stantsiyalarni texnologik jarayonlarni ishlab chiqish tartibi. Fotoelektrik stantsiyalarni texnologik jarayon variantlarining texnik-iqtisodiy tahlili. Fotoelektrik stantsiyalarni texnologik jarayonlarni namunalashtirish. Fotoelektrik stantsiyalarni texnologik jarayonni loyihalashni avtomatlashtirish. Fotoelektrik stantsiyalarni texnologik jarayonlarni ishlab chiqish tartibi. Zagotovkalarga kesib ishlov berishning texnologik jarayonlarini ishlab chiqish kompleks masala bo'lib, uni muayyan sharoitlarda hal qilish uchun zagotovkani tayyor detalga aylantirishning optimal variantini topish lozim, ayni paytda texnik talablarga javob beradigan sifat va aniqlik bajarilishi zarur.

20-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalarning butlovchi qurilmalarini tanlash.

Fotoelektrik stantsiyalarning bo'tlovchi qurilmalarini tanlashda uning parametrlariga etibor berish.. Mana shu energiyadan foydalangan holda quyosh energiyasidan to'g'ridan-to'g'ri elektroenergiya olish mumkinli va albatta butlovchi qurilmalar kerakligi. Fotoelektrikstantsiyalarning elektr ta'minot manbalarini tanlash. Quyosh va shamol gibrid energiyalarining. Katta va kichik quvvatli tiristorli kalitlarning biriktirish.

5-modul. Fotoelektrik stantsiyalarning turlari va ularning qurilmalarini o'rganish.

21-mavzu. Katta va kichik quvvatli fotoelektrik stantsiyalar uchun invertor va kontrollerlarni tanlash hamda ish samaradorligini aniqlash.

Invertor kuch transformatorini hisoblash. Parametrik kuchlanish stabilizatorini a va b nuqtalar orasidagi potentsiallar. ayirmasi U_{ab} ni aniqlash uchun zanjirni adb qismini olib, unga zanjirning EYuK manbali. qismi uchun Om qonuni qo'llaniladi: fotoelektrik stantsiyalar alohida katta quvvatli istemolchilarni belgilash va ularning energiyasini ishlab turgan energiya tarmoqlariga ulash va asosiy tarmoq sifatida foydalanishdan iboratdir.

22-mavzu. Avtonom fotoelektrik stantsiyalar uchun akkumulyatorlarni tanlash.

Avtonom fotoelektrik sistemalar elektr tarmoq ta'minoti bo'lmagan joylarda qo'llashning istiqbollari. Bu fotoelektrik sistemalar arzon va ishochli, chunki qo'shimcha jihozlar ishlatilmaydi. Bu

sistemalar quyosh energiyasi yetarlicha ko'p bo'lgan va bu sistemalarni qo'llash muammo bo'lmagan joylarda qo'llaniladi. Avtonom fotoelektrik sistemalarning turlari va qo'llanilishi o'rganildi. Avtonom fotoelektrik sistemalar ham bir necha turlarga bo'linadi: akkumulyatorli avtonom fotoelektrik sistemalar, inverterli avtonom fotoelektrik sistemalar kabi turlari mavjuddir. Ularning sxemalari va ishlash printsiplari keltirildi.

23-mavzu. Tarmoq fotoelektrik stantsiyalar va ularning afzalliklari.

Tarmoq fotoelektrik stantsiyalar energiya ta'minlash tizimlari uchun akkumulyator batareyasi sig'imini va ishlash vaqtini hisoblash. Inverter kuch transformatorini. Mamlakatimizning Samarqand viloyatida, Osiyo taraqqiyot bankining yordamida, dunyoda eng yirik quyosh fotoelektrik stantsiyasi qurilishi rejalashtirilgani. Quyosh elektrostantsiyasi 400 ga maydonga joylashib, uning quvvati 100 MVt ni, yillik elektroenergiya ishlab chiqarish esa, 200 mln. kVt/soatni tashkil qiladi.

24-mavzu. Quvvati 5 kVt bo'lgan fotoelektrik stantsiya inverteri uchun toroid shaklidagi transformatorni loyixalash.

Ular ETMLar uchun yuklama hisoblanadi, shuning uchun chiqishzanjiridagi qisqa tutashuvda ta'minot manbai chiqish tokini cheklashi kerak. Bunda ETM kuchlanishni stabilizatsiya rejimidan tokni stabilizatsiya rejimiga o'tib ish rejimini o'zgartirishi kerak. O'zgarish tok elektr ta'minot tizimlari talab qilinadigan quvvat 5 kVtda oshmagan hollarda qo'llaniladi. Bunday tizimlarning afzalligi akkumulyatorlar yordamida rezervlashning oddiyligidir kuchlanishdan to'g'ri burchakli impulslar shaklidagi o'zgaruvchan kuchlanish. olinadi, ya'ni inverterlash amalga oshiriladi. To'g'ri burchakli impulslar.

25-mavzu. Quvvati 17 kVt bo'lgan fotoelektrik stantsiya impulsli kuchlanish stabilizatorini loyixalash.

Parametrik kuchlanish stabilizatorini hisoblash. IMS asosidagi chiziqli stabilizatorni quvvati 17 kVt/soat bo'lgan FES energoqurilmasini o'rnatish. Stantsiyaning zaruriy iste'mol quvvati P ni, chiqish quvvati $0.2 P$ bo'lgan IKO'lar yordamida tashkil qilish uchun, IKO'larning chiqish klemmalari parallel ravishda ulangan. IKO'lar, o'zgaruvchan $\sim 220V$ kuchlanishli bir fazali elektr tarmog'iga ulanishga mo'ljallangan.

6-modul. Fotoelektrik stantsiyalardagi yordamchi qurilmalarning texnik xavfsizligi.

26-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalardagi akkumulyatorlarning zaryadlash qurilmasi.

Avtonom fotoelektrik sistemalaridan elektr tarmoqlaridan ancha uzoq bo'lgan joylardagi dachalarda, cho'ponlarning charvo fermalarida, harbiylar joylashgan hududlarda qo'llashning hamda foydalanishning istiqbollari. Avtonom kam quvvatli fotoelektrik yoritish qurilmasi. Fotoelektrik yoritish qurilmasining tavsifi. Markaziy elektr tarmoqlardan uzoq (tog' oldi, cho'l va boshqa energiya tanqis bo'lgan joylarda) hududlari aholisi uchun mo'ljallangan kam quvvatli iham fotoelektrik yoritish laboratoriya qurilmasi yaratildi.

27-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyani uch fazali tizimga ulash.

Elektr quvvati olish uchun fotoelektrik. va termodinamik o'zgartkichlar, maxsus. materiallar. Uch fazali zanjirlar. Umumiy ma'lumotlar Elektr energiya asosan uch fazali manbalar, uzatish liniyalari va iste'molchilar yordamida ishlab chiqariladi, uzatiladi va iste'mol. qilinadi. Bu holat uch fazali tizimlarni bir fazalilarga nisbatan qanday afzalliklarga ega. Uch fazali tok elektr energiyasi uch fazali sinxron generatorlar yordamida ishlashini batafsil yoritish.

28-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalar binolarni yoritishini solishtirma quvvat usuli bo'yicha hisoblash.

Fotoelektrik stantsiyani ko'rsatkichlarini hisoblash. Avtonom energiya ta'minlash tizimlari. Fotoelektrik stantsiya uchun akkumulyator batareyasi sig'imini va. ishlash vaqtini hisoblash. Akkumulyator batareyasi uchun zaryadlash va razryadlash qurilmasini hisoblash. Inverter kuch transformatorini hisoblash. Parametrik kuchlanish stabilizatorini hisoblash. IMS asosidagi chiziqli stabilizatorni hisoblash.

29-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalardagi yordamchi qurilmalarning texnik xavfsizligi.

Texnika xavfsizligi qoidasiga muvofiq ish jarayonida foydalaniladigan himoya vositalari Davlat yagona nusxasi talablariga va «Elektr uskunalarida foydalaniladigan himoya vositalarini qo'llash va sinash qoidasi» ga javob berishi shart. O'zaro joylashtirishni hisobga oluvchi yerga ulash qurilmalarning. foydalanish koeffitsienti (taxminan tanlab olinadi).

30-mavzu. Fotoelektrik stantsiyalar va qurilmalarni loyixalashning iqtisodiy asoslari.

Fotoelektrik stantsiyalarning texnik-iqtisodiy xisoblar, sim va kabellarning kesim yuzasini tanlash. Tokning iqtisodiy zichligi bo'yicha simlarning kesim yuzasini tanlash. Simning kesim yuzasini kuchlanishining ruxsat etilgan yo'qotilishni bo'yicha tanlash. CHuqur kirib borgan tarmoqlar sxemalari. SHahar elektr tarmoqlarida quvvat va elektroenergiya isroflarini aniqlash. Energiya tejamkorligi asoslari fani bo'yicha: Energiya tejamkorligining umumiy asoslari. Yoqilg'i energetika resurslari. Energiya turlari, energiyani olish, o'zgartirish va undan foydalanish. Energiya va energiya resurslari narxining tuzilishi.

"Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovchi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi" fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotining kalendar tematik rejası

№	Mavzularning nomi	Ma'ruza
III-semestr		
1	Kirish. Quyosh elementlari uchun yarimo'tkazgichli materiallarni tanlash va ularning strukturaviy tuzilishi.	2
2	Yarimo'tkazgichli elementlarni tayyorlash texnologiyasi va ularni o'stirish usullari.	2
3	"Kremniy" kristalini o'stirish usullari.	2
4	Kremniy quymasi (slitkov)ni kesish va plastinkalar tayyorlash.	2
5	Kremniy plastinkalarini mexanik va kimyoviy sayqallash usullari.	2
6	Kremniy plastinkalarini Quyosh elementlari uchun maqbul konstruksiyalarini tanlash.	2
7	Kremniy plastinkalariga kirishmalarni diffuziya orqali '-n o'tishni xosil qilish.	2
8	Kremniy plastinkalarida gomoo'tishlar va geteroo'tishlar xamda ularning fizik xossalarini o'rganish.	2
9	Kremniy plastinkalariga oksid qatlam xosil qilish.	2
10	Kremniy plastinkalarida omik kontakt xosil qilish usullari.	2
11	Kremniy plastinkalari elektrofizik parametrlarini aniqlash va germetiklash orqali fotoelement xosil qilish.	2
12	Etalon fotoelementlar va ularni graduировka qilish usullari.	2
13	Fotoelementlar texnologiyasida fotolitografiya usulining qo'llanilishi.	2
14	Fotoelementlarni jamlash va maqbul konstruksiyali fotoelektrik modulni aniqlash.	2
15	Fotoelektrik modulni tayyorlashda optimal parametrlı materiallarni tanlash.	2
	Jami	30
IV-semestr		
16	Fotoelektrik modulni tayyorlashda akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish texnologiyasi.	2
17	Fotoelektrik modullar va ularning butlovchi qurilmalarini tanlash.	2
18	Fotoelektrik batariyalarning tayanch konstruksiyalarini tayyorlash.	2

19	Fotoelektrik stantsiyalarning texnologik jarayonlarini loyixalash.	2
20	Fotoelektrik stantsiyalarning butlovchi qurilmalarini tanlash	2
21	Katta va kichik quvvatli fotoelektrik stantsiyalar uchun inverter va kontrollerlarni tanlash hamda ish samaradorligini aniqlash	2
22	Avtonom fotoelektrik stantsiyalar uchun akkumulyatorlarni tanlash	2
23	Tarmoq fotoelektrik stantsiyalar va ularning afzalliklari	2
24	Quvvati 5 kVt bo'lgan fotoelektrik stantsiya inverteri uchun toroid shaklidagi transformatorni loyixalash.	2
25	Quvvati 17 kVt bo'lgan fotoelektrik stantsiya impulsli kuchlanish stabilizatorini loyixalash.	2
26	Fotoelektrik stantsiyalardagi akkumulyator-larning zaryadlash qurilmasi.	2
27	Fotoelektrik stantsiyalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyani uch fazali tizimga ulash.	2
28	Fotoelektrik stantsiyalar binolarni yoritishini solishtirma quvvat usuli bo'yicha hisoblash.	2
29	Fotoelektrik stantsiyalardagi yordamchi qurilmalarning texnik xavfsizligi.	2
30	Fotoelektrik stantsiyalar va qurilmalarni loyixalashning iqtisodiy asoslari.	2
	Jami	30
	Jami ma'ruza mashg'ulotlari	60

Laboratoriy, amaliy ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Ushbu fandan talabalarga ma'ruza, tajriba va amaliy mashg'ulotlarda berilgan nazariy va amaliy bilimlar, ko'nikmalarni yanada mustahkamlash maqsadida mashg'ulotlarida zamonaviy tajriba uskunalari, kurgazmali qurol va informasion tehnoloylardan foydalanish talabalar bilimini yanada mustahkamlaydi. Fandan amaliy va tajriba mashg'ulotlarni quyidagi mavzular asosida tashkil etish tavsiya etiladi.

Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan o'tkaziladi. Mashg'ulotlar faol va interfaktiv usullar yordamida o'tiladi hamda mos ravishda munosib pedagogik va axborot texnologiyalarni qo'llash orqali bilimlarni chuqurlashtirish imkoniyatlariga talabalarda qiziqish uyg'otish, natijani mustaqil ravishda qo'lga kiritish imkoniyatini ta'minlash, nazariy-metodik jihatdan tayyorlash maqsadga muvofiqdir.

“Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning butlovshi qurilmalarini tayyorlash texnologiyasi” fani bo'yicha amaliy mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

№	Amaliy mashg'ulotlar nomi	Soati
	III-semestr	
1	Fotoelementlarni muqobil energiya manbalarida rolini (MEM) rivojlanishda va istiqbolidagi o'rni.	2
2	Elektr energiyasi iste'molchilarining xarakterini (o'zgaras tok iste'molchilari xususiyatlari, o'zgaruvchan tok iste'molchilari xususiyatlari) o'rganish.	2
3	Ortiqcha ishlab chiqilgan elektr energiyasini hisoblash va energiyani yig'ish usulini tanlash.	2
4	Yig'uvchi akkumulyator elektr sig'imini hisoblash.	2

5	Fotoelektrik qurilma yig'ish uchun kerak bo'ladigan standart va nostandart asbob uskunalarini aniqlash.	2
6	Invertorlar parametrlarini, quvvatini va foydali ish ko'effitsientini aniqlash.	2
7	Kontrollerlarning parametrlarini va quvvatini aniqlash.	2
8	Fotoelektrik qurilma konstruksiyasini tanlash, parametrlarini rejalash, tayyorlash texnologiyasini aniqlash.	1
	Jami	15
	IV-semestr	
9	Kontrollerlarning parametrlarini va quvvatini aniqlash.	2
10	Fotoelektrik qurilma konstruksiyasini tanlash, parametrlarini rejalash, tayyorlash texnologiyasini aniqlash.	2
11	Fotoelektrik qurilmani tayyorlash.	2
12	Fotoelektrik qurilma qismlarini sinash. qurilmani butunlayicha sinash.	2
13	Fotoelektrik qurilmani sinash natijalarini hisobga olgan holda uni parametrlarini optimal holga keltirish.	2
14	Qurilmani tajribaviy sinash va hisob va rejaviy natijalar bilan taqqoslash.	2
15	Fotoelektrik qurilmaning o'zini qoplash muddatini va samaradorligini aniqlash.	2
16	Quvvati 5 kVt bo'lgan fotoelektrik stantsiya invertori uchun toroid shaklidagi transformatorni hisoblash.	1
	Jami	15
	Jami	30

Laboratoriya ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Talaba laboratoriya mashg'ulotlarida ma'ruza mavzusiga doir laboratoriya ishlarini bajaradi. Nazariyani laboratoriya mashg'ulotlarida mustahkamlaydi. Laboratoriya mashg'ulotlarda quyidagi printsiplarga asosan laboratoriya ishlari bajariladi: asbob- uskunalaridan unumli foydalanish malakasini hosil qilish, muqobil energiya manbalarini energiyasini to'plovchi (akkumulyatsiyalovchi) qurilmalarning elektrokimyoviy, elektrofizikaviy xossalari va xususiyatlari nazariy tahlili natijalari bajariladigan eksperimental laboratoriya ishlar orqali o'z tasdiqini topadi.

№	Tajriba mashg'ulotlar nomi	Soati
	III-semestr	
1	Aktinometr yordamida to'g'ri oqimdag quyosh radiatsiyasini o'lchash	2
2	Yig'indi quyosh radiatsiyasini pirgeliometr yordamida o'lchash	2
3	Kremniyli fotoelementning volg't-amper xarakteristikasini o'rganish hamda foydali ish ko'effitsientini aniqlash	2
4	Er sirtiga yetib kelgan quyosh radiatsiyasining alg'bedosini tajribada aniqlash	2
5	Fotoelementlarni parallel va ketma ket ulagan holda elektrofizik parametrlarini olishni o'rganish	2
6	Anemometr o'lchov jihozini ish jarayonini o'rganish	2
7	CIGS asosidagi quyosh elementining elektrofizik parametrlarini ochiq havoda va bulutlilik sharoitida o'rganish	2
8	CIGS asosidagi quyosh elementining volg'tamper va volg'tvatt	1

	xarakteristikalarini o'rganish	
	Jami	15
	IV-semestr	
9	Avtonom fotoelektrik qurilmaning ish jarayonini o'rganish	2
10	Kombinatsiyalashgan fototermoelektrik qurilmaning ish jarayonini o'rganish	2
11	Lokal elektr tarmog'iga parallel ulangan 20 kVt quvvatdagi fotoelektrik stantsiyaning ish jarayonini o'rganish	2
12	Quyosh elementlarining ketma-ket va parallel ulashni o'rganish	2
13	Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni aniqlash	2
14	Kuchlanish inverterini ish rejimini o'rganish	2
15	Gel akkumulyatorining ish rejimini o'rganish	2
16	Gel akkumulyatorining ish rejimini o'rganish	1
	Jami	15
Jami		30

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ta'limining asosiy maqsadi – o'qituvchining rahbarligi va nazoratida muayyan o'quv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun bilim va ko'nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish.

“Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning bo'tlovchi qurilmalarini tayyorlash texnologiyalari” fanini o'rganuvchi talabalar auditoriyada olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va muqobil energetikadagi amaliy masalalarni yechishda ko'nikma hosil qilish uchun mustaqil tahlil tizimiga asoslanib, fan o'qituvchisi rahbarligida, mustaqil ish bajaradilar. Bunda ular qo'shimcha adabiyotlardan foydalanib referatlar va ilmiy dokladlar tayyorlaydilar, amaliy mashg'ulot mavzusiga doir uy vazifalarini bajaradilar, ko'rgazmali qurollar va slaydlar tayyorlaydilar.

Talaba mustaqil ishini tayyorlashda “Quyosh elementlari, fotoelektrik batareyalar va ularning bo'tlovchi qurilmalarini tayyorlash texnologiyalari” fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanishga tavsiya etiladi:

- darslik, o'quv qo'llanmalar va internet saytlaridan foydalanib fan tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- kompg'yuter texnologiyalari tizimlari bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha referat va konspektrlar tayyorlash; interaktiv va muammoli o'qitish jarayonida faol qatnashish

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

1. Yarimo'tkazgichli elementlarni tayyorlash texnologiyasi va ularni o'stirish usullari.
2. “Kremniy” kristalini o'stirish usullari
3. Kremniy plastinkalariga kirishmalarni diffuziya orqali p-n o'tishni hosil qilish.
4. Kremniy plastinkalarini mexanik va kimyoviy sayqallash usullari
5. Kremniy plastinkalarida gomoo'tishlar va geteroo'tishlar xamda ularning fizik xossalarni o'rganish.
6. Kremniy plastinkalarida omik kontakt xosil qilish usullari.
7. Etalon fotoelementlar va ularni graduirovka qilish usullari.
8. Fotoelementlarni jamlash va maqbul konstruksiyali fotoelektrik modulni aniqlash.
9. Fotoelektrik modulni tayyorlashda akslanishni kamaytiruvchi qatlamlar olish texnologiyasi.
10. Fotoelektrik batareyalarning tayanch konstruksiyalarini tayyorlash.
11. Fotoelektrik stantsiyalarning bo'tlovchi qurilmalarini tanlash.
12. Avtonom fotoelektrik stantsiyalar uchun akkumulyatorlarni tanlash.
13. Tarmoq fotoelektrik stantsiyalar va ularning afzalliklari.
14. Quvvati 17 kVt bo'lgan fotoelektrik stantsiya impulsli kuchlanish stabilizatorini loyixalash.
15. Fotoelektrik stantsiyalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyani uch fazali tizimga ulash.
16. Fotoelektrik stantsiyalar binolarni yoritishini solishtirma quvvat usuli bo'yicha hisoblash.
17. Fotoelektrik stantsiyalardagi yordamchi qurilmalarning texnik xavfsizligi.

