

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

ABU RAYXON BERUNIY NOMLI TOSHKENT

DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“ELEKTRONIKA VA AVTOMATIKA” fakulteti

“ELEKTRONIKA va MIKROELEKTRONIKA” kafedrası

5310800 - “Elektronika va asbobsozlik” yo‘nalishi bo‘yicha

Bitiruv malakaviy ishi

**Mavzu: “Amorf kremniy asosida quyosh elementlarini tayyorlash bo‘yicha
amaliy ishlar to‘plamini yaratish”.**

Kafedra mudiri

- f.-m.f.d., prof.Iliev X.M.

Bitiruv ishi rahbari

- Qurbonova O’

Bitiruvchi

- Hayitov. N.

TOSHKENT - 2015

Mundarija

I. Kirish va adabiyotlar tahlili.....	3
II Asosiy qism.....	7
1.1 amaliy ish. Yarimo'tkazgichlarning xususiyatlari.....	7
1.2 amaliy ish. Fotovoltaika effekti nazariyasi asoslari	
 P-n o'tishda fotoelektrik hodisalar.....	17
1.3 amaliy ish. Amorf yarimo'tkazgichlar texnologiyasi	
 taraqqiyoti tarixi va ular asosida tayyorlanayotgan asboblari.....	23
1.4 amaliy ish. Fotoelektrik tizimlar.....	27
1.5 amaliy ish. FElar va quyosh batareyalari (QB)ni	
 tayyorlash texnologiyalari.....	30
1.6 amaliy ish. Amorf kremniy asosida	
 quyosh elementlarini tayyorlash.....	38
III. Iqtisodiy qism.....	53
IV. Hayot faoliyati xavsizligi.....	62
V.Xulosa.....	77
VI. Foydalanilgan adabiyotlar.....	78

KIRISH VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Insoniyat taraqqiyotining hozirgi davrida energiya ta'minotining tez suratlarda bilan o'sishi kuzatilmoqda. Elektr energiyasi energiya turlarining ichida eng mukammal, iste'molchiga etkazib berishning osonligi, energiya boshqa turlariga o'zgartirishning qulayligi bilan ajralib turadi. Elektr energiyasi olishning an'anaviy turlari – yoqilg'ilarni issiqlik va atom elektrostansiyalarida ishlab chiqarish atrof muhitning kimyoviy va radiatsion elementlar bilan zararlanishiga olib keladi. Boshqariladigan termoyadro sintezi masalalari hal qilingani taqdirida insoniyatga cheksiz energiya manbalariga ega bo'lishi mumkin, ammo yuqorida keltirilgan muammolar bu energiya turiga ham taalluqlidir. Bu muammolar hozirgi paytda elektr energiyasi olishning noan'anaviy turlaridan foydalanishni taqozo qilmoqda.

Bu nuqtai nazardan qayta tiklanuvchi energiya manbalarini, birinchi navbatda quyosh energiyasini o'zgartirish va qayta ishlash eng maqbul usullardan biri hisoblanadi. Quyosh energiyasining manbai bo'lib termoyadro reaksiyasi hisoblanadi. Har sekunda taxminan 6×10^{11} kg N_2 gazi Ne ga aylanadi. Bu vaqtda massa defekti 4×10^{20} J ni tashkil etadi. Bu energiya asosiy qismi ultrafioletdan to infraqizil diapazondagi elektromagnit nurlanishdan iborat. Quyosh nurlanishi bitmas-tuganmas energiya manbasi hisoblanadi. Quyosh energiyasini o'zgartirgichlar termodinamik FIKi nazariy chegarasi birga yaqin bo'ladi. Yana bir yaxshi tomoni bu energiya manbai nisbatan ekologik toza, energetik potentsiali yuqori hisoblanadi.