18. Kremniy plastinkalarini mexanik va kimyoviy sayqallash usullari
19. Kremniy plastinkalariga kirishmalarni diffuziya orqali p-n o'tishni hosil qilish.
20. Etalon fotoelementlar va ularni graduirovka qilish usullari.
21. Mustaqil tahlilni tashkil etishda ushbu fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi va joriy nazorat sifatida baholanadi:

2) Mavzular bo'yicha konspekt (referat, taqdimot) tayyorlash. Nazariy materialni puxta o'zlashtirishga yordam beruvchi bunday usul o'quv materialiga diqqatni ko'proq jalb etishga yordam beradi. Talaba konspekti turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ishlarini osonlashtiradi va vaqtni tejaydi;

3) O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Olgan bilimlarini o'zlashtirishlari, turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rishlari uchun tavsiya etilgan elektron manbalar, innovatsion dars loyihasi namunalari, o'z-o'zini nazorat uchun test topshiriqlari va boshqalar;

4) Fan bo'yicha qo'shimcha adabiyotlar bilan ishlash. Mustaqil o'rganish uchun berilgan mavzular bo'yicha talabalar tavsiya etilgan asosiy adabiyotlardan tashqari qo'shimcha o'quv-ilmiy adabiyotlardan foydalanadilar. Bunda rus va xorijiy tillardagi adabiyotlardan foydalanish rag'batlantiriladi;

5) Internet tarmog'idan foydalanish. Fan mavzularini o'zlashtirish, amaliy mashg'ulot va mustaqil ishlarni yozishda mavzu bo'yicha internet manbalarini topish, ular bilan ishlash nazorat turlarining barchasida qo'shimcha reyting ballari bilan rag'batlantiriladi;

6) Mavzuga oid masalalar, keys-stadilar va o'quv loyihalarini ishlab chiqish, shuning bilan birga ishtirok etish;

7) Amaliyot turlariga asosan material yig'ish, amaliyotdagi mavjud muammolarning yechimini topish, hisobotlar tayyorlash;

8) Ilmiy seminar va anjumanlarga tezis va maqolalar tayyorlash va ishtirok etish;

9) Mavjud amaliy mashg'ulot ishlarini takomillashtirish, masofaviy (distantion) tahlil asosida mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha metodik ko'rsatmalar tayyorlash va h.k.

Yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli mahlumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, Internet tarmoqlaridan foydalanib mahlumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Vazifa-larini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirishni ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Mustaqil ishni tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatma va tavsiyalar, keys-stadi, vaziyatli masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy topshiriq, keys-stadilar yechish uslubi va mustaqil ishlash uchun vazifalar belgilanadi.

Dasturning informatsion-uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida tahlilning zamonaviy ilg'or interfaol usullaridan, 'edagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining 'rezentatsiya (taqdimot), multimedia va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalaniladi. Amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, klaster, blits-so'rov, guruh bilan ishlash, insert, taqdimot, keys stadi kabi usul va texnikalardan keng foydalaniladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimini baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O'zbekiston Res'ubllikasi OO'MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimini baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim to'shiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or 'edogagik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalarning baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 3 tasi uchun 4 ball, 2 tasi uchun 3 ball, 1 ta uchun 2 ball bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha mustaqil ish to'shiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich to'shirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda 1 marta test shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining to'shiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 20 tadan test alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan 'rofessor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba fan bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini to'shirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini to'shirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining to'shiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan 'rofessor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 Yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib, o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yxati

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar

1. Ellabban Omar, Abu-Rub Haitham, Blaabjerg Frede. «Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology». [Renewable and Sustainable Energy Reviews](#), 2014.
2. Robert Ferry & Elizabeth Monoian. A field guide to renewable energy technologies. 2012. www.landartgenerator.org
3. Бахадирханов М.К., Илиев Х.М., Султонова М.Р., Курбанова У.Х. Современное проблемы энергетики экологии и фотоэнергетики. –Т.: ООО «Эхтримум пресс», 2016.
4. Илиев Х.М., Ковечников С.В., Усенко Н.Ю. «Алтернативные источники энергии». – Т.: ТГТУ, 2012.
5. Po'latov A.A., So'pijanov Q.B., Ikromov A.A., Nazarov A.A. «Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish davr talabi» Namangan, 2013.

Qo'shimcha adabiyotlar:

3. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis Palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –Т.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
4. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini tahminlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi.
O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabrg'. – Т.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.
5. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - Т.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
6. O'zbekiston Res'ublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - Т.:2017 yil 7 fevralg', 'F- 4947-sonli Farmoni.

Internet saytlar:

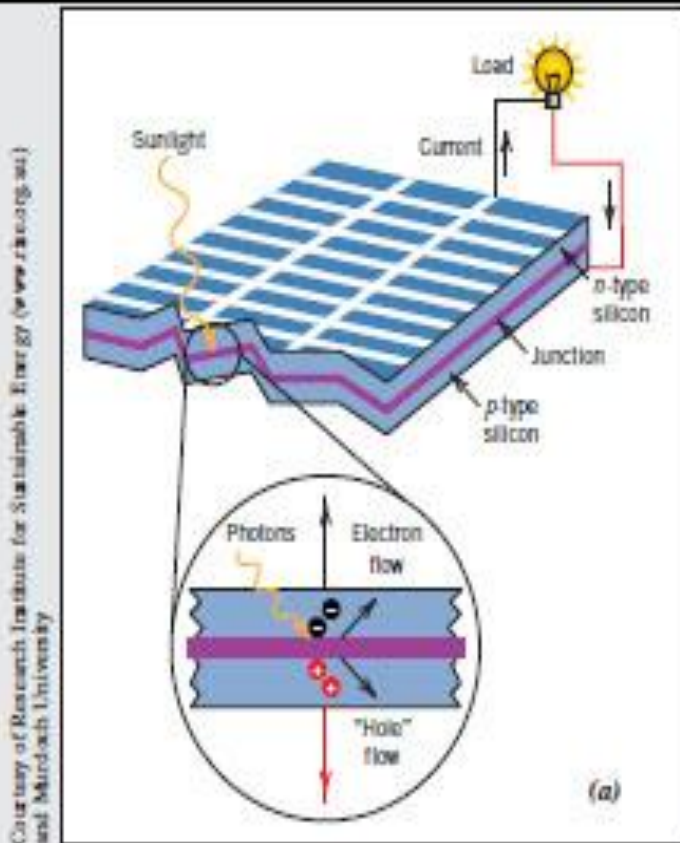
10. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
11. www.lex.uz –O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari mahlumotlari milliy bazasi.
12. www.intecho'en.com
13. www.energystar.gov
14. www.offshorewindfarms.co.uk
15. www.britishwindenergy.co.uk
16. www.energy-efficiency.gov.uk
17. www.guardian.co.uk/renewables
18. www.renewable-energy-world.com

Axborot manbaalari:

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasining hukumat portali.
2. www.catback.ru – xalqaro ilmiy maqola va materiallar sayti.
3. www.google.ru – xalqaro o'quv materiallarini qidiruv sayti.
4. www.ziynet.uz – milliy o'quv materiallarini qidiruv sayti.

Диэлектриклар, ярим ўтказгичлар, ўтказгичлар

(а) Куёш батареяси ишлаш принципи схемаси. Элемент поликристалл кремнийдан р-п бирикмани яратиш учун ишланган (секция 18.11-18.15 ни қаранг). Куёшдан келаётган фотонлар электронларни п тарафдаги ўтказиш зонасига қўзғатиб р тарафда эса тешиклар ҳосил қилади. Ушбу электронлар ва тешиклар бирикиш жойидан қарама қарши йўналишда чиқиб кетадилар ва ташқи электрик занжир қисмига айланади.



(с) куёш панеллари ўрнатилган уй



(c)

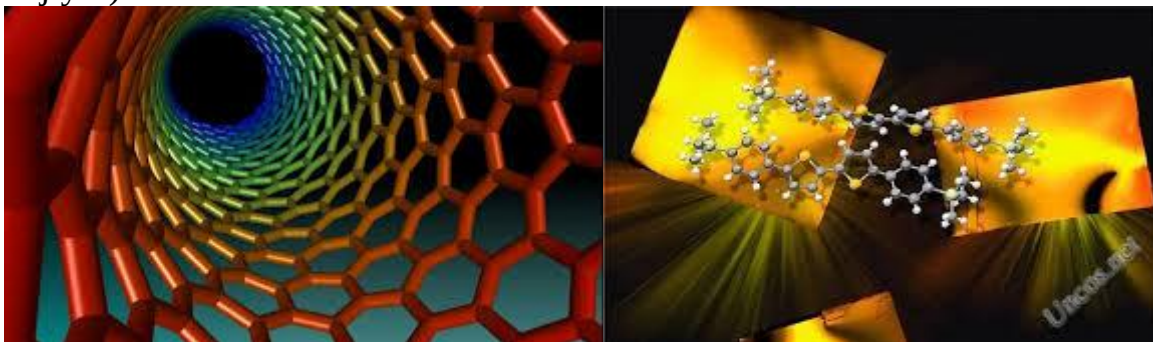


(b)

(b) поликристалл кремний массиви

Dielektriklar

Dielektrik moddalar deb shunday moddalarga aytiladiki, bularda valentli zona o'tkazish zonasida keng man etilgan energiya bilan ajratilgan. Dielektriklar qattiq: (keramika, polimerlar, shisha); suyuq: (benzol, toluol, vodorod, kislorod, argon) xolatda bo'ladi. Bularda erkin elektronlar yo'q, bog'liqlik valentli yoki kovalentli. Dielektriklar-izolyatorlar tok o'tkazmaydilar: nisbiy elektroqarshilik $p=10^{12}-10^{20}$ om m. Dielektriklarning xarakterli xususiyati ularning qutblanishidir. (Elektr zaryadlar siljiydi).



Dielektriklarning kristallik tuzilishi

Kondensator qoplamalari oralig'idagi bo'shliq bo'lganda sig'imi S_0 belgilaymiz. Kondensator qoplamalari oralig'ida dielektrik bo'lgandagi yig'indisi

$$S = E \cdot S_0$$

E-dielektrik doimiy, kondensator qoplamalari oralig'ida bo'shliq o'rnida biror dielektrik bo'lganda, kondensator sig'imining necha marta ortishini ko'rsatadi.

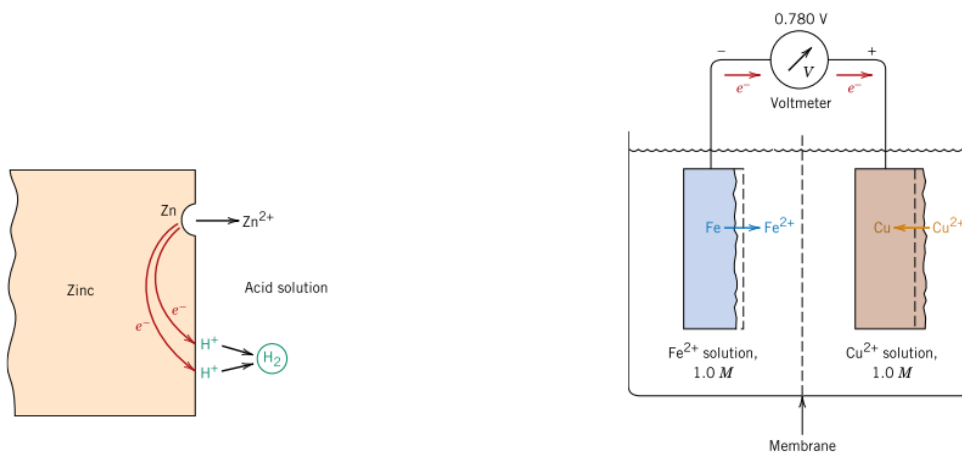
Xavo uchun $\epsilon_r=1$, oltingugurt $\epsilon_r=4$, mum $\epsilon_r=7,8$, parafin $\epsilon_r=2,1$; shisha $\epsilon_r=7$, chinki $\epsilon_r=6,3$; ebonit $\epsilon_r=2,5$; keromika $\epsilon_r=20$, suvlar uchun $\epsilon_r=81$.

Qutblanishning asosiy mohiyati shundan iboratki, bir-biriga bog'liq elektrik zaryadlar maydon ta'sirida suriladilar-siljiydilar. Siljigan zaryadlar o'zlarining xususiy ichki maydonlarini xosil qiladilar, bu maydon yo'nalishi tashqi maydon yo'nalishiga teskari bo'ladi. Qutblanish o'lchami-dielektrik doimiylikdir.

Qattiq dielektriklarda qutblanish xar-xil bo'ladi, lekin xammasining yig'indisi ϵ_r ning kattaligini-qiymatini ifodalaydi. Kondensatorli dielektriklarda ϵ_r katta maydonda o'zgaradi. $\epsilon_r=(12-15)-100000$.

Qutblanishning eng asosiy turlari: elektronli, ionli, dipol-relaksatsiyali va o'z-o'zidan ("spontaynaya").

2. Materialshunoslik Umarov E.O. , CHo'lpon nomidagi NMIU, 2014 yil.



Elektronli, ionli kutblanish sxemasi

Elektronlar bir zumda suriladilar. Qutblanish vaqti juda kam $t=10^{-15}$ s. CHastotaga bog'liq emas.

Ionli qutblanish qoplamalarining elastik surilishi xisobiga bo'ladi. Surilish masofasi ionlar orasidagi masofadan kam bo'ladi. Manfiy ionlar musbat elektrod tomonga, musbat ionlar manfiy elektrod tomonga suriladi. Ionli qutblanish davri juda kam $t=10^{-13}$ s. Dipol-relaksatsionli qutblanish qutbli dielektrlarda namoyon bo'ladi.

	Electrode Reaction	Standard Electrode Potential, V^0 (V)
	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Au}$	+1.420
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.229
	$\text{Pt}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Pt}$	$\sim +1.2$
	$\text{Ag}^+ + e^- \longrightarrow \text{Ag}$	+0.800
	$\text{Fe}^{3+} + e^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0.771
	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \longrightarrow 4(\text{OH}^-)$	+0.401
	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$	+0.340
	$2\text{H}^+ + 2e^- \longrightarrow \text{H}_2$	0.000
	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Pb}$	-0.126
	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Sn}$	-0.136
	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Ni}$	-0.250
	$\text{Co}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Co}$	-0.277
	$\text{Cd}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cd}$	-0.403
	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Fe}$	-0.440
	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Cr}$	-0.744
	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Zn}$	-0.763
	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Al}$	-1.662
	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Mg}$	-2.363
	$\text{Na}^+ + e^- \longrightarrow \text{Na}$	-2.714
	$\text{K}^+ + e^- \longrightarrow \text{K}$	-2.924

Increasingly inert
(cathodic)

Increasingly active
(anodic)

Dipol-relaksatsionli qutblanish

Dipollarning burilishi ϵ ni yaxshigina o'zgartiradi. Qutblanmagan dielektrlarda ϵ ning qiymati 2 dan ozgina ortiq. Qutblanganlarda u bir necha bor katta. Dipollarning maydon ta'sirida burilishi va ϵ olib tashlangandan so'ng orqaga

qaytishi uchun molekulyar kuchni yengishi kerak. SHuning uchun bunga vaqt kerak, ya'ni yuqoridagi qutblanish sekinroq o'tadi. Qizdirilsa, tezlashadi, chunki molekulyar kuchlar kamayadi.

O'z-o'zidan qutblanish faqat bitta dielektrikda- segnetoelektrlarda bo'ladi. Buni Kyuri nuqtasigacha sovitilganda o'z-o'zidan qutblanadi.

Dielektrlarning-izolyatorlarning elektrik qarshiligi yuqori $\rho > 10^{12} \text{ Om m}$. Bu qizdirilganda kamayadi.

Dielektrlarning elektrik mustaxkamligi teshib o'tishiga qarshilik bilan o'lchanashadi. Teshib o'tish-bu qattiq dielektrikni maydon ta'sirida tuzatib bo'lmaydigan (neobratiymy) buzilishiga va izolyatorlik xossasini yo'qotishga aytiladi.

Elektrik mustaxkamlik teshish kuchlanishligi $Y_{e_{\text{teshish}}}$ deb, tok quvvati V_{teshish} ni dielektrik qalinligiga nisbatidir:

$$Y_{e_t} = V_T / \delta$$

Teshib o'tish 3xil bo'ladi: elektrik, issiqlik va elektroximik.

Elektrik teshib o'tish katta xajmdagi elektronlar tulgunligining ionlashishi natijasida ro'y beradi. Bu katta kuchlanish ($E_1 > 1000 \text{ MV/m}$) ta'sirida bir zunda ($t = 10^{-7} - 10^{-8} \text{ s}$) o'tadi. Odatda teshish tok quvvatini o'lchaganda yoki uning katta sakrashida bo'ladi.

Issiqlik teshish maydoni va issiqlikning birgalikdagi ta'siri ostida bo'ladi. SHuning uchun kontakti sovitib turish kerak.

Elektroximik teshish elektr maydonining uzoq ta'siri ostida dielektrikning strukturasi o'zgarishi va Y_{e_T} ning pasayishi natijasida bo'ladi.

Ximiyaviy tarkibiga qarab dielektrlar 2 turga bo'linadi:

1. Organik (polimerlar, rezina, shoyi)
2. Organik emas (slyuda, keramika, shisha sitollar)

Elektrik xususiyatlariga qarab 2xil: past chastotali (elektrotexnik), yuqori chastotali (radiotexnik).

Dielektrlarning xal qiluvchi xususiyati-bu issiqqa bardoshligi: o'z xususiyatlarini uzoq vaqt qizdirilganda xam saqlab qolish. Issiqqa bardoshlik qobiliyati darajasiga qarab, dielektrlar 7 sinfga bo'linadi: U, A, Ye, V, F, N, S. "U" eng pasi 90°S dan past bo'lishi kerak. Eng yuqorisi "S" guruxi: 180°S va undan yuqori xaroratni ushlaydi: slyuda, keramika, shisha, sitollar.

Dielektrlarning xossalriga nam o'tkazishlik ("gigroskopichnost") katta ta'sir ko'rsatadi. Dielektrlarda tok o'tkazuvchi plyonkaning va qatlamning xosil bo'lishi izolyatorlik qobiliyatiga salbiy ta'sir qiladi, xatto teshib o'tishi xam mumkin. Suv molekulasining diametri $d = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ -juda kichkina, shuning uchun suv pari xamma yoqqa kirib ketaveradi. Eng gigroskopik materiallar zich va g'ovaksiz materiallar suv parlarini o'tkazmaydi, bularga sitaplar, shisha, ziya keramika, epoksidli plastmassa, qutbsiz polimerlar kiradi.



Dielektrlarni tanlashda ularning mustaxkamligi va mexanik xossalari xam e'tiborga olinadi. Keramika, shisha, sitallar-ancha mustaxkam dielektrlar, lekin mo'rt, ularning egilishga mustaxkamligi

$$\delta_{\text{egil}}=(30-300)\text{-}500\text{Mpa}.$$

Struktura va xossalarining turg'unligi dielektrlarning ishlatish-eksplutatsiya qilish muddatini belgilaydi, shishaga PbO va BaO qo'shilishi uning elektroximik teshilishiga qarshiligini oshiradi. Ko'pchilik plastmassalar razryad ta'sirida kuyib ko'mirlashadi (qotadi) va o'zining izolyatsion qobiliyatini yo'qotadi.

Polistrop, organik shisha, ftoroplast va kremniy organik plastiklarda bu kamchilik yo'q.

Dielektrlar orasida keramik materiallar (ayniqsa, segnetokeramika) aloxida ahamiyatga ega. Bular eskirmaydi va qizdirishga nisbatan turg'un.

Keramika izolyatorlarni, kolodkalarni, platlarni, g'altaklarni yasashda ishlatiladi.

Past chastotalarda elektrofartor ishlatiladi: arzon, yaxshi elektrik xossalari, lekin mustaxkamligi past va 200°S dan yuqorida katta "yutqazishi" - "poteri".

Yuqori chastotalarda ishlaydigan detallar asosan steoit nomli materiallardan yasaladi. Buning tarkibida zararli qo'shimchalar (primaslar) yo'q va 100°S gacha o'z xossalarini yaxshi ushlab tura oladi: yaxshi presslanganda, kuydirilganda-pishirilganda (objig) kirishishi 1-2%. Zich va g'ovak stukturali xamda aniq o'lchamli detallar uchun ishlatiladi. Steoit yaxshi qirqiladi. Kamchiligi: xarorat tez o'zgarganda darz ketadi.

Yuqori chastotali kondensatorlarni yasashda ul'trafartor, steoit, stannatli, keramika ishlatiladi. Eng yaxshi xossali keramika TiO₂ asosida bo'ladi. Bunday keramika 2 xil bo'ladi:

1. Tikondalar: T-60, T-80, T-150.

2. Termokondalar: T-20, T-40 raqamlar "E" ning miqdorini bildiradi.

Tikondalar asosan termokompensatsilovchi kondensatorlar uchun ishlatiladi. Termokondalar yuqori turg'unlikdagi kondensatorlar uchun ishlatiladi.

2. Materialshunoslik Umarov E.O. , CHo'lpon nomidagi NMIU, 2014 yil.

P'ezoelektrlar-bular shunday materialki, mexanik kuchlanish ta'sirida ular qutblanadilar. P'ezokeramik materiallar – bular bariy titanati (TBS va TBKS) asosidagi qattiq eritma. Bariy niobati (NBS) qalay titanati (NTS), asoslarida xam bo'lishi mumkin.

15.2. Elektr toki o'tkazuvchi materiallar.

Materiallar elektr xossalari bo'yicha 3turga bo'linadilar: o'tkazuvchilar, yarim o'tkazgichlar, dielektriklar.

O'tkazgichlarning nisbiy elektrik qarshiligi $10^{-8}-10^{-5} \text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'ladi va xarorat ko'tarilishi bilan u xam ortadi.

Yarim o'tkazgichlarniki $10^{-5}-10^{-8} \text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'ladi va xarorat ko'tarilishi bilan u kamayadi. Bular tokni to'g'rilash, elektr signallarini ko'paytirish, xar-xil turdagi energiyalarni elektr energiyasiga aylantirish uchun ishlatiladi.

Dielektriklarning nisbiy elektr qarshiligi $10^{-8}-10^{-16} \text{ Om}\cdot\text{m}$ ga teng. Bular izolyator sifatida ishlatiladi.

Texnikada, ayniksa aviatsiyada tokni yuqori darajada o'tkazadigan yuqori o'tkazgich metallari va qotishmalari keng qo'llaniladi: oltin, kumush, mis, bronza, latun va x.k. Bular yuqori elektr o'tkazuvchanlik; etarli mustaxkamlik, plastiklik atmosfera sharoitida korroziyabardoshlik qobiliyatlariga ega.

Metallar qancha toza bo'lsa (qo'shimchalar-primelar va nuqsonlardan) shuncha ularning o'tkazuvchanligi yuqori bo'ladi.

Oksidlanmaydigan o'tkazgichlar, yuqori va o'ta yuqori chastotali asboblari-priborlarning kontaktlari va pechatli mikrosxemalar uchun kumush ishlatiladi. Kumush xavoda oksidlanmaydi. Lozim bo'lganda mis, latun va tok o'tkazmaydigan materiallar (keramika, oyna, kvarts, polimer) ustiga maxsus usul bilan kumush qoplama beriladi. Ba'zi xollarda kumush oltin bilan almashtiriladi.

Mis amaliyotda juda keng ishlatiladi. U yuqori o'tkazish qobiliyatiga ega, mexanik xossalari yaxshi, arzon. Induktsiya usulida vakuumda olingan (kislorodsiz) mis yuqori o'tkazgichlik va plastiklik qobiliyatiga ega. "Nagartovka" qilingan mis-MT yuqori puxtalikka ega.

Yumshoq mis-MO, M1 kabellarning ichaklarini, "obmotka"-o'rama simlarni yasash uchun ishlatiladi.

Kislorodsiz mis-MOO ($0,02 < 0,02\%$) esa elektrovakuum asboblarda, SVCH-asbobida, mis "folbgasi" yasash uchun ishlatiladi.

M2, M3, M4 markali simlar asosan qotishma olish uchun ishlatiladi. Mexanik xossalari yuqori bo'lishligi talab qilingan maxsulotlar uchun latunlar, kadmiyli va berilliyli bronzalar ishlatiladi.

Kadmiyli bronzadan "trolley"lar, sirpanuvchi kontaktlar, membranalar yasaladi. Latunlardan xar-xil tok o'tkazuvchanli detallar yasaladi.

Alyuminiy yuqori elektr o'tkazuvchanligi, plastikligi va kam zichligi bilan xarakterlanadi. O'ta toza alyuminiy-A999, A995 va yuqori tozlikdagi alyuminiy A99, A95 ishlab chiqariladi. Bulardan elektrolitik kondensatorlar, kabellarning ximoya qobiqlari yasaladi. Texnikaviy alyuminiydan-A85, A7 kabellar va tok o'tkazuvchi shinalar yasaladi. Elektr o'zatuvchi liniyalar uchun alyumin qotishmasi-Al-Mg-Si ishlatiladi, yuqori puxtalikka ega. Ko'pchilik xollarda bilitollar ishlatiladi, tok o'tkazish simlari, o'zagi po'latdan qobig'i esa mis yoki alyuminiydan. Qobiq galvanik usulda yoki plakirovka usulida olinadi.

Temirning o'tkazuvchanligi ancha past. Lekin mustaxkam ($\sigma = 300 + 700 \text{ MPa}$). Bu uni oqlaydi. Asosan kam uglerodli ($S = 0,1 - 0,15\%$) va oddiy sifatli po'latlar

(St0,St1,.....St6) ishlatiladi. Bulardan tok shinalari, tramvay, metro temir yo'llari (elektropoezd\u) rel'slari yasaladi.

Ko'rsatgichlar	Ag	Au	Cu	Al
Zichlik, kg/m ³	10500	19300	8900	2700
Erish xarorati, °S	960	1063	1084	658
elektr qarshilikning xaroratli koeffitsienti, $\alpha_p 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	3,6	0,4	4,5	4,3
Nisbiy elektroqarshilik, r, mkOm*m	0,016	0,024	0,018	0,027

Qo'shimchalarning borligi tok o'tkazuvchanlikni ancha pasaytiradi.

Masalan misning o'tkazuvchanligini kremniy va marganetsning ozgina miqdori xam ancha pasaytiradi. Puxtalanish xam (naklep) o'tkazuvchanlikni ancha pasaytiradi: masalan: shtamplash, kiryalash usullarida olingan maxsulotlar.

O'ta o'tkazgichlar (sverxprovodniki) Ba'zi metallar(30xil elimentlar) va qotishmalar (10000xil) absalyut nol xaroratiga yaqin xaroratda o'ta o'tkazgich xolatiga o'tadilar. Bunda nisbiy elektroqarshilik yo'q xisobida bo'ladi: $r=10^{-25} \text{ Om}\cdot\text{m}$. (O'tkazgichlarda eng kam qarshilik $r=10^{-15} \text{ Om}\cdot\text{m}$)

Materialning o'ta o'tkazgich xolatiga uning xaroratiga (Tkr), fizik xossalariga, materialning tozaligiga, kristallik panjarasining nuqsonlik darajasiga bog'liq.

Ma'lum kuchlanishdagi magnit maydoni (Nkr) ta'sirida o'ta o'tkazishlik yo'qoladi. Bunda magnit maydonini tashqi manbaidan xam, o'ta o'tkazgichdan o'tayotgan elektr toki vositasida xam barpo qilish mumkin.

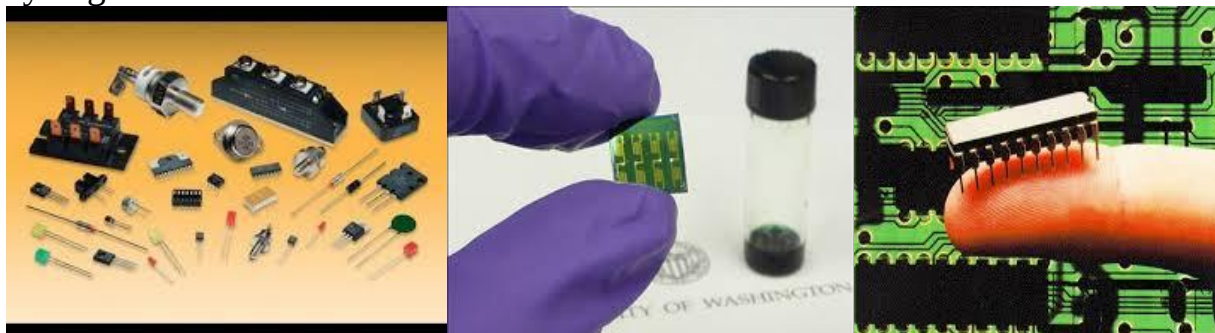
Eng ko'p tarqalgan o'ta o'tkazgich qotishmalariga quyidagilar kiradi: Nb-Zr; Nb-Ti; V-Ti; Ta-Ti. Markalanishi: 65BT va 35BT (gost 10994-74). 65BT da 22-26% Ti, 63-68% Nb va 8,5-11,5% Zr bor. Tkr=9,7K (-263,3°S). 35BT da 60-64%

2. Materialshunoslik Umarov E.O. , CHo'lpon nomidagi NMIU, 2014 yil.

15.3. Yarimo'tkazgichlar.

Yarimo'tkazgich materiallarga nisbiy qarshiligi $r=10^{-3}-10^{-10} \text{ Om}\cdot\text{sm}$ bo'lgan materiallar kiradi. Bunga Mendeleev davriy sistemasidagi 12 eliment kiradi: bor, uglerod (olimo), kremniy, germaniy, qo'rg'oshin (Sn₀), fosfor, myshyak, sur'ma, oltingugurt, selen, tellur, yod. Bundan tashqari birqancha ximiyaviy birikmalar xam kiradi. Eng ko'p tarqalgan germaniy (Ge) va kremniy (Si).

Yarimo'tkazgichlarda tokni paydo bo'lishi uchun valent zonasidagi elektronlarning bir qismi tok o'tkazish zonasiga o'tib elektr zaryadini tashuvchisiga aylangan bo'ladi.



оптик хоссаларини билганда ва уларнинг меҳназмаларни билгандагина эришиш мумкин. Масалан 21.14 бўлимда оптик толаларда шунисини таъкидлаб ўтиш мумкинки оптик

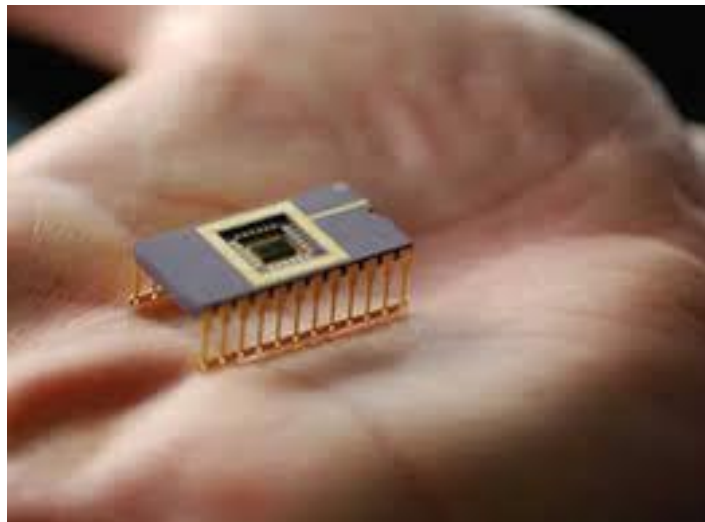
билан бширса булади. Ушбу жараён назоратланган концентрацияда қўшилган махсус қўшимчалар орқали амалга оширилади.

Ўқишдан мақсад

Ушбу бўлимни ўқиганингиздан сўнг қуйидагиларни бажара оласиз:

1. Планк доимийси ва берилган частотадаги фотон энергиясини ҳисобланг
2. Қисқа шаклда электрон поляризацияни электромагнит радиация билан атом ўзаро таъсирлашиш натижасида тушунтириб беринг. Поляризациянинг иккита оқибатини кўрсатиб беринг
3. Қисқа шаклда металлarnи нима сабабдан нур ўтказмаслигини тушунтириб беринг
4. Қатариш индексини таърифлаб беринг

5. Фотоннинг ютилиши механизмларини кўрсатиб беринг
(а) жуда тоза ярим ўтказгич ва изоляторлар учун
(б) изолятор ва электрик фаол нуқсонларга эга бўлган ярим ўтказгичлар учун
6. табиий шаффоф изоляторлар учун: шаффофлик ва ёруғ ўтмасликка олиб келадиган учта ички чапланиш манбааларини кўрсатиб беринг
7. Қисқа шаклда ёқут ва ярим ўтказгич лазер тузилиши ва ишлаш принципини кўрсатиб беринг



SHuning uchun, kristallik panjaralari nuqsonsiz yarim o'tkazgichlar-monokristallar ishlatiladi. Yuqori sifatli asboblari ("pribor") uchun germaniy va kremniy monokristallaridan yasaladi.

Toza yarimo'tkazgichlardan tashqari murakkab yarimo'tkazgich birikmalar xam ishlatiladi. Mendeleev sistemasidagi A^4V^4 , uchinchi va beshinchi A^3V^5 va A^2V^4

A^4V^4 tipdagi birikma vakili SiC

A^3V^5 vakili ZnSb va GaAs (galiy arsenidi)

A^2V^4 bular suvfidlar (ZnSe), oksidlar (Cu_2O).

Nazorat savollari:

1. Qanday qotishmaga elektrotexnik po'lat deyiladi?
2. E13-Xarf va rakamlar nimani belgilaydi?
3. Qanday metallga dielektrik deyiladi?
4. Qattiq va yumshoq magnitli metallarni bir-biridan farqi nimada?
5. Qanday materiallarga magnitli materiallar deyiladi?
6. Misollar bilan izoxlang?
7. Yarimo'tkazgichlarning asosiy vazifalari nimalardan iborat?

Figure 10.10 (a) A pool ball is struck by a cue stick, and it moves toward a cluster of other balls. (b) The cue stick strikes the white ball, which then strikes the red ball, which then strikes the yellow ball, and so on.



© William D. Callister, Jr.

(a)



© Rap kIEye/Stockphoto

(b)

Nanomateriallar xaqida umumiy tushuncha

“Nanotexnologiya” termini birinchi marta yapon olimi N. Tanituchi tomonidan 1974 yilda ishlatilgan.

“Nano” so’zi milliarddan bir qism, milliardni bir qismi degani va $(NM)=10^{-9}m$. degani. Eslatamiz, angstrom= $10^{-8}m$ ($1\text{millimetr}=10^{-3}m$, $1\text{mikrometr}=10^{-6}m$). Demak, nano bu uzunlik birligi. Buni “sezib” taqqoslash uchun, shuni aytish kerakki inson sochining qalindligi-diametri taxminan 50000 nanometrga teng.

Nanotexnologiya asosida konstruksion materiallarga miyaga (xayolga) kelgan xossalarni berish mumkin. Xozirda nanotexnologiyaga yiliga 9-10milliard dollar sarf qilinyapti :AQSH da 4-5 milliard, Yaponiyada 2-3 milliard. Lekin nanotexnologiyadan keladigan foydani 2010-15yillir davomida bir necha trillion dollar kutilyapti.

Nanotexnologiya sanoatda 1994 yildan boshlab qo’llanila boshlagan.

Nanomateriallar – bular moddalar va moddalar kompozitsiyasidir, qaysilarki, suniy yoki tabiiy tartibga solingan yoki solinmagan nanometrik xarakteristikali o’lchamli bazoviy elementlar tizimi – sistemasidir. Bularda nanometrik o’lchamli elementlarni kooperatsiya qilganda (birlashtirganda-yiqqanda) ularni o’zaro fizikaviy va ximiyaviy ta’siri aloxida (maxsus) namoyon bo’ladi. Bularning xammasi materiallar va sistemalarda ilgari ma’lum bo’lmagan xossalarni paydo bo’lishini ta’minlaydi: mexanik, ximik, elektrofizik, optik, teplofizik va x.k.



Xozirgi paytda nanomateriallarni (molekulyar o’lchamli yoki unga yaqin darajada strukturalashtirilgan) xar-xil perspektiv-istiqbol usullaridan foydalaniladi. Usullarni nanoob’ekt yuzaga kelish printspiga qarab asosan ikki gruppaga bo’linadi. 1)Materiallar yuzalarida nanostruktura xosil qilish: neytron atomlar, ionlar elektronlar tutamlari bilan ishlash plazma bilan xurushlash (“travlenie”) va boshqa usullar bilan ishlash. 2)Nanoobektni-nanomaterialni atomma-atom yoki molekulama-molekula yig’ish. Nanoobektlarni ikki usulda olinadi.

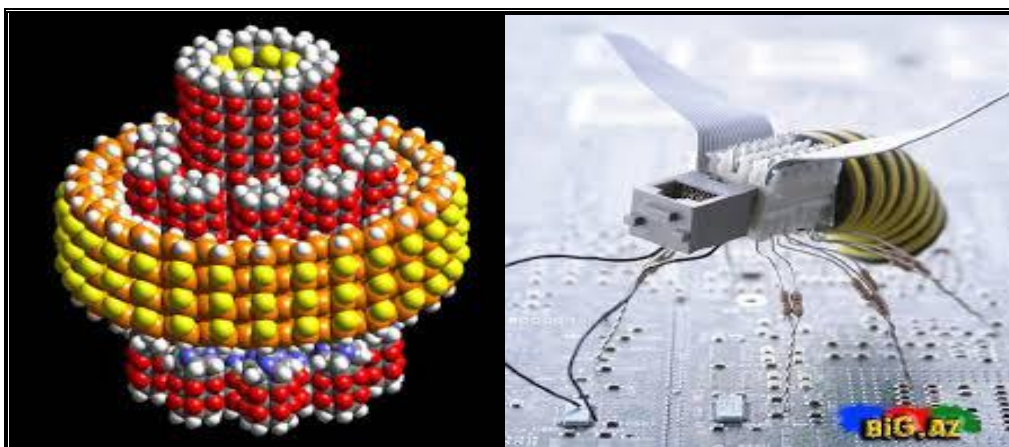
2. Materialshunoslik Umarov E.O. , CHo’lpon nomidagi NMIU, 2014 yil.



Xayotimizni yorituvchi nanomateriallardan tayyorlangan lampochkalar

1) **Sun'iy usullar**: olinayotgan nanoobekt xarakteriga qarab xar xil usullar qo'llaniladi; fizikaviy, ximiyaviy, biologik va boshqalar. Ba'zi xollarda birnechtasi birgalikda. Nanoobektlarni o'ta vaakum sharoitida, suyuq muxitda yoki gaz atmosferasida olish mumkin.

2) **O'z – o'zidan yig'ilish**: Bunga nanotexnologiyada katta e'tibor beriladi. O'z-o'zidan yig'ilish molekulalarni xamma vaqt energiyasi kam satxga o'tishga intilish printsiipiga asoslangan.



O'z – o'zidan yig'ilishda nanokonstruktor yuzaga yoki oldindan yig'ilgan nanokonstukturaga ma'lum atomlar yoki molekulalar kiritiladi. So'ngra molekulalar o'zlarini ma'lum xolatda tekislaydilar-to'g'rilaydilar, ba'zan kuchsiz bog'lanish xosil qilib, ba'zan kuchli kovalent bog'lanish qilib.