Hozirgi paytda quyosh batareyalari kosmik kemalarning eng muhim elementi hisoblanadi, ular erda ham muvaffaqiyatli ishlatilmoqda. Quyosh batareyalari quyosh energiyasining asosiy tashuvchisi bo'lib qoladi, chunki ular o'zgartirish koeffitsienti yuqori darajada bo'lgan, ishlatilishida kam harajatli va deyarli ekologik toza elektr energiyasi manbalaridir.

Oxirgi paytlarda yupqa panelli, hamda yupqa plyonkali quyosh batareyalari, konsentratorlar tizimlari va boshqa qiziqarli rejalarini tadqiq qilish amalga oshirilmoqda. Taxmin qilish mumkinki, yaqin paytlarda quyosh elementlari va ular asosida jamlangan katta quyosh batareyalari tannarxi shunchalik kamayadiki, ularni ken ko‘lamda ishlatish iqtisodiy tomondan foydali bo‘lib qoladi. Olimlarning hisoblariga ko‘ra quyosh energiyasi 10^{10} yilgacha etishi kerak.

Amorf moddalar (yunon tilida- “shaklsiz”) atom strukturasi yaqin tartibga ega (kristall moddalar uzoq tartibga ega) moddalardir. Ularni qotib qolgan suyuqlik desa ham bo‘ladi. Tartibsiz shaklga ega qattiq jismlar nazariyasi va tajribasida keyingi paytlarda sezilarli yutuqlarga erishildi. Bu yutuqlarga texnologiyalarda yuqori vakuum qurilmalari, EHM va o‘lchov qurilmalarini qo‘llash orqali erishildi. Buning samarasi o‘laroq, amorf metallar, magnit moddalar va yarim o‘tkazgichlar (YaO‘)lar hilma xil texnologik echimlarda o‘z o‘rinlarini topmoqda. Bu moddalarning ichida amorf YaO‘ moddalarning elektrik va optik xususiyatlari struktur sezgirligi bilan ajralib turadi. 1976 yilda amorf kremniy(a-Si)ni yog‘dusiz (nursiz) zaryadsizlanish (tleyushiy razryad) hodisasi yordamida legirlash imkoni paydo bo‘lgandan keyin uning ajoyib fotoo‘tkazuvchanlik xususiyati keng qo‘llanila boshladi.

Legirlangan amorf kremniy spektrning ko‘rish qismida yuqori yutuvchanlik xususiyatiga ega. O‘z navbatida bu xususiyat arzon foto elementlar(FE)lar texnologiyalarini ishlab chiqish imkonini berdi.

Qattiq jisimlar tuzilishi, tarkibi, ularni tashkil etgan zarralari orasidagi o‘zaro tasir kuchlari, mexanik, elektr, magnit, optik va boshqa xossalari jixatidan turli guruxlarga bo‘linadi.

Masalan, elektr xossalari bo‘yicha qattiq jisimlar yaxshi o‘tkazgichlar (metallar), yarimo‘tk azgichlar va dielektiriklar guruxlarini tashkil qiladi. Magnit xossalari jixatidan esa diamagnit, paramagnit, ferromagnit, antiferromagnit, antiferromagnit va ferritlar deb ataladigan qattiq jismlar turlari mavjud.

Qattiq jismlar ularni tashkil qilgan zarralarning joylashish tartibiga ko'ra kristall va amorf jismlar guruxlariga bo'linadi. Amorf jismlarni (masalan, shishani) tashkil qilgan atomlar (ionlar, molekulalar)ning joylashishida qat'iy bir tartib yo'q. Bundan ularning fazalarini o'zgartirishida (masalan suyuqlanishida) qat'iy o'tish nuqtalari (suyuqlanish xaroratlari) mavjud bo'lmasligiga kelib chiqadi: amorf jismlar bir xolatdan ikkinchi xolatga uzluksiz o'tib boradi. Ammo, Kristall jismlarni tashkil qilgan atom (ion, molekula)lar joylashishida muayyan tartib mavjud: malum yo'nalishlarda har qanday ikki qo'shni atom oralig'i bir xil. Shuning uchun ham kristall holatdagi qattiq jisimlarning fazalarini o'zgarishi (suyuqlanish, qotish va xakozo) qat'iy muayyan haroratda va bosimda sodir bo'ladi. Modda qattiq holatda-kristall yoki amorf shaklda bo'lishi mumkin.

Kristallar doimiy shaklga ega, amorf jismlar esa doimiy shaklga ega emas, bu ularning nomlanishidan xam kelib chiqadi, <<amorf>> yunoncha so'z bo'lib, <<shakilsiz>> degan manoni anglatadi. Kristall moddalar bitta yaxlit kristaldan (monokristall) va juda ko'p mayda kristalchalar (polokristall) va juda ko'p mayda kristalchalar (polikristallar)dan iborat bo'lishi mumkin.

Bir moddaning o'zi termodinamik sharoitga bog'liq ravishda kristall yoki amorf xolatida bo'lishi xam mumkin. Masalan: oltingugurt kristall shaklda (sariq rangda) va amorf shakilda (to'q qo'ng'ir rangda) bo'ladi.

Kvars – kristall, biroq kvars qumi eritilib, so'ngra eritma tez sovutilsa, amorf kvars shisha hosil bo'ladi.

Metallurgiyada olinadigan temir kristall tuzilishga ega. Biroq, eritmani tez sovutish usuli bilan amorf temir olinadi.

Moddaning kristall holatini amorf holatidan farqlovchi asosiy belgisi shundan iboratki, kristall moddalar erish holati deb ataluvchi muayyan haroratda suyuq holatga o'tadi (eriydi). Amorf holatdagi modda isitilganda sekin-asta yumshab borib, so'ngra suyuq holatga o'tadi.

Amorf jism ba'zi sharoitlarda o'z-o'zidan ham kristall holatga o'tishi mumkin. Bunga oltingugurtni misol sifatida keltirish mumkin. Juda qadimiy binolar oynasi va eskirib ketgan billur idishlar o'zining yaltiroqlik xususiyatini yo'qotadi.

Bunday shishalarni tekshirish natijasida ularda yaltiroqlikning yo'qolish sababi mayda kristallarchalarning hosil bo'lishidir.

Amorf jismlarda atomlarning eng yaqin qo'shnilari o'rtasida tartib va davriylik saqlanadi, uzoqlashgan sari tartib va davriyligi buzila boshlaydi. Qancha ko'p uzoqlashsa, buzilish shuncha kuchliroq bo'ladi. Shuning uchun amorf jismlarning yaqin tartibi saqlangan va uzoq tartib va davriyligi to'la saqlanmagan qattiq jismlar deb qabul qilingan.

Demak materiallar kristall va amorf jismlardan iborat bo'lib, bir-biridan farq qiladigan xossalarga egadir.

Ushbu bitiruv malakaviy ishida amorf yarim o'tkazgichlarga oid ma'lumotlar, ulardan yasalgan quyosh elementlarining xususiyatlari o'rganilgan.

ASOSIY QISM

Mavzu 1. YARIMO‘TKAZGICHLARNING XUSUSIYATLARI

Zamonaviy elektronika qurilmalari yarim o‘tkazgichli materiallardan tayyorlanadi. Yarim o‘tkazichlar kristall, amorf va suyuq bo‘ladi. Odatda yarim o‘tkazgichlarga solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi s metallar va dielektriklar oralig‘ida bo‘lgan yarim o‘tkazgichlar kiradi (ularning nomi ham shundan kelib chiqqan). Xona temperaturasida ularning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi 10^{-8} dan 10^5 gacha Sm/m (metrga Simens)ni tashkil etadi. Metallarda $\sigma=10^6$ - 10^8 Sm/m, dielektrlarda esa $\sigma=10^{-8}$ - 10^{-13} Sm/m. Yarim o‘tkazgichlarning asosiy xususiyati shundaki, temperatura ortgan sari ularning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi ham ortib boradi, metallarda esa kamayadi. Yarim o‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi yorug‘lik bilan nurlantirish va hatto juda kichik kiritma miqdoriga bog‘liq. Yarim o‘tkazgichlarning xossalari **qattiq jism zona nazariyasi** bilan tushuntiriladi.