O'z – o'zidan yig'ishning yana bir turi – bu kristallarni o'stirishdir. Kristallarni eritmada o'stirish mumkin, dastlabki (murtak, xomila) kristalldan foydalanib. Bunda katta emas kristall tarkibida o'zi materiali ko'p bo'lgan muxitga (ko'proq eritmaga) joylashtiriladi. So'ngra bu komponentlarga kichkina kristall yoki murtakka-xomilaga taqlid ("imitatsiya"-o'xshash) qilishga ruxsat qilinadi. Mikrochipplarni yaratishda ishlatiladigan kremniyli blokklar shu tarzda o'stiriladi.

Nanostrukturalarni tabiiy xosil bo'lishi. Bu xodisa ko'proq rudalarni xosil bo'lishiga tegishli. An'anaviy yondoshish bo'yicha kristallanish quyidagi yo'llar bilan amalga oshadi.

-moddolarni kondensatsiyasidagi (energiya yig'ishdagi) xosil bo'lgan parlardan.

-eritmalardan, ularni sovib-qotishidan.
-eritmalardan, erigan moddani cho'kishi natijasida.
-qattiq xolatdagi diffuzion o'zgarishlaridan.
Bular tog' jinslarini barchasiga, shu bilan birga oltinga xam tegishli.

18.2. Nanomateriallarni qo'llanilishi

Xozirda nanomateriallar juda ko'p soxalarda qo'llaniladi; sanoatda, nanoelektronikada, nanooptikada, nanobiologiyada, nanospektroskopiyada, nanomeditsinada, nanoelimentlarda va x.k.

Nanomateriallarni sanoatda qo'llanilishi aloxida ahamiyatga ega. Bu materiallarning xossalari printsiptial farq qilgani uchun sanoatni ko'p soxalarida ishlatiladi.

Albatta birinchi navbatda nanomateriallarni qo'llash yuqori mexanik xossali yangi konstruksion materiallarni yaratishga imkon beradi. Nanostrukturali moddadan yasalgan rezьbali maxsulot (detalь) yuqori mustaxkam bo'ladi. Masalan avia va avtomobilьsozlikda ishlatiladigan titandan yasalgan maxsulot nanostrukturali qilib olinsa, uning chidamliligi uzoq umr ko'rishi (dolgovechnostь) 1,5marta oshadi, rezьbani yasash mexnat sig'imi kamayadi.



Nanostrukturali alyuminiy qotishmalaridan murakkab formadagi yengil maxsulotlarni yuqori tezlikda o'ta plastik deformatsiyalab (bosim bilan ishlab) detallar yasash mumkin. Bu sharoitda shtampli barcha teshik, burchak va x.k. lari to'liq to'ladi, deformatsiya kuchi pasayadi, forma xosil qilish xarorati pasayadi (450°S dan 350°S gacha). Bu pulku! Xozirda bu usul bilan ichki yonar dvigateli porshenlari (murakkab formadagi) yasaladi.

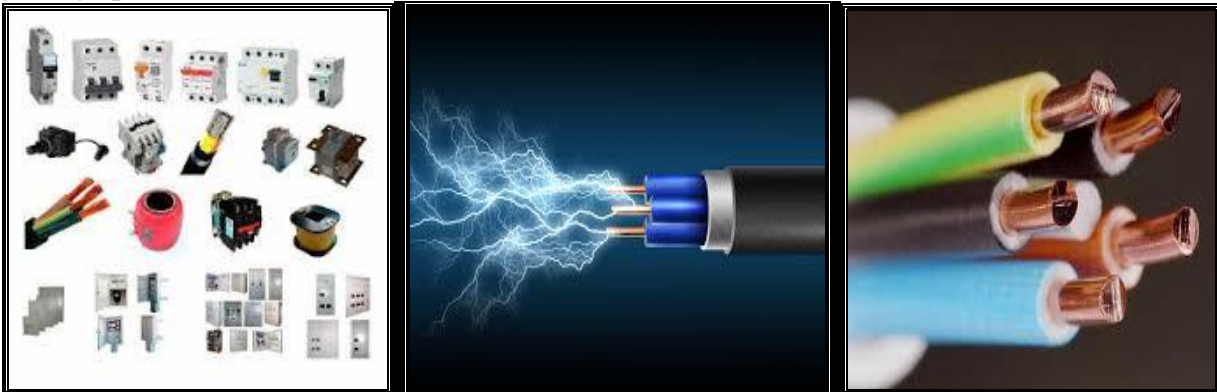
Nitridli legirlangan keramik nanostrukturali moddalardan tuzilgan material olovbardosh bo'ladi va ulardan ichki yonar dvigatellar, gaz turbinalari, keskich plastinkalari yasaladi. Metallurgiyada esa nanomaterialdan yasalgan o'tga bardosh material-keramika qo'llaniladi.

Xozirda nanoparoshoklar ko'p funktsiyali qo'shicha sifatida juda keng qo'llaniladi: motor, transmissiya va industrial yog'larga, plastik moylarga, bosim ostida ishlaydigan jarayonlarda ishlatiladigan texnologik moylarga, metallarni qirqishdagi moylovchi-sovituvchi suyuqliklarga, sayqallashdagi (dovodogno-pritirichnye) pasta va suspenziyalarga qo'shiladi.

Tarkibida plastmassa va polimerlar bo'lgan kompozitsion materiallarga metallarning nanokukunlarini qo'shish ancha istiqbolli yo'nalishdir. Bu yo'l bilan plastik magnit, elektr o'tkazadigan rezina, tok o'tkazadigan kraska va kley va x.k. xossalari kompozitsion materiallar olish mumkin. Metallarni nanokukunlari qo'shib yonmaydigan polimerlar olinadi.

Umuman, nanomaterialli qoplamalar bir tekisda, bir xil qalinlikda, bir xil zichlikda yetadi, olovbardosh bo'ladi.

AQSHlarning Yelekiy universtiteti olimlariga meditsinada nanomateriallarni (texnologiyani) qo'llashni o'rganishga 6,5 mln. dollar xajmida pul ajratilgan. Olimlar insonlarning tirik to'qimalariga impluatatsiya qilinadigan biomimetik nanoo'tkazgichni yaratyaptilar.



Bundan buyoq quyosh energiyasidan foydalanish energetika soxasidagi dolzarb masala bo'lib qolaveradi. Nanotexnologiya asosida yaratilgan mis-indiy-dieselenid-galliy (CIGS-plyonka) plyonkasini fotoelektrik effekti (samaradorligi) xozirgi zamon quyosh elimentlarinikidan 20% ga ko'proq.

18.3. Nanoo'lchamli materiallarni olish usullari.

Nanomateriallarni olish usullariga bo'lish negizida nanomaterialni sintez bo'lish jarayoni yotadi. SHu nuqtai nazardan olish usullari quyidagi turlarga bo'linadi: mexanikaviy, fizikaviy, ximiyaviy va biologik.

Mexanikaviy usul materiallarga katta deformatsiyalovchi kuch ta'siriga asoslangan: bosim, egish, vibratsiya, ishqalash, kavitatsion jarayonlar va x.k. Fizikaviy usullar asosida fizikaviy o'zgarishlar yotadi: bug'lanish, kondensatsiya, toblash, termotsikllash va boshqalar. Ximiyaviy usullar ximiyaviy reaksiyalarga asoslangan: elektroliz, qaytarilish, termik parchalanish. Biologik usul oqsil tanachalarida o'tadigan biologik jarayonlarga asoslangan.

2. Materialshunoslik Umarov E.O. , CHo'lpon nomidagi NMIU, 2014 yil.

1. **Mayda zarrachalarga bo'lishni (disperslashni)mexanik usullari.**

O'z navbatida bu nanomateriallarni olish usullari quyidagi guruxlarga bo'linadi: mexanikaviy aydalash, shiddat jadal bilan deformatsiyalash, xar xil muxitlarni mexanikaviy ta'sirida.

2. Nanomateriallarni mexanikaviy maydalash bilan olish. Bu usul maydalanayotgan qattiq materiallarga katta urilish kuchi va katta ishqalanish ta'siriga asoslangan. Bunda mexanik ta'sir impulsli bo'lishi kerak. Mexanik ta'sir zarrachaning ma'lum bir joyiga-nuqtasiga (lokalno) ta'sir qiladi. Kuch impulsli va lokal bo'lganidan kichkina vaqtda nisbatan katta kuch ta'sir qiladi.

Mexanikaviy maydalash xar-xil qurilma va moslamalarda olib boriladi: sharoviy, planetar, vibratsiyali, girdob (вихрь), giroskopik, oqimli tegirmonlarda bajariladi., attritorlarli qurilmalarida bajariladi. Tegirmonlarni ichida eng soddasi va keng tarqalgani bu sharoviy tegirmonidir.

Tegirmon tsilindr bo'lib, ichida maydalovchi jism bo'ladi: ko'pincha po'lat yoki qattiq qotishmali sharlar. TSilindr aylananda bu sharlar aylanish bo'yicha baraban bo'ylab ko'tarilib, eng tepasiga chiqqanda o'z og'irligi bilan pastga otilib tushib, maydalanuvchi materialni urib, maydalab deformatsiyalaydi. Maydalanish tezligi barabanning aylanish tezligiga bog'liq. Maydalangan zarracha formasi-siniq (oskolochniy), g'adir-budir.

Attritorli qurilmalar, sharoviy tegirmonlarning bir turidir

3. Nanoo'lchamli paroshoklarni yig'ish usullari. Nanomateriallar olish usullarini ko'pchiligini natijaviy maxsuloti bu- paroshok. Ba'zi materiallarni nanostukturalarini katta xajmda yaratish qiyin, ba'zan esa mumkin emas.

Nanoparoshoklardan xajmiy materiallar olish uchun, birinchi navbatda, xar-xil presslash jarayoni variantlari qo'llaniladi.

Jipslashgan buyum olish uchun, presslashni, pishirishni ("spekanie"), prokatlashni xar-xil texnologik jarayonlarini qo'llaniladi.

Amaliyot ko'rsatadiki, materialni dispersligi ortishi bilan jipslashishligi kamayadi.

Presslash-bu paroshokka bosim ta'sirida forma berish-formalash. Natijada talab qilingan forma, o'lcham va zichlik olinadi.

Presslash statik va dinamik gruppalariga bo'linadi. Bularning xar biri yana guruxlarga bo'linadi:

1. Presslash xaroratiga qarab: soviq va issiq presslash.

2. Qo'yilgan kuch xarakteriga qarab: bir o'qli, ikki o'qli, xartomonlama.

Paroshok pressformaga joylashtiriladi. Nanomateriallar presslanganda jarayon vaakum kamerasida olib boriladi.

Bu usul bilan quyidagi nanoparoshoklar $Dy_2O_3 + TiO_2$ aralashmasi kompaktlashtirilgan-presslangan.

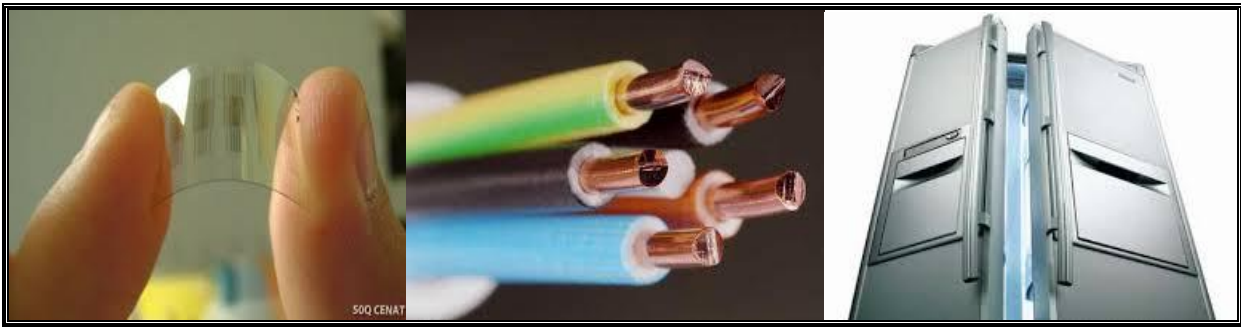
Agar buyum balandligini ko'ndalang kesim o'lchamiga nisbati birdan katta bo'lsa, ikki o'qli presslanadi, kamroq kuch sarflanadi.

Xar tomonlama qisib presslanganda kuch kam sarflanib, sifati yuqori bo'ladi. Bunga misol gidrostatik presslash.

Qattiq materiallarni olishda magnit-impulsli presslash ishlatiladi. Impulsli magnit maydonidan "provodnik" ni otilib chiqishiga asoslangan.

Diamagnit magnit maydonidan itarilib chiqqan kabi. Induktorni impulsli magnit maydoni bilan kontsentrator yuzasini o'zaro ta'siri natijasida mexanikaviy impuls kuchi press-formada yig'iladi. Elektr zanjir ulanganda kontsentrator magnit maydoni

zonasidan itarib chiqariladi va paroshok presslanadi. Impul's bir necha mikrosekund davom etadi: bosim $R=1-2\text{GPa}$.



Dastlabki material yuklovchi moslamadan bir-biriga qarshi aylanayotgan juvalar orasiga yo'naltiriladi. Ishqalanish kuchlari bilan paroshok ergashtirilib polosaga-lentaga zichlanadi.

Bu usul bilan xar-xil qatlamlar olinadi va diffuzion payvandlanadi. Mundshtukli forma berish qiyin presslanadigan materiallar(qiyin eriydigan materiallar va qotishmalar, qattiq qotishmalar) ga qo'llaniladi. Paroshok ma'lum forma va o'lchamdagi teshikdan qisib chiqariladi.

Nazorat savollari :

1. Nano ulchami nimaga teng.
2. Nano ulchamli materiallar kanday olinadi?
3. Dispersli tizim nima?
4. Gel kanday tizim?
5. Zarrachalarni kvalifikatsiya kilish turlari?

Kompozitsion materiallar

Юқори қатлам. Паст ҳароратда шишаланадиган АВС-пластикдан тайёрланган. Ташқи қатлам ва декоратив функцияга эга.

Courtesy of Black Diamond Equipment, Ltd.



Шишапластикдан икки ўқли йўналтирилган қатлам марказий қисмни қобиғи. Торсион рўлини бажаради ва ташқи қатламларни конструкцияни маркази билан бирлаштиради.

Марказий қисм-полиуретанли тулдиргич.

Демпферловчи қатлам. Полиуретандан тайёрланган. Тебранишни камайтиришга мўлжалланган.

Асос (таглик). Прессланган углерод (полимер матрицага углерод заррачалари прессланган). Абразив ейилиш ва бикирликни

Четлари. Пухталанган пўлат. Қорга «кирганда» қайилишни енгиллаштиради.

(a)

Замонавий лижа конструкциясида қўлланиладиган композитнинг мураккаб структураси. Турли композитлардан ташкил топган қорда югуриш учун юқори сифатли лижанинг қўндаланг кесими кўрсатилган. Хар бир компонентнинг функцияси ва тайёрланган материали кўрсатилган. (Расмни Evolution Sci Company, Salt Lake City, Yuta тақдим этган).



(b)

Nima uchun kompozitlarni o'rganish kerak?

Turli tipdagi kompozitsion materiallarni strukturasini bilish, bu materialni xossalari xarakteristikalariga, tashkil etuvchilarini (komponentlar) joylashish geometriyasiga va taqsimlanishiga bog'liqligini bilish ma'lum metall qotishmalar, keramika va

Plasstmassa-lardan ustunroq (yaxshiroq) xossalarni mujassam qilgan materiallarni konstruktsiya qilish imkoniyatini beradi. Masalan, 16.1 masalada trubasimon valni shunday loyihalash kerakki, qo'yilgan talablarga javob bersin.

Ushbu bobni o'rganib chiqib, siz quyidagi masalalarni yechib olishingiz kerak.

17.1. KIRISH

20-chi asrning o'rtalaridan boshlab turli texnologiyalarda noyob xossalarni mujassamlagan materiallar zarur bo'ldi, buni esa ananaviy metall qotishmalar, keramika va polimerlarni qo'llaganda ta'minlab berolmayapti. Xaqiqatda, yuqori mustaxkamlikga ega materiallarni solishtirma og'irligi yuqori, mustaxkamlik va bikirlikni o'sishi esa zarbiy qovushqoqlikni pasaytiradi. Materiallarni talab qilingan turli xossalari mujassamlash va imkoniyatlarini kengaytirish kompozitsion materiallarni (kompozitlarni) qo'llash bilan erishiladi¹.

Mujassam ta'sir etish printsipiga binoan xossalarni eng yaxshi birligi ikki va undan ko'proq materiallarni birlashtirish bilan erishiladi. Xarhil materiallarni birlashtirishdan foyda turli kompozion materiallarni yaratish bilan erishiladi.

birga ta'sir etish printsipi

Quyida turli tipdagi kompozitlar ko'rib chiqiladi, xususan, ko'p fazali metall qotishmalar, keramika va polimerlar. Masalan, perlitli po'latlar (10.20 bo'lim) almashib turadigan α – ferrit va tsementitdan iborat mikrostrukturaga ega. Ferrit fazasi yumshoq va plastiklikga ega, tsementit – bikir va juda mo'rt. Perlitli po'latlarda erishiladigan xossalari (yuqori plastiklik va mustaxkamlik), tashkil etuvchi komponentlar xossalari ustundir.

Kompozion materiallarni tabiatda ham uchraydi. Masalan, daraxt mustaxkam va qayishqoq tselyuloza tolalaridan tashkil topgan, ular esa *ligin* deb nomlanadigan yumshoq muhit bilan birlashtirib bog'lab turiladi. Suyaklar ham mustaxkam, lekin deyarli yumshoq kollagen va qattiq mo'rt mineral moddadan tashkil topgan kompozitlardir.

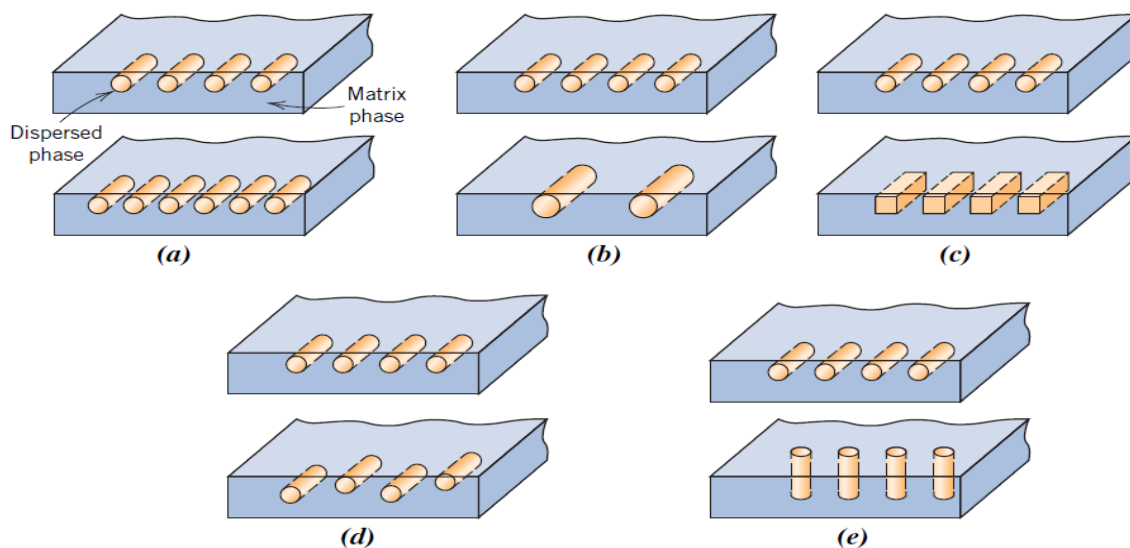
Bu bobning anglatishicha kompozit deb tabiiy usulda emas, balki sun'iy yaratilgan material tushuniladi. Undan tashqari, kompozitdagi alohida fazalar aniq ajralib turgan fazalar aro qatlam bilan chegaralangan mutlaqo xarhil materiallardir. SHunday qilib, ko'pchilik metall qotishmalar va keramika bu ta'rifga ta'luqli emas, chunki ulardagi ko'p fazali struktura tabiiy holda xosil bo'ladi.

Olimlar va muxandislarni kompozitlarni yaratishdagi xarakatlari metall, keramika va polimerlarni sun'iy ravishda birlashtirib ekstraordinar xossali yangi avlod materiallarini yaratishga qaratilgan. Aksariyat hollarda kompozitlarni olishdan maqsad asosiy mexanik xossalarni mujassamligini yaxshilash – xona va yuqori haroratlarda bikirlik, zarbiy qovushqoqlik, mustaxkamlikni.

Ko'pchilik kompozion materiallar ikki fazadan tashkil topgan. Ulardan biri **matritsa** deb nomlanadi, ikkinchisi **dispers**

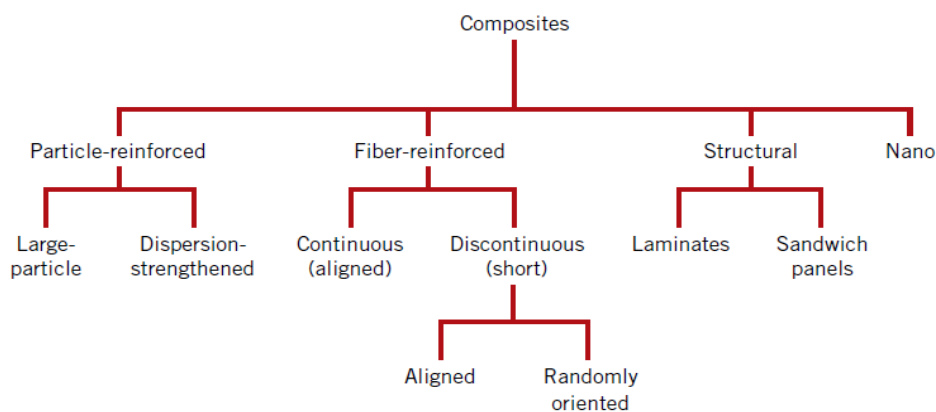
matritsa
dispers faza

faza. Kompozitlarni xossalari ularni tashkil etuvchi komponentlar xossalari, ularning nisbiy miqdoriga va dispers fazaning geometriyasiga bog'liq. "Dispers fazaning geometriyasi" deganda zarralar shakli, o'lchami, hajmdagi taqsimlanishi va fazodagi orintatsiyasi nazarda tutiladi. Ayrim dispers fazalar geometriyasining variantlari 16.1 rasmda keltirilgan.



Rasm. 17.1. Turli faktorlarni sxematik ko'rsatish – kompozitning xossalari ta'sir etuvchi dispers faza zarrachalarining geometriyasi va fazoviy joylashishi: *a* – konsentratsiya; *b* – o'lchamlari; *v* – shakli; *g* – orintatsiyasi. (Richard A. Flinn and Paul K. Tirojan, Engineering Materials and Applications, 4th edition. 1990, John Wiley Sons, New York)

1. Materials science and engineering (An Introduction) William D, Callister, Jr David G, Rethwisch 16. BOB, 16.1 bo'lim, 636 bet



Rasm 17.2. Turli tipdagi kompozitlarning klassifikatsiyasi, ushbu bobda muhokama qilinadigan.

17.2. rasmda kompozitsion materiallarni oddiy klassifikatsiya bo'yicha uch sinfga bo'linadigan sxemasi keltirilgan: dispers to'ldirgichli kompozitlar: tolalar bilan *armaturalangan* kompozitlar; va konstruktsiya xosil qiluvchi strukturali kompozitlar. Xar bir sinf ikkita kenja sinfga bo'linadi.

Zarrachalar bilan matritsada disperslangan kompozitlardagi dispers faza ekvial maxsulotni ifodalaydi (ya'ni zarrachalar o'lchami barcha yo'nalishlarda deyarli bir hil). Tolalar bilan armaturalangan kompozitlarda tolalar shakliga ega (ya'ni komponentlar uzunligini diametriga katta nisbatdagi). Strukturali kompozitlarda kompozitsion va gomogen materiallar mujassamlangan.

Bu bobda kompozitlarni muhokamasi keltirilgan klassifikatsiyaga monan olib

boriladi.

DISPERS TO'LDIRGICHLI KOMPOZITLAR

dispers to'ldirgichli kompozitlarni 17.2 rasmda ko'rsatilgandek **dispers to'ldirgichli kompozitlarni** ikkita kenja sinfi bor – dispers fazasi yirik zarralardan xosil bo'lgan kompozitlar va matritsada tarqalgan (joylashgan) mayda dispersli to'ldirgichli kompozitlar. Ular orasidagi farq armaturalash yoki kuchaytirish mexanizmidan. “Yirik zarra” termini matritsa va dispers faza o'rtasida atomlar yoki molekullar darajasida o'zaro bog'lanish bo'lmavligini anglatadi, demak bunday sistemaga yaxlit muhit mexanikasiga qarab yondoshiladi. Ko'rilyotgan turdagi kompozitlarning ko'pida dispers fazaning zarralari matritsaga nisbatan qattiqroq va bikirliroq. Bunday zarralarni mavjudligi matritsa materialini zarralar atrofida ko'chishini chegaralaydi. Mazmunan, bu yerda ta'sir etuvchi kuchlanishlarni qayta taqsimlanish o'rni bor, ya'ni ular qisman dispers fazaning zarralariga o'tadi va u yuklamani bir qismini ko'taradi. Ko'rilyotgan holda kuchaytirish darajasi yoki materialning mexanik xossalari oshirish matritsa-to'ldirgich chegarasidagi bog'lanish darajasiga bog'liq.

Matritsada taqsimlanagan mayda dispers to'ldirgichning o'lchamlari juda kichik: ularni diametri 0,01dan 0,1 mkm (10-100nm) diapazonida. Bu holda dispers faza va matritsani o'zaro ta'siri atom yoki molekullar darajasida bo'ladi. Kuchaytirish mexanizmi 11.11. bo'limda muhokama qilingan dispersion qotishga o'xshash.

17.2. YIRIK ZARRALI TO'LDIRGICHLI KOMPOZITLAR

To'ldirgichlar qo'shilgan ayrim polimerlar, ko'rilyotgan turdagi kompozitlarni tashkil qiladi. Bu holda to'ldirgich bazaviy materialni xossalari yaxshilaydi yoki modifikatsiyalaydi, yoki qimmat polimerni bir qismini arzonroq to'ldirgichga almashtiradi.

1. Materials science and engineering (An Introduction) William D, Callister, Jr David G, Rethwisch

16. BOB, 16.1 bo'lim, 637 bet

Siljish qoidasiga

Boshqa bir yaxshi ma'lum yirik zarrali to'ldirgichli kompozitsion material – tsement (matritsa), qum va shag'aldan (to'ldirgich zarralari) tashkil topgan beton. Armaturalash yetarli samarali bo'lishi uchun zarralar o'lchami nisbatan kichik bo'lishi va matritsa hajmida bir tekis taqsimlanishi kerak. Kompozitni holati ikkala fazaning undagi hajmiy nisbatiga bog'liq. Kompozitdagi to'ldirgichni miqdori ortishiga qarab aralashmani mexanik xarakteristikalarini ortadi. Ikki fazali sistemada elastiklik modulini disperslangan fazaning hajmiy miqdoriga bog'liqligini ko'rsatish uchun ikkita formula taklif etilgan. **Siljish qoidasiga** binoan elastiklik moduli ikki chegara o'rtasida joylashgan – yuqori chegara, quyidagi formula bilan ifodalangan:

$$E_s(u) = E_m V_m + E_p V_p \quad (16.1)$$

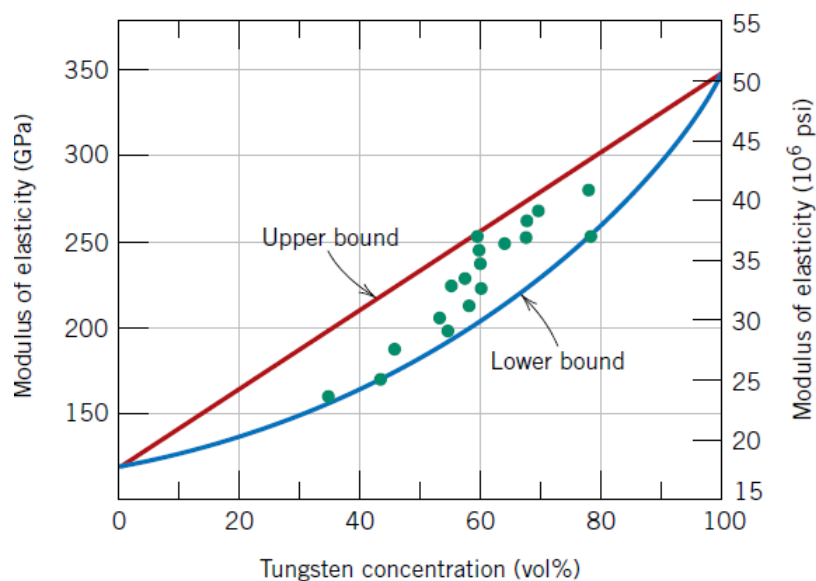
va quyidagi formula bilan ifodalangan – quyi chegara:

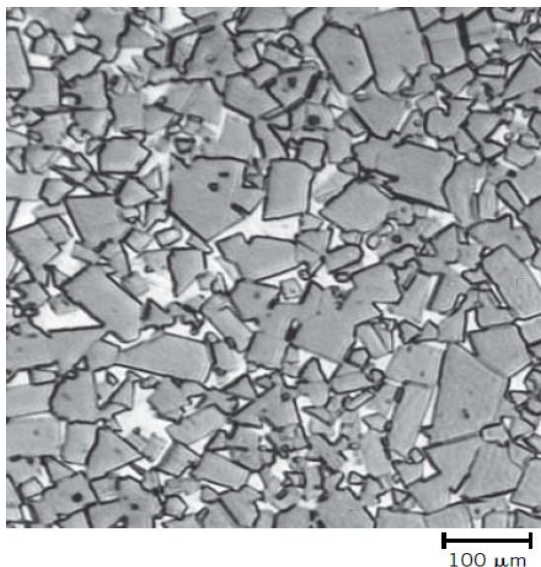
$$E_s(l) = \frac{E_m E_p}{V_m E_p + V_p E_m} \quad (16.2)$$

Bu tenglamalarda V va E – hajmiy miqdor va elastiklik moduli, c , m , p satr osti indekslar bo'lib kompozit, matritsa va disperslangan zarralarga tegishli. 16.3. rasmda volfram zarralari tashkil qilgan dispers fazaning elastiklik modulining V_p ga mis-volfram sistemasi uchun yuqori va quyi chegaralar uchun konsentratsion bog'lanish grafigi keltirilgan. Tajriba nuqtalari chegaralar orasida joylashgan. Tolalar bilan armaturalangan kompozitsion materiallar uchun (16.1) va (16.2) tenglamalar analogi 16.5 bo'limda keltirilgan.

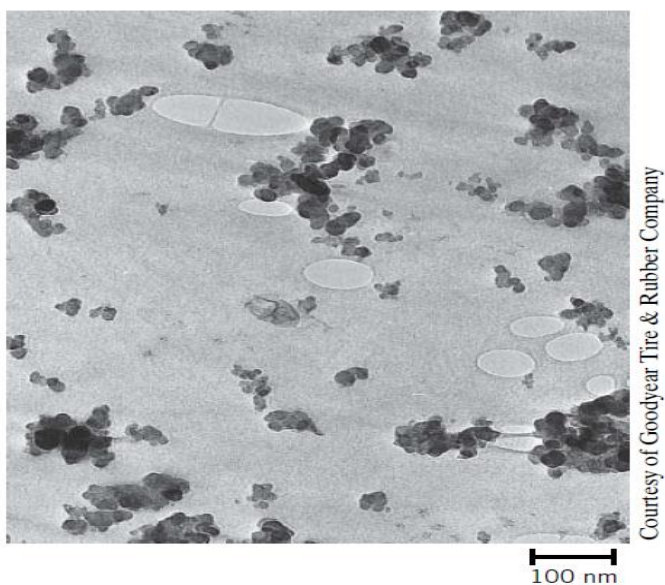
Yirik zarralardan tashkil topgan kompozitlar turli materiallar uchun olinishi mumkin – metallar, keramika va polimerlar. Metall va keramika asosidagi kompozitsiyaga metallokeramika misol bo'lishi mumkin.

Rasm 17.3. Mis-volfram sistemasi uchun elastiklik modulini volframni hajmiy miqdoriga bog'likligi, unda dispers faza volfram zarralaridan tashkil topgan. Yuqori va quyi chegaralar (15.1) va (15.2) tenglamalarga mos: tajriba nuqtalari belgilangan. (R.H. Rock, ASTM Proceedings, Vol.63. 1963. ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia. PA,19103. dan keltirilgan. Ruxsat bilan chop etilgan).





Rasm 17.4. WC- Co tarkibli tsementitlangan karbid mikrosurati. Och rang qismi- kobalt, qoraroq qismi- volfram karbidi zarralari. Kattalashtirish x 100. (Rasm Carboloy Systems Department. General Electric Company tomonidan taqdim etilgan).



Rasm 17.5. elektron mikrosuratda shinalar ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan sintetik kauchukdagi qora kuya zarrachalari ko'rinmoqda. Suv dog'lariga o'xshagan joylar – aralashmani tayyorlashdagi qo'shilib ketgan mayda havo pufakchalari. Kattalashtirish x80 000 (Suratni Goodyear Tire & Rubber Company taqdim etgan.)

Xech bir boshqa material o'z o'zicha metallokeramikani qo'llagandagi xossalarni ta'minlab bera olmaydi. Bunday materiallarda disperlangan fazaning miqdori juda katta bo'lishi mumkin, ayrim hollarda 90% dan ortiq. SHuning uchun metallokeramikaning abraziv xossalari maksimaldir. 16.4. rasmda WC-Co tarkibli tsementitlangan karbid mikrosurati keltirilgan.

Plastmassa va elastomerlarni mustaxkamligini ko'pincha disperslangan zarralarni qo'shib erishishga harakat qiladilar. Ko'pgina zamonaviy rezinalarni qo'llash armaturalash uchun texnik uglerod (qora kuya) kabi material zarralarini qo'llash xisobiga erishildi. Qora kuya tabiiy gaz yoki neftni havo kislorodi cheklangan muxitda yoqish natijasida hosil bo'lgan juda mayda yumaloq uglerod zarrachalaridan iborat. Juda arzon modda bo'lgan bunday qora kuya zarrachalarini vulkanizatsiya qilingan kauchukga qo'shilganda cho'zilishdagi mustaxkamlik chegarasi, zarbiy qovushqoqlik, hamda yemirilish va abraziv yeyilishga qarshilik oshadi. Avtomobil shinalaridagi qora kuya miqdori 15-30%. Qora kuya qo'shilganda kuchaytirish effektiga erishish uchun uning zarrachalarining o'lchami kichik bo'lishi kerak, diametri 20-50 nm. Undan tashqari, qora kuya zarralari matritsa bilan mustaxkam adgezion bog'lanish xosil qilib, kauchuk hajmi bo'yicha bir tekis taqsimlangan bo'lishi zarur. Armaturalash komponenti sifatida boshqa moddalarni, masalan, kremnezemni qo'llashni samarasi pastroq, chunki kauchuk va to'ldirgich molekullari orasida spetsifik o'zaro boo'lanish xosil bo'lmaydi.

17.5. rasmda qora kuya bilan to'yintirilgan kauchukni elektron mikrosurati keltirilgan.

Beton

Beton

Beton bu yirik armaturalovchi zaralardan tashkil topgan kompozitsion material bo'lib, undagi matritsa va to'ldirgichlar keramika sinfiga taalluqli. “Beton” va “tsement” terminlari har doim ham to'g'ri qo'llanilmagani, ayrim hollarda bir birini o'zaro almashtiruvchi xisoblanganligisababli ular orasidagi farqni ta'kidlash zarur.

Umumiy ma'noda beton qattiq zarralar agregatidan tashkil topgan, o'zaro qandaydir bog'lovchi muhit yordamida, ya'ni tsement bilan birla shtirilgan kompozitsion materialdir. Betonni ikkita turi eng ko'p ma'lum – bu portlandtsement asosida va asfaltobeton, undagi qattiq agregatlangan zarralar – qum va shag'al. Asfaltobeton avvalam bor yo'llarni qoplash uchun keng qo'llaniladi, portlandtsement asosidagi beton keng tarqalgan qurilish materialli sifatida qo'llaniladi. Quyida betonni so'ngi turi ko'riladi.

Portlandtsement asosidagi beton

Portlandtsement asosidagi betonni ishlab chiqarishda homashyo sifatida - tsementni o'zi, to'ldirgichlardan mayda dispersli fraktsiya (qum) va yirik dispersli fraktsiya (shag'al). Portlandtsementni mustaxkamligini ortishiga va qotishga olib keladigan jarayonlar bo'limda qisqacha ko'rib chiqilgan. Qattiq zarralar to'ldirgich ro'lini bajaradi, chunki juda arzon bo'lib materialni umumiy narhini pasaytiradi, tsement esa nisbatan qimmatdir. Beton aralashmasini optimal mustaxkamligi va ishlov berishga qulayligini mujassamlash uchun tashkil etuvchilarni (ingradientlar) nisbatini juda qat'yyan bajarish zarur. Qattiq zarralarni zich joylashtirish va yaxshi fazalararo kontakt aralashmada ikki hil o'lchamli qattiq zarralarni qo'llanilishi ta'minlaydi; shu bilan birga qumning mayda dispers zarralari yirik shag'al orasidagi bo'shliqni to'ldirishi kerak. Odatda to'ldirgichlar miqdori hajmning 60-80% ni tashkil etadi.

Suv-tsement pastasining miqdori barcha qum va shag'alning qattiq zarralarini qoplash uchun yetarli bo'lishi zarur. Aks holda tsement xosil qiladigan bog'lanishlar yetarli bo'lmaydi. Beton aralashmasini tayyorlashda barcha tashkil etuvchi komponentlar sinchiklab aralashtirilishi zarur. Tsement va agregatlarni qattiq zarralarini to'liq bog'lanishi suv miqdorini to'g'ri qo'shilishida. Agar suv kam bo'lsa bog'lanish to'liq bo'lmaydi. Agar suv ortiqcha bo'lsa g'ovaklar xosil bo'ladi. Bu xollarda maxsulot mustaxkamligi optimal qiymatdandan past bo'ladi.

Agregatlanuvchi zarralarni xarakteri muhim mohiyatga ega. Zarralarni o'lchami bo'yicha taqsimlani ayniqsa muhimdir, chunki tsement pastani tayyorlashda zarur bo'lgan suv miqdoriga ta'sir etadi. Mustaxkam bog'lanishni xosil bo'lishiga to'siq bo'ladigan zarralar yuzasida loy va ifloslar bo'lishi kerak emas, ular toza bo'lishi kerak.

Portlandtsement – bu qurilishda qo'llaniladigan asosiy material, chunki uni joylarda qoliplarga quyish va keyin xona haroratida qotirish mumkin, agar to'liq suv ostida bo'lsa ham. Lekin konstruktsion material sifatida qo'llanilishda ma'lum cheklash va kamchiliklarga ega. Ko'pchilik keramikadan tayyorlangan materiallar kabi portlandtsementdan tayyorlangan beton, nisbatan mustaxkam emas va mo'rt. Uning cho'zilishdagi mustaxkamlik chegarasi siqilishdagiga nisbatan 10-15 barobar kam. Undan tashqari betondan shakllantirilgan yirik strukturalar harorat o'zgarishiga juda sezgir. Va nihoyat suv, g'ovaklarga kirib past haroratlarda darzlar xosil qiladi va ayniqsa yaxlash-erish tsikllarida. Aytib o'tilgan kamchiliklarni ko'pini bartaraf etish yoki deyarli ahamiyatsiz qilish mumkin betonga mustaxkamlashda turli qo'shimchalarni ishlatib.

16.3. DISPERSION PUXTALANGAN KOMPOZITLAR

Metall va metall qotishmalarni mustaxkamligi oshirilishi mumkin, agar ular ichida bir necha foiz juda qattiq inert moddani mayda zarrachalarini bir tekis taqsimlasa. Bu disper faza metall yoki nometall bo'lishi mumkin. Ko'pincha shu maqsadda oksidlar qo'llaniladi. Avvalgi hollarda puxtalash dispersion qotishda erishilganidek bunda ham puxtalash dispersion zarralarni matritsada dislokatsiyalar bilan o'zaro ta'siri natijasida erishiladi. Bu holda puxtalash effekti dispersion qotishdagidek emas. Ammo, ko'rilayotgan usulda puxtalanish harorat organida uzoq vaqt ichida saqlanadi, chunki dispers zarralarni tanlashda ularni matritsa materialli bilan o'zaro ta'siri yo'qligi xisobga olinadi. Dispersion-puxtalanadigan qotishmalar uchun puxtalikni ortish effekti yuqori haroratli ishlov berishda invelirovat'sya qilishi mumkin tushirilgan zarralar yoki ajralib chiqqan fazaning erishi xisobiga.

Yuqori haroratlarda nikelli qotishmalarni mustaxkamligi deyarli ortishi mumkin, agar 0,3% haj. toriy oksidi (ThO_2) mayda dispers zarralar sifatida qo'shilsa. Bu material disperslangan – toriy nomlanishi bilan ia'lum (abbreviatura TD). O'xshash effekt alyuminiy-alyuminiy oksidi sistemasida kuzatiladi. Juda yupqa maydalangan alyuminiy oksidi yuzasida o'ta mayda (qalinligi 0,1-0,2mkm)

alyuminiy pag'alari (хлопыа) xosil bo'ladi va alyuminiy matritsaga dispergiya qiladi. Bu materialni nomi shlaklangan alyuminiy kukuni (abbreviatura SAP – sintered aluminum powder).

Zamonaviy texnologiya nuqtai nazaridan dispers fazasi tolalardan tashkil topgan kompozitsion materiallar eng muhim ahamiyatga ega. Tolalarni armaturalash uchun qo'llashning mazmuni mustaxkamlik yoki bikirlikni oshirib og'irlikni kamaytiradi. Bu effektini miqdoriy o'lchami solishtirma mustaxkamlik va solishtirma elastiklik modulining miqdori, ular mustaxkamlik chegarasini va elastiklik modulni material solishtirma og'irligiga nisbatini xisoblab aniqlanadi. Agar matritsa va tolalarni kichik zichligini olinsa tolalar bilan armaturalangan kompozitsion materiallar o'ta yuqori solishtirma mustaxkamlik va solishtirma modul qiymatiga ega bo'ladi. 16.2 rasmda ko'rsatilgandek tolalar bilan puxtalangan kompozitsion materiallar tolalar uzunligiga qarab ajratiladi. Kalta tolalar mustaxkamlikni deyarli oshirishga qodir emas.

Nazorat savol 17.1 Matritsaga yirik va mayda zarrachalarni kiritib puxtalash mexanizmini farqini tushuntiring.

16.4. TOLALAR UZUNLIGINING TA'SIRI

Tolalar bilan armaturalangan kompozitsion materiallarning mexanik xossalari na faqat tolarning xossalari, balki matritsaga ta'sir etuvchi yuklamani qay darajada tolaga uzatilishiga ham bog'liq. Bu holda matritsa va tolalar orasidagi fazalar aro bog'lanish muhim ro'l o'ynaydi. 16.6. rasmda ko'rsatilgandek tashqi yuklama (kuch) tolalar uchi oldida uzatilmaydi va matritsa rasmda ko'rsatilganidek deformatsiyalanadi, boshqa so'z bilan aytganda tolalar uchining atrofida yuklama uzatilmaydi.

Kompozitsion materialni mustaxkamligi va bikirligining ortish effekti yetarli bo'lishi uchun qo'llaniladigan tolaning uzunligi qandaydir kritik qiymatdan ortiq bo'lishi kerak. Tolaning bu kritik uzunligi l_c diametri- d , cho'zilishdagi mustaxkamlik chegarasi - σ_j va matritsa bilan tolalar orasidagi bog'lanish mustaxkamligiga (yoki matritsa materialining oquvchanlik chegarasiga, agar uning qiymati bog'lanish mustaxkamligidan kichik bo'lsa) - τ_c bog'liq. Keltirilgan ko'rsatgichlar orasidagi nisbat quyidagi formula bilan ifodalanadi:

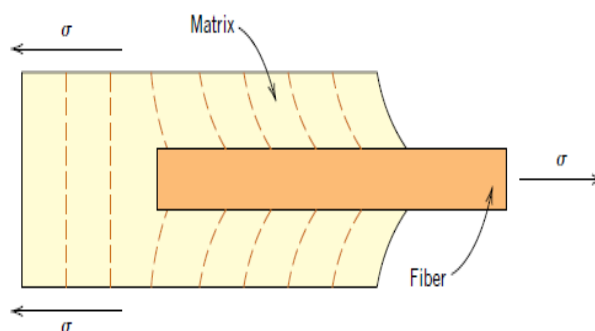
$$l_c = \frac{\sigma_j d}{2\tau} \quad (17.3)$$

Turli matritsalarni shisha va uglerodli tolalar bilan bir qator kombinatsiyasi uchun uzunlikning kritik qiymati 1mm tolaning diametri 20dan 150martagacha o'zgarganda.

Agar matritsada xosil bo'lgan kuchlanish σ_j ga va tola uzunligi kritik qiymatga teng bo'lsa, u holda kuchlanishlar profili 16.7,a rasmdagidek bo'ladi. SHunday qilib maksimal kuchlanish tolaning markazida ta'sir etadi. Tolaning kritik uzunligi qiymatidan ortishi bilan armaturalash effekti ahamiyatliroq bo'ladi. Bu kuchlanishlar profili $l > l_c$ tola uchun ta'sir etuvchi kuchlanish tolaning mustaxkamlik chegarasiga teng sharti bilan ko'rsatilgan. 16.7,s rasmda $l < l_c$ vaziyatda bo'ladigan hol ko'rsatilgan.

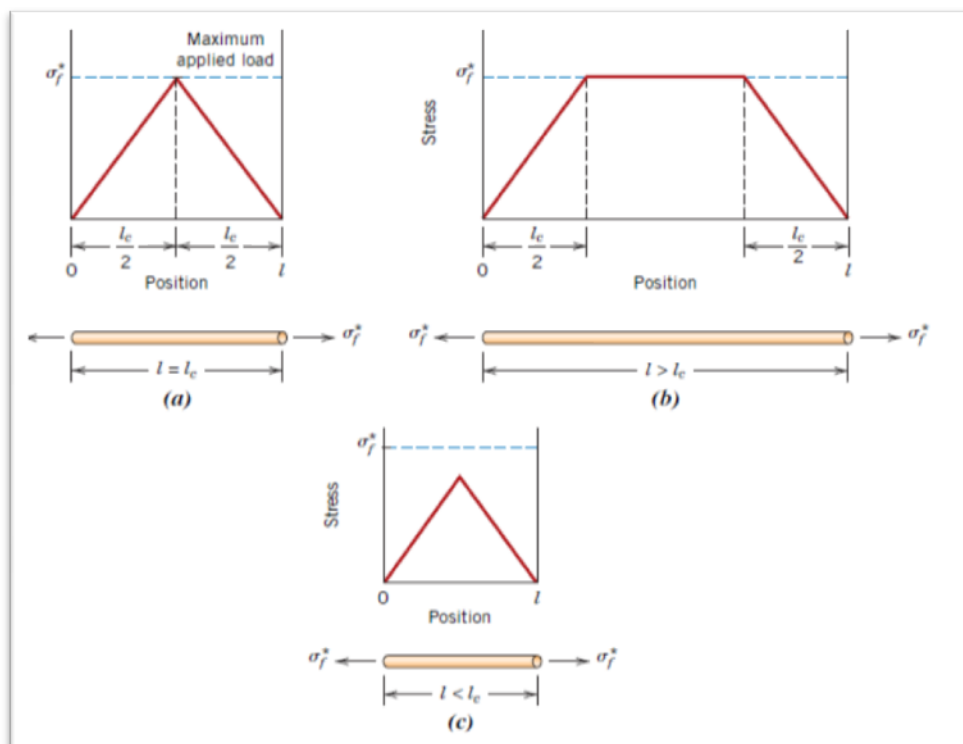
$l \gg l_c$ (odatda $l > 15l_c$) shartga javob beradigan tolalar uzliksiz deb nomlanadi. Uzunligi undan kam bo'lgan tolalar kalta deb nomlanadi. Uzunligi l dan kichik tolalarni qo'llaganda, matritsa tolalar atrofida shunday deformatsiyalanadi-ki, tolalarga kuchlanish

Rasm 17.6. Cho'zuvchi yuklama berilgan tolani o'rab turgan matritsada deformatsiya taqsimlanish surati.



Rasm 17.7.

Tolaning uzunligi bo'ylab turli uzunligi uchun kuchlanish profili: a – tola uzunligi kritik qiymatiga l_c teng; b – tola uzunligi l_c dan katta va s – tola uzunligi l_c dan kichik. Barcha hollarda cho'zuvchi kuchlanish tolaning mustaxkamlik chegarasiga σ_j teng



deyarli ta'sir qilmaydi, demak armaturalash effekti sezilmaydi. Bu hol yuqorida yoritilgan diskret zarralar bilan to'ldirishga to'g'ri keladi. Kompozitni mustaxkamligini sezilarli oshirish uchun uzlicsiz tolalarni qo'llash zarur.

1. Materials science and engineering (An Introduction) William D, Callister, Jr David G, Rethwisch

16. BOB, 16.4 bo'lim, 643 bet

Muhim iboralar (terminlar) va kontseptsiyalar

Armaturalangan beton
Tolalar
Gibrid kompozitlar
Disperslangan faza
Tolalar bilan
armaturalangan
kompozitlar
Keramik matrissali
kompozitlar
Yirik disperslangan
zarrachali kompozitlar

Polimer matrissali
kompozitlar
Qatlamli kompozitlar
(laminatlar)
Matritsa
Metallokeramika
Kuchlanishli beton
Ko'ndalang yo'nalish
Siljish qoidasi
Prepreg
Bo'ylama yo'nalish

Strukturali kompozitlar
Sendvich panellar
Uglerod-uglerodli
kompozitlar
Solishtirma og'irlik
Solishtirma modul
Usi
TSement

Adabiyotlar

Agarwal, B. D., L. J. Broutman, and R. Chandrashekhara, *Analysis and Performance of Fiber Composites*, 3rd edition, Wiley, Hoboken, NJ, 2006.

Ashbee, K. H., *Fundamental Principles of Fiber Reinforced Composites*, 2nd edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 1993.

ASM Handbook, Vol. 21, *Composites*, ASM International, Materials Park, OH, 2001.

Barbero, E. J., *Introduction to Composite Materials Design*, 2nd edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.

Chawla, K. K., *Composite Materials Science and Engineering*, 3rd edition, Springer, New York, 2012.

Gerdeen, J. C., H. W. Lord, and R. A. L. Rorrer, *Engineering Design with Polymers and Composites*, 2nd edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.

Hull, D., and T. W. Clyne, *An Introduction to Composite Materials*, 2nd edition, Cambridge University Press, New York, 1996.

Mallick, P. K. (editor), *Composites Engineering Handbook*, Marcel Dekker, New York, 1997.

Mallick, P. K., *Fiber-Reinforced Composites: Materials, Manufacturing, and Design*, 3rd edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 2008.

Strong, A. B., *Fundamentals of Composites: Materials, Methods, and Applications*, 2nd edition, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, MI, 2008.

SAVOLLAR VA MASALALAR

+ Masalalar yechimi (tavsiyalar) WileyPLUSdan

Katta zarrachali Kompozitlar

17.1. Kobaltning mexanik xossalari  volfram karbidining (WC) mayda zarrachalarini qo'shish bilan yaxshilanishi mumkin. Bu materiallarning elastik modulini qiymati tegishli ravishda , 200 GPa va 700 GPa e'tiborga olgan holda Co 0 dan 100% ga bo'lgan hajmi uchun mexanik xossalarni quyi va yuqori ko'rsatkichlarini aniqlang.

17.2. Nikel matritsada 90% titan karbidi (TiC) zarrachalari bo'lgan metallokerami-kaning maksimal va minimal termik o'tqazuvchanligini aniqlang. Tahmin qilamiz, TiC va Ni uchun mos ravishda issiq o'tqazuvchanlik 27 va 67 Vt / m·K teng.

17.3. Mis matritsaga yirik volfram zarraach-lari qo'shilgan. Agar volfram va misning hajmiy qismlari mos ravishda 0,70 va 0,30 teng bo'lsa quyidagi ma'lumotlarn e'tibor-ga olgan holda ushbu kompozitning solish-tirma bikirligining yuqori chegarasini aniqlang. Solishtirma og'irlik: mis-8,9 g/sm³, volfram -19, 3407 g/sm³.

Material	Solishtirma og'irlik	Elastiklik moduli, GPa
Mis	8,9	110
Volfram	19,3	407

17.4 (a) beton va tsementni farqi nimada?

(b) betonni konstruksion material sifatida qo'llanilishini chegaralovchi uchta muhim qo'rsatkichni aniqlang.

(s) betonni armaturalab puxtalashni uchta usulini qisqacha tushuntiring,dispers puxtangan kompozit.

17.5. Dispersion qotish va dispersion puxtalashning o'xshashlik va farqini keltiring. Tola uzunligini ta'siri.

17.6. 17.4 jadvaldagi ko'rsatkichlarni qo'llagan holda tola-matritsa birikmaning mustaxkamligini aniqlang, agar tola diametrining uning uzunligiga nisbati 40 bo'lsa.

QUYOSH ENERGETIKASI



Ma'lumki, XX asrning so'nggi yillarida yarimo'tkazgichli asboblarning va axborot texnologiyalari butun jahonda sarmoya kiritish uchun eng istiqbolli sohalar hisoblanardi. Ayni paytda esa quyosh energiyasidan elektr energiyasi olish qurilmalari ishlab chiqarish bu borada birinchi bo'lib turibdi.

Quyosh nurlaridan elektr energiyasi olish va uni xalq xo'jaligining barcha sohalarida keng qo'llash uchun uning tannarxi an'anaviy usullarda olingan energiya tannarxiga nisbatan raqobatbardosh bo'lishi zarur. Yangi turdagi energiyaning tannarxi esa asosan yarimo'tkazgichli kremniy bahosi bilan aniqlanuvchi quyosh panellarining tannarxiga asoslanadi.

Quyosh elementlari tannarxi bilan farq qiluvchi elektr energiya monokristall, polikristall yoki yupqa qatlamli kremniy asosida ishlab chiqarilishi mumkin. Ular negizida qurilgan quyosh panellari yordamida olingan elektr energiyasining bir birligi (vatt) polikristall kremniy qo'llanilganda 4,28, monokristall kremniy ishlatilganda 4,35, yupqa qatlamli kremniydan foydalanganda esa 3,66 AQSH dollarni tashkil etadi.

SOHADAGI TARAQQIYOT

So'nggi yillarda quyosh elementlari ishlab chiqarishga va elektr energiyasi olishga sarmoya kirituvchi kompaniyalar soni ortib bormoqda. Ma'lumotlarga ko'ra, bir necha yil muqaddam jahon bo'yicha quyosh panellari yordamida olinayotgan umumiy energiya miqdori 4 GVt deb baholangan bo'lsa, hozirda uning miqdori 15 GVt ni tashkil etmoqda. Mutaxassislarning ta'kidlashicha, serquyosh o'lkalarda 2030 yilgacha muqobil energiya manbalari sifatida quyosh fotoenergetikasidan keng foydalanish imkoniyati yaratiladi.

SHunisi diqqatga sazovorki, o'tgan yili Birlashgan Arab Amirliklari hukumati tomonidan noan'anaviy energetika uchun 15 milliard AQSH dollari miqdorida sarmoya ajratilgan. Ayni paytda ushbu davlat bu sohadagi eng yaxshi innovatsiya ishlanmalari uchun har yili 2,2 million AQSH dollari qiymatidagi grantlar ajratishga qaror qilgan. AQSH va Yevropaning 40 dan ziyod yetakchi kompaniyalaridan iborat ittifoq yaqin ikki yil ichida 10 milliard AQSH dollari miqdoridagi mablag'ni ekologik toza texnologiyalar sohasiga sarmoya tarzida kiritishini ma'lum qildi.

Jahonda quyosh fotoelementlari ishlab chiqarish miqdori ortib bormoqda. Xususan, Xitoyning «Nantong Qiangsheng Photovoltaic Technology» kompaniyasi yupqa qatlamli kremniy negizida fotoelementlar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan yirik korxonalarni ishga tushirdiki, uning mahsulotlarini bugun ko'plab davlatlarda, shu jumladan, mamlakatimizda ham uchratish mumkin.

JAHON BOZORIDA QUYOSH ENERGETIKASI

Dunyo miqyosida quyosh energetikasi sohasi rivojiga sarmoya kiritayotgan yirik sarmoyador davlatlar qatorida Janubiy Koreyaning ham munosib o'ri bor. Jumladan, mazkur davlatning «KCC Corporation» kompaniyasi 339 million AQSH dollari miqdoridagi mablag'ni quyosh fotoelementlari uchun xomashyo material bo'lgan polikristall kremniy olishga mo'ljallangan zavod qurishga yo'naltirishni rejalashtirmoqda. O'zbekistonda yaratilgan polikristall kremniy olishning yangi texnologiyasini rivojlantirishda ham Janubiy Koreya kompaniyalari hissadorlik asosida sarmoyadorlar qatoridan o'rin olgan.

Hozirda fotoelektrik panellar bozorida Yaponiya, Germaniya va AQSH kompaniyalari yetakchilik qilmoqda. Masalan, Yaponiyaning «SHarp» kompaniyasi ayni paytda dunyodagi eng yirik quyosh panellarini ishlab chiqarmoqda.

Yaqinda AQSHning Kaliforniya shtatidagi «Nanosolar» kompaniyasi 150 million AQSH dollarlik sarmoya asosida dunyodagi eng arzon fotobatareyalar ishlab chiqarishga muvaffaq bo'ldi. Bunday natijaga alyuminiy sirtini kremniy qatlamlari bilan qoplash asosida fotoelementlar ishlab chiqarish hisobiga uning tannarxini 80 foizga tushirish orqali erishildi. Aytish joiz, ayni paytda bunday zavodlarni Germaniyada ham ishga tushirish rejalashtirilmogda.

«QUYOSHILI UYLAR» ISTIQBOLI

Bugungi kunda quyosh nurlarining issiqlik ta'siridan foydalanish sohasi ham tobora ommalashib bormoqda. Xususan, «quyoshli uy»lar qurish loyihalariga katta miqdorda sarmoya kiritilmoqda. Quyoshdan issiqlik va yorug'lik olish hisobiga bunday uylarda boshqa turdagi energiya manbalarining 50-90 foiz tejallishiga erishilmoqda. Bunday uylarni qurish nafaqat Misr, Isroil, Turkiya, Yaponiya, Hindiston, AQSH kabi iqlimi nisbatan issiq o'lkalarda, balki Fransiya, Angliya, Germaniya kabi o'rta iqlimli davlatlarda va hattoki, SHvetsiya, Finlyandiya, Kanada, AQSHning Alyaska shtati kabi shimoliy hududlarda ham rasm bo'lmoqda. Umuman olganda, dunyoda har yili yuzlab kvadrat metr maydonli «quyoshli uy»lar qurilib, bu uylar uchun maxsus materiallar va jihozlar ishlab chiqaruvchi ko'plab ixtisoslashgan korxonalar faoliyat ko'rsatmoqda.

Aytish joizki, serquyosh o'lkamizda ham «quyoshli uy»lar qurish, ularni quyosh nuri bilan isitish, issiq suv va fotoelektrik energiya bilan ta'minlash imkoniyati yuqori. Yurtimizda ekologik toza energiya manbalaridan foydalanishga qaratilgan innovatsiya loyi-halarining ishlab chiqilishi, bu boradagi loyihalarga mahalliy va xorijiy sarmoyaviy manbalarning keng jalb etilishi mazkur soha istiqbolini ta'minlashga munosib xizmat qiladi



Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha passiv tizimlar

Ilm-fan taraqqiyoti quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ilg'or usullarni taqdim etmoqda. Bu borada ishlab chiqilgan qurilish texnologiyalari binolarni loyihalashtirishda bino barpo etilayotgan joyning iqlim sharoiti, foydalanilayotgan qurilish materiallari hisobga olinishini nazarda tutadi. Bu qurilish nihoyasiga yetgach, binoni yoritish, isitish yoki sovutish uchun quyosh energiyasidan imkon qadar ko'proq foydalanishda zarur. Qurilishni loyihalashtirishda bino tuzilishi o'zida quyosh energiyasini to'playdigan kollektor vazifasini o'taydi. Xususan, Yer sharining shimoliy mintaqalarida uy-joylarni loyihalashtirish va qurishda janub tomonga qaragan derazalar ko'p bo'lishi ko'zda tutiladi. SHundagina qishda deraza orqali quyosh nuri ko'proq tushib, uyga iliqlik kiradi. Yozda esa quyosh nuri tushishini kamaytirish maqsadida binoning sharqiy va g'arbiy tomonlarida derazalar kam bo'lishi kerak. Mana shunday uylar qishda yorug' va issiq, yozda salqin bo'ladi.

Bunday binolarni loyihalashtirishda derazalarning joylashuvi, kirayotgan issiqlik va issiqlik izolyatsiyasi yagona konstruktorlik tizimini tashkil qiladi. Ekologik toza, o'zini o'zi energiya bilan ta'minlaydigan shinam binolarda tabiiy yorug'lik ko'p bo'ladi va natijada issiqlik energiyasi ancha tejaladi. Devorlar, shift va polning issiqlik izolyatsiyasi materiallari bilan qoplanishi bunday binolarda issiqlikning ko'proq vaqt saqlanib turishini ta'minlaydi. So'nggi vaqtlarda jahonda ekologik musaffolikka intilish kuchayib borayotgani bois qayta tiklanadigan energetika tizimlariga ega bu kabi "yashil" loyihalar soni ortmoqda.

Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha aktiv tizimlar

Olimlarning ta'kidlashicha, quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha aktiv tizimlar asosini quyosh batareyalari – quyosh energiyasini qabul qilib, o'zgartiradigan modullar to'plami tashkil qiladi. Aksariyat hollarda quyosh batareyalari haqida so'z borganda, quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan moslama nazarda tutiladi. Quyosh batareyalari elektr energiyasini muntazam ishlab chiqarish yoki keyinchalik foydalanish uchun uni to'plash imkoniyatiga ega. Bunday batareyalar ilk bor fazo yo'ldoshlarida foydalanilgan.

Quyosh batareyalari tuzilishining oddiyligi, o'rnatishning osonligi, ko'p xizmat talab etmasligi va uzoq muddat foydalanish mumkinligi bilan ajralib turadi. O'rnatish

uchun qo'shimcha joy talab qilmaydi. Soyada uzoq vaqt qoldirmaslik va yuzasidagi changni o'z vaqtida artib turish undan foydalanishning yagona shartidir. Bunday batareyalar nafaqat quyoshli kun, hatto bulutli kunlarda ham energiya ishlab chiqara oladi. Zamonaviy quyosh batareyalari o'n yillar davomida ishlash qobiliyatini saqlab qoladi. Xavfsizligi, samaradorligi va uzoq muddat ishlashi bilan ajralib turadigan bunday tizim kamdan-kam uchraydi. Bugungi kunda quyosh energiyasini o'zida to'playdigan akkumulyator manbalari o'rnatilgan uylar ko'plab qurilmoqda. Quyosh batareyalari binolar tomi yoki maxsus tayanchlarga o'rnatiladi.

Quyosh energiyasidan binolarni yoritish, isitish, havoni sovutish, shamollatish, elektr energiyasi ishlab chiqarish maqsadida foydalanilayotir. Dunyoda gelioelektr stantsiyalar – quyosh energiyasini katta miqdordagi elektr energiyasiga aylantiradigan zamonaviy stantsiyalar soni ko'payib bormoqda. Ularning ishlash printsipti oddiy. Bir necha ming kvadrat metr maydonga o'rnatilgan geliostat oynalar quyosh bilan barobar aylanib, quyosh nurlarini suyuqlik, ko'pincha suv bilan to'ldirilgan sig'imga yo'naltiradi. Keyingi jarayonlar esa odatdagi issiqlik elektr stantsiyalaridagi kabi davom etadi. Ya'ni, suv isib qaynaydi va bug'ga aylanadi. Bug' turbinani, turbina esa generator rotorini aylantiradi va shu tariqa elektr energiyasi ishlab chiqariladi.

Quyosh energiyasi, shubhasiz, kelajak energiyasidir. Bugun dunyo gaz va neft narxining oshishi sababli an'anaviy yoqilg'i turlaridan voz kechmoqda. Aksariyat mamlakatlarda quyosh energiyasidan foydalanishni rivojlantirish bo'yicha davlat dasturlari ishlab chiqilgan.

O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanishni rivojlantirish

O'zbekistonda noana'anaviy energiya manbalari, birinchi navbatda, quyosh energiyasidan foydalanishni kengaytirishga katta e'tibor berilmoqda. Prezidentimiz Islom Karimovning 2013 yil 1 martda qabul qilingan "Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi farmonida 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 imtiyozlari 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 ko'tarilgan mamlakatdir. Bu borada O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining "Fizika-Quyosh" ilmiy-ishlab chiqarish birlashmasi Fizika-texnika institutining xizmati katta. Institut olimlari mamlakatimizdagi ulkan gelioenergetika salohiyatidan oqilona foydalanish bo'yicha samarali tadqiqotlar olib bormoqda. Mana, o'n yildan ko'p vaqtdan buyon mamlakatimiz olimlarining ilmiy ishlanmalari asosida quyosh energiyasi bilan suv isitadigan qurilmalar negizida uy-joy va ijtimoiy ob'ektlarni issiq suv va issiqlik bilan ta'minlash tizimi ishlab chiqilmoqda va ulardan tajriba tariqasida foydalanilmoqda. Toshkent shahrida, Samarqand viloyati va boshqa hududlarda suvni isitib beradigan gelioqurilmalar o'rnatilgan.

O'zbekiston olimlarining eng yangi ishlanmalaridan qishloq xo'jaligida ham qo'llanilayotir. Ma'lumki, ayrim sabablarga ko'ra, elektr uzatish tarmoqlari va suv ta'minoti tizimi ishlaymaydigan 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 va doimiy tokni o'zgaruvchan tokka aylantiradigan moslamani o'z ichiga oladi. Fermer xo'jaliklari resurs tejaydigan texnologiyalar – tomchilatib sug'orishni yo'lga qo'yishi va ilgari sug'orilmagan yerlarni o'zlashtirishi mumkin. Fotoelektr qurilmasi uzoq muddat xizmat qiladi, maxsus texnik xizmatni talab etmaydi va bir necha yil davomida sarflangan xarajatni qoplaydi.

Institut olimlari tomonidan suvni quyosh yordamida chuchuklashtirish moslamasi, ko'chalarni yoritish uchun fotoelektr stantsiyasi va tizimlari, boshqa texnologik yangiliklar ishlab chiqilgan.

“O'zelektroappart-Elektroshchit” ochiq aktsiyadorlik jamiyati muqobil energiya manbalarini ishlab chiqarish va sotish bilan shug'ullanadi. Korxonada issiq suv va issiqlik ta'minotining gibriz tizimlarini ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan bo'lib, quyosh panellaridan tashqari dizel generator ham o'rnatilgan. Bu tizim to'liq avtomatlashtirilgan. Quyoshli kunlarda panellar binolarni elektr energiyasi bilan ta'minlaydi va keyinchalik mustaqil ishlash uchun o'zida energiya to'playdi. Qishda yoki bulutli kunlarda panellar energiya yetarli miqdorda yetkazib bera olmay qolganda, dizel generator avtomatik ravishda ishga tushadi va quyosh panellaridan keladigan energiya ta'minoti qayta tiklanmagunicha ishlaydi. Bunday tizimlar stantsionar tizimlar bilan muvaffaqiyatli birlashtirilib, har qanday bino shahar energiya ta'minoti hamda gibriz tizimlar yordamida elektr energiyasi bilan ta'minlanishi mumkin. Akkumulyatorlar esa bunday paytda keyinchalik mustaqil ravishda ishlash uchun tarmoqdan energiya to'playdi.

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

Gelioenergetika sohasida O'zbekistonning ilmiy salohiyatini yanada rivojlantirish maqsadida davlatimiz rahbarining shu yil 1 martdagi Xalqaro quyosh energiyasi institutini tashkil qilish to'g'risidagi qaroriga muvofiq 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.

2013 yilning 20-23 noyabr kunlari poytaxtimizda bo'lib o'tadigan Osiyo quyosh energiyasi forumining navbatdagi oltinchi majlisida quyosh energiyasidan yanada samarali foydalanish masalalari muhokama etiladi. Forumning o'tkazilishi quyosh energiyasidan foydalanishda boshqa mamlakatlar bilan tajriba almashish, O'zbekistonda gelioenergetika sohasida ilmiy-nazariy va amaliy ishlar ko'lamini kengaytirishga xizmat qiladi.

Ekologik muammolar yanada keskinlashgan, energetik zahiralari tobora kamayib borayotgan bir paytda O'zbekiston uchun bugungi kunda dunyoda ushbu sohada yetakchi bo'lgan Xitoy tajribasini o'rganish foydadan holi emas.

Bugungi kunda Xitoy Xalq Respublikasi hukumati qayta tiklanadigan quvvat manbalarini rivojlantirishga mamlakat ichki siyosatining ustivor yo'nalishlaridan biri sifatida qaramoqda. Yashil energetikaning mamlakatning umumiy energobalansida juda ham past bo'lsada, bu boradagi harakatlar o'zining samarasini bermoqda.

Xitoy qisqa muddatda muqobil quvvat manbalarini joriy etish orqali bugungi kunda issiqlik elektr stantsiyalari, gidroelektr stantsiyalarning tabiatga ko'rsatayotgan salbiy ta'sirini kamaytirish uchun harakat qilmoqda va 2020 yilga kelib suv, quyosh va shamol energetikasidan olinadigan quvvat miqdorini 20 mln. kVt ga yetkazish, 2030 yilga kelib mamlakatda barcha ishlab chiqariladigan energiya resurslarining 50 foizini aynan muqobil energiya manbalaridan olish niyatida.

Bugungi kunga kelib qayta tiklanadigan elektr manbalari ob'ektlarini qurish bo'yicha Xitoy ko'pgina rivojlanayotgan mamlakatlarni ortda qoldirdi. Muqobil elektr manbalari qurilishini rag'batlantirish hukumat tomonidan amalga oshiriladi.

Aynan muqobil energiya manbalari bo'yicha siyosatni olib borish va qaror qabul qilishda Milliy muqobil energetika tadqiqotlar markazi (China National Renewable Energy Center (CNREC)) muhim rol o'ynaydi. Markazning asosiy vazifasi mamlakatda muqobil energetikani rivojlantirish borasidagi yo'nalishlarni ishlab chiqishdir. Bundan tashqari XXR davlat kengashi va CNREC hamkorligida "Yangi energetikani rivojlantirish bo'yicha dastur" ishlab chiqildi. Unga ko'ra mamlakatda atom energiyasi bilan birgalikda shamol, quyosh, "toza ko'mir" texnologiyasi asosida ishlab chiqariladigan quvvatdan foydalanish ko'zda tutilgan. Dastur 2011-2020 yillarga mo'ljallangan bo'lib, iqtisodiy jihatdan toza energetikani rivojlantirishni o'z oldiga maqsad qilib qo'ygan. Dasturga ko'ra Xitoy muqobil quvvat manbalarining uchta turini rivojlantiradi. Ular shamol, quyosh va gidroenergetikadir.

SHamol energetikasi. Bugungi kunda Xitoy shamol yordamida ishlaydigan stantsiyalarning quvvati bo'yicha jahonda birinchi o'rinda turadi. 2015 yilda aynan shamol yordamida 100 GVt elektr energiyasi ishlab chiqarilgan bo'lsa, 2030 yilga kelib uning hajmi 400 GVt ga yetadi. Aynan shu davrda yerda, qirg'oq bo'yida, suvda faoliyat yuritayotgan shamol elektr stantsiyalarining soni ko'paytiriladi. Mamlakatda eng "shamolli" hududlar bu Ichki Mo'g'iliston, Xebey, SHan'dun, Lyaonin provintsiyalari bo'lib, shamol elektr stantsiyalarining aksariyati ichki Mo'g'iliston va Sin'etszyan provintsiyalarida joylashgan.

Quyosh energetikasi. Muqobil quvvat manbainig yana bir istiqbolli turi bu quyosh energetikasi. Hozirgi zamonda Xitoy quyosh batareyalari yordamida quvvat olish bo'yicha jahonda Germaniyadan so'ng bu borada ikkinchi o'rinni egallab kelmoqda. Reja bo'yicha 2020 yilga kelib quyosh quvvatining umumiy quvvat ishlab chiqarish ichidagi qismi 50 GVt yetkazish mo'ljallangan. Quyosh batareyalarini yetkazib beruvchi eng yirik kompaniyalar bu - SunPower (SPWR), Suntech Power (STP) LDK Solar (LDK), Yingli Green Energy (YGE), Trina Solar (TSL) i JA Solar Holdings (JASO) dir. SHuningdek, TSinxay, Sin'etszyan, Gan'su va Ichki Mo'g'ilistondagi katta cho'l hududlardagi quyosh quvvatini aynan shu maqsadlarda foydalanish, u yerda

fotoelektrik va geliotermal stantsiyalarni qurish borasida ish olib borilmoqda. Hozirgi kunda Sinʼtszyan provintsiyasida quyosh quvvatidan foydalanish ustida harakat qilinmoqda, zero mazkur hududda tabiiy sharoit ushbu maqsad uchun qulaydir.

Gidroenergetika. Gidroenergiya zahirolari mamlakatda 542 GVtga teng va jahonda birinchi oʻrinda turadi. SHuning uchun ham mazkur soha “muqobil energiya manbalarini rivojlantirish dasturi” da ustivor yoʻnalishlardan biridir. Xitoy kompaniyalarning bashoratlariga koʻra 2020, 2030 va 2050 yillarga kelib Xitoyda gidroenergetik agregatlarning quvvati muvofiq ravishda 300, 400 va 450-500 GVtga yetadi. Bugungi kunda Xitoyda 20 dan ortiq gidroelektrostantsiyalar va 45 mingta kichik GES lar mavjud. Umumiy hajmda Xitoydagi barcha GES larning quvvati 200 GVtdan ortadi. Birgina dunyodagi eng yirik “Uch dara” deb ataladigan GES 20 GVt elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Aynan bu yoʻnalishda ham Xitoy dunyoda birinchi oʻrindadir. 2020 yilgacha mamlakatda 10 GVt ga teng boʻlgan yana sakkizta gidroelektrostantsiyalarni ishga tushirish moʻljallangan. Amalga oshirilayotgan tadbirlar natijasi oʻlaroq Xitoy 2050 yilga kelib yashil energetikaning mamlakatning umumiy elektr quvvatidagi foizini 50 foizga koʻtarish niyatida. Yuqoridan koʻrinib turibdiki XXR hukumati dunyodagi eng yirik “ Muqobil energiya manbalarini rivojlantirish strategiyasi”ni amalga oshirmoqda.

Oʻzbekiston Respublikasi mazkur sohada Xitoy Xalq Respublikasi bilan samarali hamkorlikni olib bormoqda. 2014 yilda “Jizzax” maxsus industrial zonasida yiliga 50 ming dona quyosh kollektori (suv qizdirgich) ishlab chiqarish quvvatiga ega “Quyosh issiqlik energiyasi” Oʻzbekiston-Xitoy qoʻshma korxonasi ishga tushirilishi bilan muqobil energiyadan foydanish imkoniyati yanada ortdi. Bu yerda ishlab chiqarilgan aktiv va passiv kollektor jamlanmalari tiklanmaydigan energiya resurslarini tejaydi. SHuningdek, ikki mamlakat oʻrtasida hamkorlikning samarali davomini 2015 yil oktyabr oyida Toshkentda boʻlib oʻtgan Oʻzbekiston va Xitoyning SHanʼsi provintsiyasi ishbilarmon doiralari vakillari ishtirokida biznes-forum va kooperatsiya birjasi misolida ham koʻrish mumkin. Unda mashinasozlik, farmatsevtika, toʻqimachilik, qurilish, oziq- ovqat, kimyo sanoati, elektrotexnika bilan birgalikda muqobil energiya manbalari sohasida faoliyat yuritayotgan kontsern va kompaniyalarining vakillari ishtirok etdi. Tadbir yakunida turli sohalar qator muqobil elektr manbalarini hamkorlikda rivojlantirish borasida hm oʻzaro manfaatli hamkorlikni yanada kengaytirish boʻyicha qator investitsiyaviy shartnomalar imzolandi.

2023 YIL: HAMMA QUYOSH BATAREYALARIGA O'TADI



Muallif Klifford Krauss 2023 yilga borib dunyo bo'yicha energetika sohasida yuzaga kelishi mumkin o'zgarishlar haqida fikr yuritgan. Xususan, uning fikricha, elektromobillar ancha ommalashib ketadi. Quyosh energisi shunchalik arzon bo'lib ketadiki, millionlab oilalar va korxonalar quyosh batareyalarini o'rnatishga imkon topa olishadi. Yoqilg'ining qazib olinadigan turi o'sha paytda ham

ustunlikka ega bo'ladi, biroq ko'pgina yuk mashinalari va poezdlar atrof muhitni ifloslantiradigan dizel yoqilg'isini emas, tabiiy gazni ishlatadi. AQSH yirik gaz eksportchisiga aylanishi kutilmoqda.

Maqolada uqtirilishicha, bularning hech birini xom xayol deb hisoblashga o'rin yo'q. Oxirgi o'n yil ichida yuz bergan o'zgarishlar kelajakka ana shunday umid bilan qarashga asos bo'lmoqda. 2003 yilda Amerikadagi tabiiy gaz zaxiralarining tagi ko'rinib qolgani haqida gapirilayotgan edi, o'shanda tadbirkorlar gaz importi bo'yicha qimmatbaho terminallarga sarmoya kiritishni boshlab yuborishdi. AQSH neft sanoatida susayish kuzatildi.

«Rip hozir uyg'onganida keskin o'zgarishlarga guvoh bo'lgan bo'lardi: mamlakat energetika mustaqilligi yo'lidan ketmoqda, buni hatto o'n yil ilgari ham tasavvur qilolmasdik. SHimoliy Dakota va Texasda neft qazib olish ortmoqda. Qo'shma SHtatlar benzin va dizel yoqilg'isining sof eksportchisiga aylandi. Bundan tashqari, tabiiy gazni sotish uchun yangi bozorlar qidirilmoqda: yangicha burg'ulash texnologiyalari sharofati bilan so'nggi besh yil ichida gaz qazib olish ko'paydi va bu narxning tushishiga olib keldi», – deya yozadi Klifford Krauss.

«Gap energiya haqida ketar ekan, o'yin qoidasi shunday: kutilmaganni kut, – deydi energetika bo'yicha tahlilchi Deniel Yergin. – Energetika sohasida tadqiqotlar, ishlanmalar va innovatsiyalarga juda katta e'tibor qaratilmoqda va o'n yildan keyin biz umuman boshqacha manzaraga guvoh bo'lamiz».

Maqola muallifining ta'kidlashicha, chuqur o'zgarishlar hozirdanoq kuzatilmoqda. Yoqilg'ini iqtisod qilishning yangi standartlari tufayli 2025 yilga borib avtomobillar bir gallon (4,54 litr) yoqilg'i ishlatgan holda ikki hissa ko'proq masofani bosib o'ta oladi. Olimlar shamol esmagan va quyosh porlamagan mahallarda shamol trubinalari va quyosh energetikasi qurilmalari ishchanligini oshirish uchun elektr energiyasini saqlash usullarini takomillashtirish ustida bosh qotirishmoqda. Boy energiya manbalaridan mahrum Yaponiya yaqinda dengiz tubidagi metan gidratidan tabiiy gaz olish usulini o'ylab topdi. Bu kashfiyot yangi yirik gaz manbalari eshigini butun dunyo uchun ochishi mumkin.

Quyosh batareyalari

Bizning KondisionerInfo kompaniyamiz quyosh batareyalarini o'rnatish bilan shug'ullanadi. Ustalarimiz uyingizdagi uskuna uchun zarur hisob-kitoblarni amalga oshiradi va fotoelektrik tizimni sifatli o'rnatadi. Xizmatlarimizning past narhlari esa sizni hayron qoldiradi.

Fotoelektrik tizim. "Ha" yoki "Yo'q"?

Kommunal xizmatlarga bog'liq bo'lish sizni bezor qildimi? O'z xonadoningizda isitish tizimini o'zingiz nazorat qilishni istaysizmi? Agar javobingiz ijobiy bo'lsa, quyosh batareyalarini sotib olish haqida o'ylab ko'rishingizni tafsifiya qilamiz. Zamonaviy hayot insonni energiyaning yangi manbaalarini izlashga majbur qiladi. Quyosh bitmas-tuganmas energiya berar ekan, u energiya olishning muqobil yo'li sanaladi. Quyosh batareyalaridan uzoq vaqtdan beri foydalaniladi, 90-yillar boshida kalkulyatorlar, soatlar va boshqa shu kabi vositalarda ularga bir necha marta ko'zingiz tushgan. Biroq quyosh batareyalari ancha katta energiya berishi mumkin.

Xo'sh, agar siz quyosh batareyalarini o'rnatishga qaror qilgan bo'lsangiz, u holda, avvalo, ayrim nuyanslarni hisobga olmoq kerak:

- Agar siz quyosh nuri kam tushadigan joyda yashasangiz, quyosh batareyalaridan foydalana olasiz deb o'ylamaymiz.
- Taxminan, 15-20 m² maydonga ega bo'lgan quyosh batareyalari uch kishidan iborat bo'lgan oilani to'la energiya bilan ta'minlashi mumkin.
- Zarur energiya olish uchun uy tomida kamida 40 m² maydon bo'lishi kerak.
- 500 kVt energiya olish uchun oyiga 20 kundan ortiq quyoshli kun bo'lishi lozim.

Quyosh batareyalari turlari

Fotoelektrik tizim ikki turli bo'ladi: katta va kichik. Agar bosim 12 dan 14 voltgacha bo'lsa, demak, u kichik turga kiradi. Bunday energiya yoritish va televizor ishlashi uchun yetadi. Katta tizim o'rtacha xonadonni elektr energiyasi va isitish tizimi bilan ta'minlashi mumkin. Batareyalarning standart majmui quyidagicha: vakuumli quyosh kollektori, kontroller (nazoratchi), nasos, issiq suv uchun idish, issiqlik nasosi (yoki elektr TEN).

KondisionerInfo'dan quyosh batareyalarini o'rnatish

Quyosh batareyalarini sotib olishdan avval barcha hisob-kitoblarni diqqat bilan amalga oshirish lozim. Xonadonda yashovchi odamlar soni, uy maydoni va iste'mol qilinadigan energiyaning hisoblash talab etiladi. Eng yaxshisi professional xizmatidan foydalanish, chunki sotib olinayotgan uskuna narxi qimmat va ko'p yillar (25 yildan ortiq) xizmat qilishi mo'ljallanadi. Siz harajatlaringizni kelgusi 2-3 yil ichida qoplab olasiz. Shuning uchun barcha hisoblash, shuningdek, o'rnatish ishlarini professional ustalar amalga oshirsa sizga foyda bo'ladi. **KondisionerInfo** kompaniyasi jamoasi siz o'zingiz uchun qulay vaqtda issiq suv va isitish tizimidan rohatlanishingiz uchun barcha zarur hisob-kitoblarni amalga oshiradi. Siz, shunchaki, bizga qo'ng'iroq qilsangiz bas, ustalarimiz siz tomon yordamga shoshiladi.



4.4. Testlar

1. SHamol elektr qurilmalar quvvati bo'yicha qanday guruhlarga bo'linadi?

- a) SHEQ kichik quvvatli – 1 kVt gacha.
SHEQ yuqori quvvatli – 100 kVt gacha.
- b) SHEQ kichik quvvatli – 100 kVt gacha.
SHEQ o'rta quvvatli – 100 – 500 kVt gacha.
SHEQ yuqori quvvatli – 0.5 – 4 MVt va undan yuqori.
- v) SHEQ kichik quvvatli – 500 Vt gacha.
SHEQ o'rta quvvatli – 10 kVt gacha.
SHEQ yuqori quvvatli – 500 kVt gacha.
- g) SHEQ kichik quvvatli – 1 MVt gacha.
SHEQ yuqori quvvatli – 100 MVt gacha.

2. Fotoelektrik effekt hodisasi kim tomonidan va qachon kashf etilgan?

- a) A.G.Stoletov tomonidan 1808 y.
- b) A.Gerts tomonidan 1887 y.
- v) F.Bofort tomonidan 1806 y.
- g) I.Faradey tomonidan 1800 y.

3. Qaysi mamlakatlarda geotermal energiyadan ko'p foydalaniladi?

- a) O'zbekiston;
- b) Rossiya;
- v) SHveysariya;
- g) AQSH.

4. Biogaz qurilmalari qanday printsiptda ishlaydi?

- a) Kimiyaviy.
- b) Issiqlik.
- v) Anaerobli.
- g) Biologik.

5. Kuyosh nurini o'simliklarda o'zgarish jarayoni qanday nomlanadi?

- a) Fotoeffekt.
- b) Fotosintez.
- v) Biologik.
- g) Termoelektrik.

6. SHamol nima hisobiga paydo bo'ladi?

- a) Yerning aylanish hisobiga.
- b) Yer yuzasida balandliklarning mavjud bo'lishi hisobiga.
- v) Bosimlar farqini hisobiga.
- g) Yer yuzida temperaturaning o'zgarishiga hisobiga.

7. Noan'anaviy va qayta tiklanuvchan energiya manbalarining istiqbol ekanligi qanday ko'rsatishga qarab aniqlanadi?

- a) Quvvatga qarab.
- b) Uzoq muddatligiga ko'ra.
- v) Ishlab chiqiladigan elektroenergiya narxiga ko'ra.
- g) Foydali ish koeffitsientiga ko'ra.

8. Iqtisodiy jihatdan qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan foydalanish qaysi hududlarda foydalanish istiqbolli.

- a) Ekologik jihatdan tahjil hududlarda.
- b) Qishloq ho'jalik ishlab chiqarishida.
- v) Dam olish ormgox hududlarida.
- g) SHahar sharoitlarida.

9. Quyosh suv qizdirish qurilmasining asosiy elementi nima?

- a) reaktor;
- b) adsorber;
- v) kollektor;
- g) invertor.

10. Qanday qayta tiklanuvchan energiya manbalari ekologik jihatdan toza hisoblanadi.

- a) SHamol.
- b) Quyosh.
- v) Kichik GES.
- g) Biogaz.

11. Quyosh nurlaridan foydalanish qaysi mamlakatda samarali hisoblanadi?

- a) Avstraliya.
- b) Izroil.
- v) Rossiya.
- g) O'zbekiston.

12. Fotoelektrik elementlarini hosil qilishda qanday kremniy ishlatilmaydi?

- a) Kristalli.
- b) Amorfli.
- v) Yarim kristalli.
- g) Suyuq kristalli.

13. Qaysi faktlarga asosan gelioqurilma o'zini qoplaydi?

- a) yoqilg'i tejash;
- b) kam muddatda o'zini qoplashi;
- v) foydalanishning yuqori koeffitsienti;
- g) past tannarxi.

14. O'zbekistonda 1m^2 yuzada gelioqurilma o'rtacha issiqlik ishlab chiqarishi qancha?

- a) 400 kVt.soat/yil gacha;
- b) 100 kVt.soat/yil gacha;
- v) 4000 kVt.soat/yil gacha;
- g) 10 kVt.soat/yil gacha.

15. Qish oylarida yer yuzasini qaytarish koeffitsient nimaga teng?

- a) 0,0;
- b) 0,2;
- v) 0,7;
- g) 1,0.

16. Yoz davrida yer yuzasini qaytarish koeffitsienti nimaga teng?

- a) 0,0
- b) 0,2;
- v) 0,5;
- g) 1,0.

17. Quyoshli kunda ekvatorga yaqin kengliklarda quyosh nurini tarqalishining maksimal qiymati qancha bo'ladi?

- a) $1,0 \text{ Vt/m}^2$;
- b) $10,0 \text{ Vt/m}^2$;
- v) $100,0 \text{ Vt/m}^2$;
- g) $1000,0 \text{ Vt/m}^2$;

18. Konvektiv quyosh quritgichlari radiatsion quyosh quritgichlaridan nimasi bilan farq qiladi?

- a) ishlash mashtabi;
- b) quritiluvchi material turi;
- v) qo'shimcha energiya narxi;
- g) materialga issiqlik keltirishi bo'yicha.

19. Quyosh havzalarida quyosh energiyasini yutish jarayoni tuz aralashma joylashgan suv havzada sodir bo'ladi, bu holatda kontsentratsiya qanday oshadi?

- a) pastdan yuqoriga;
 - b) yuqoridan pastga;
 - v) markazdan pastga;
 - g) markazdan yuqoriga.
-

20. Quyosh havzalarida zonalar bo'yicha sho'rlikiga qarab qatlamlarga ajraladi, zonalar nechta bo'ladi?

- a) 1;
- b) 2;
- v) 3;
- g) 4.

21. O'zbekistonda keng tarqalgan geotermal suv qancha haroratgacha:

- a) 20° S;
- b) 40° S;
- v) 100° S;
- g) 150° S.

22. Qanday manba usulda elektr energiya ishlab chiqarish ekologik toza hisoblanadi?

- a) qayta tiklanuvchan energiya manbalari;
- b) yadero yoqilg'isi;
- v) neft yoqilg'isi;
- g) tabiiy gaz;

23. Quyosh fotoelektrik elementlari yasashda asosan qanday yarim o'tkazgich materialdan keng foydalaniladi?

- a) kremniy;
- b) arsenid galliy;
- v) sulfida kadmiya;
- g) selen.

24. Qanday sohada quyosh fotoelektrik stantsiya kamroq ishlatiladi?

- a) sovuq hosil qilishda;
- b) issiq hosil qilishda;
- v) akkumulyatorni zaryadka qilishda;
- g) elektroapparatlarni oziqlantirishda.

25. Fotoelektrik elementni ishlash muddati qancha?

- a) bir qancha oylar;
- b) bir qancha yil;
- v) amaliy jihatdan chegaralanmagan;
- g) 10 yilgacha.

26. Fotoelektrik elementni qaysi qismida zaryad olib yuruvchilar ajraladi?

- a) p . n . o'tishda;
- b) p -qatlamda;
- v) n -qatlamda;
- g) katotda.

27. Fotoelektrik elementlar qanaqa materialda foydali ish koeffitsienti katta bo'ladi?

- a) amorfli kremniy;
- b) yarim kristalli kremniy;
- v) kristalli kremniy;
- g) arsenid galliy.

28. Fotoelektrik elementlar qanday materialdan yasalganda ko'proq orzon hisoblanadi?

- a) amorfli kremniy;
- b) yarim kristalli kremniy;
- v) kristalli kremniy;
- g) arsenid galliy.

29. Yer usti sharoitlarida Kremniyli fotoelektrik elementini tipik F.I.K. nimaga teng?

- a) 3-5%;
- b) 5-10%;
- v) 12-15%;
- g) 15-20%.

30. Quyosh energiyasini nazariy maksimal konsentratsiyasi qanchagacha ko'tariladi?

- a) 1000 krat;

- b) 3000 krat;
- v) 5000 krat;
- g) 8000 krat.

31. Qanday haroratgacha energiya, past potentsialli issiqlik energiyasi hisoblanadi?

- a) 10^0S ;
- b) 20^0S ;
- v) 40^0S ;
- g) 70^0S .

32. Jahon bozorida fotoelektrik qurilma quvvatini solishtirma narhi qanchani tashkil etadi?

- a) 0,1-0,3 doll/Vt;
- b) 1-3 doll/Vt;
- v) 7-10 doll/Vt;
- g) 10-13 doll/Vt.

33. Biotexnologik qayta ishlashda jonivorlar boqiladigan fermada go'ng va go'ng chiqindilarini yo'qotishni samarador variantlaridan birini ko'rsating?

- a) anaerobli achitish;
- b) elektrodializ;
- v) qizdirib achitish;
- g) ximik neytrallashtirish.

34. Biogaz tarkibidagi gazni asosini qaysi gaz tashkil etadi?

- a) vodorod;
- b) metan;
- v) karbonat angidrid gazi;
- g) azot oksidi.

35. Tez yurar shamol g'ildiragiga (asosan 2-3 kurrakli) ega bo'lgan katta quvvatli shamol elektr agregatini ishlashi uchun qanday shamol potentsialiga ega bo'lishi kerak(tezlik)?

- a) 5 m/s;
- b) 10 m/s;
- v) 20 m/s;
- g) 25 m/s.

36. O'zbekiston xududining tekis qismlarida shamol tezliginng qiymati o'rtacha qanday qiymatda bo'ladi?

- a) 0,1-1,0 m/s;
- b) 2,0-5,0 m/s;
- v) 5,0-10 m/s;
- g) 10-15 m/s.

37. SHamol energiyasini betartib ravishda paydo bo'lishida avtonom shamol agregatlari qo'llanganda iqtisodiy jihatdan eng kam bo'ladi?

- a) sovuq hosil qilishda;
- b) elektr chiqarishda;
- v) sho'r suvni chuchuklashtirishda;
- g) suv ko'tarishda.

38. O'zbekiston sharoitida peshin vaqtida (yozning quyoshli kunida) quyosh nurlariga perpendikulyar tekislikning 1 m^2 iga 1 soatda ta'sir etuvchi quyosh radiatsiyasi qanchaga teng?

- a) 100 kkal/m^2 soat;
- b) 500 kkal/m^2 soat;
- v) 800 kkal/m^2 soat;
- g) 1000 kkal/m^2 soat.

39. Quyosh havzalarida quyosh energiyasini yutish uchun odatda qanday tuz aralashmasidan foydalaniladi?

- a) NaCl ;
- b) KCl ;
- v) Na_2SJ_4 ;
- g) KNO_3 .

40. Geotermal elektr energiya olishda 200°S gacha va undan yuqori xaroratli bug'-suv aralashma holatidagi qizdirilgan issiqlik tashuvchilar qanday xududlarda uchraydi?

- a) daryoli hududlarda;
- b) dengiz bo'yidagi hududlarda;
- v) baland tog'li hududlarda;
- g) xozirgi kunda vulqon otilib chiqishi mumkin bo'lgan xududlarda.

41. Past potentsialli (100°S gacha) geotermal suvlarni nima uchun ishlatish juda qiyin hisoblanadi?

- a) maishiy joylarni isitishda;
- b) issiq suv ta'minotida;
- v) issiqxonalarda xavoni qizdirishda;
- g) elektr energiya olishda.

42. SHamol energetik qurilma quvvati qanday aniqlanadi?

- a) $0,00049\rho\xi g^2 D^3\eta_P\eta_T$;
- b) $0,00049\rho\xi g^2 D^3\eta_P\eta_T$;
- v) $0,0049\rho\xi g^3 D^2\eta_P\eta_T$;
- g) $0,0049\rho\xi g^2 D^3\eta_P\eta_T$.

43. Erkin oqimchali mikro GESni bosimi qanday aniqlanadi?

- a) $H = Z + \frac{P}{\rho g}$;
- b) $H = \frac{\alpha g^2}{2g}$;
- v) $H = Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha g^2}{2g}$;
- g) $H = \nabla BB - \nabla HB$.

44. GES quvvati qanday aniqlanadi?

- a) $N = \frac{9,81QH}{\eta_T\eta_{TEH}}$;
- b) $N = 9,81QH\eta_{TEH}$;
- v) $N = 9,81QH\eta_T\eta_{TEH}$;
- g) $N = \frac{9,81QH}{\eta_{TEH}}$.

45. GES ishlab chiqargan elektroenergiya qanday aniqlanadi?

- a) $\mathcal{O} = 9,81 \cdot VH\eta_{TA}$;
- b) $\mathcal{O} = \frac{9,81 \cdot VH}{\eta_{TA}}$;
- v) $\mathcal{O} = 9,81 \cdot QH \cdot t$;
- g) $\mathcal{O} = 9,81 \cdot QH\eta_T \cdot t$.

46. Suv to'lqin elektrostantsiyaning o'rtacha sutkasi potentsiali qanday aniqlanadi?

- a) $N_{II} = 225A_{cp}^2 S$;
- b) $N_{II} = 225A_{cp} S^2$;
- v) $N_{II} = 225A_{cp}^2 S^3$;
- g) $N_{II} = 225A_{cp}^3 S^2$.

47. GAES Qanday ish rejimda elektrenergiya ishlab chiqaradi?

- a) nasos;
- b) laminar;
- v) akkumulyatsion;
- g) turbina;

48. Agar GAES turbina rejimida 2 soat ishlagan b'lsa, ishlatgan suv miQdorini yijish uchun nasos rejimida necha soat ishlashi kerak?

- a) 2 soat;
- b) 2,5 soat;
- v) 3 soat;
- g) 3,5 soat;

49. Qanday GAESlar past naporli xisoblanadi?

- a) $N \leq 100\text{ m}$;
- b) $N \leq 50\text{ m}$;
- v) $N \leq 30\text{ m}$;
- g) $N \leq 150\text{ m}$;

50. O'zbekiston EETda ishlovchi elektrostantsiyalarni ko'rsating.

- a) GES, IES, GAES;
- b) AES, IES, GES;
- v) GES, IES, STES;
- g) GES, IES;

4.5.Baholash me'zoni

Fan bo'yicha talabalar bilimini baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O'zbekiston Respublikasi OO'MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimini baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or pedagogik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalarining baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan V-semestrda 3 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 2 tasi uchun 4 ball, 1 tasi uchun 3 ball baholanadi. VI-semestrda 3 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 2 tasi uchun 4 ball, 1 tasi uchun 3 ball, bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratoriya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib , o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

V. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar

6. Ellabban Omar, Abu-Rub Haitham, Blaabjerg Frede. «Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology». [Renewable and Sustainable Energy Reviews](#), 2014.
7. Robert Ferry & Elizabeth Monoian. A field guide to renewable energy technologies. 2012. www.landartgenerator.org
8. Бахадирханов М.К., Илиев Х.М., Султонова М.Р., Курбанова У.Х. Современное проблемы энергетики экологии и фотоэнергетики. –Т.: ООО «Экстремум пресс», 2016.
9. Илиев Х.М., Ковечников С.В., Усенко Н.Ю. «Алтернативные источники энергии». – Т.: ТГТУ, 2012.
10. Po'latov A.A., So'pijanov Q.B., Ikromov A.A., Nazarov A.A. «Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish davr talabi» Namangan, 2013.

Qo'shimcha adabiyotlar:

5. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis Palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –Т.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
6. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini tahminlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi.
O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. – Т.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 48 b.
7. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - Т.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
8. O'zbekiston Res'ublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - Т.:2017 yil 7 fevralg', 'F- 4947-sonli Farmoni.

Internet saytlar:

19. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
20. www.lex.uz –O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari mahlumotlari milliy bazasi.
21. www.intecho'en.com
22. www.energystar.gov
23. www.offshorewindfarms.co.uk
24. www.britishwindenergy.co.uk
25. www.energy-efficiency.gov.uk
26. www.guardian.co.uk/renewables
27. www.renewable-energy-world.com

Axborot manbaalari:

1. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasining hukumat portali.
 2. www.catback.ru – xalqaro ilmiy maqola va materiallar sayti.
 3. www.google.ru – xalqaro o'quv materiallarini qidiruv sayti.
 4. www.ziyonet.uz – milliy o'quv materiallarini qidiruv sayti.
-