1- rasmda dielektrik, yarim o‘tkazgich va metall o‘tkazgichlarning (0^0 K temperaturada) energetik diagrammalari farqi keltirilgan.



1- Rasm.

Taqiqlangan zona kengligi barcha dielektrlklarda turlicha bo‘lib, 8 eV gacha etishi mumkin.

Yarim o‘tkazgichlar - bu tashqi energetik ta’sirlar natijasida taqiqlangan zona kengligini engib o‘tish xususiyatiga ega bo‘lgan, nisbatan tor ta’qiqlangan zona kengligiga ega bo‘lgan moddalar.

Zona nazariyasi nuqtai nazaridan materiallarni dielektrik va yarim o‘tkazgichlarga ajratish faqat shartli ravishdadir. Chunki bu nazariya hech qanday fizik xususiyatlar bilan asoslanmaydi, ulardagi farq ta’qiqlangan zona kengligida bo‘lib, yarim o‘tkazgich deb hisoblanadigan qattiq jismlarda 3 eV dan oshmaydi.

O‘tkazgichlar(metallar) - bu elektronlar bilan to‘lgan zonasi erkin energetik sath zonasiga yopishgan yoki kirgan materiallardir. Buning natijasida ulardagi erkin bo‘lib o‘tkazgichga berilgan kuchsiz kuchlanish ta’sirida ham to‘lgan zona sathidan erkin zonaning to‘lmagan sathlariga o‘tish mumkin. Metall o‘tkazgichlarda o‘tkazish holati normal (energetik sathlar orasidagi masofa 10^{22} eV), elektr maydon kuchi ta’sirida erkin yugurish uzunligida elektr oladigan energiyasi 10^{-8} - 10^4 eV bo‘ladi. Yarim o‘tkazgich va dielektrlklarda energiya qo‘zg‘atilgan bo‘lib, ta’qiqlangan zonani engib o‘tish uchun tashqaridan energiya sarflash talab qilinadi.

Elektronikada keng qo‘llaniladigan yarim o‘tkazgichlarning ta’qiqlangan zona kengliklari ΔW_t (eV) quyidagiga teng: germaniy uchun -0,67, kremniy uchun - 1,12 va galliy arsenidi uchun -1,38.

Yuqoridagi ruxsat etilgan zona **o‘tkazuvchanlik zonasi** deb ataladi, ya’ni mos energiyaga ega bo‘lgan elektronlar, tashqi elektr maydoni ta’sirida yarim o‘tkazgich hajmida harakatlanishlari mumkin. Bunda ular elektr o‘tkazuvchanlik yuzaga keltiradilar. O‘tkazuvchanlik zonasidagi biror energiyaga mos keladigan elektronlar **o‘tkazuvchanlik elektronlari** yoki **erkin zaryad tashuvchilar** deb ataladilar. Quyidagi ruxsat etilgan zona **valent zona** deb ataladi.

Absolyut nol temperaturada (0 K) yarim o'tkazgichning valent zonasidagi barcha sathlar elektronlar bilan to'lgan, o'tkazuvchanlik zonasidagi sathlar esa elektronlardan xoli bo'ladi.

Yarim o'tkazgichli asboblarning ko'p qismi kiritmali yarim o'tkazichlar asosida yaratiladi. Elektr o'tkazuvchanligi kiritma atomlari ionizatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan zaryad tashuvchilar bilan asoslangan yarim o'tkazgichlar - ***kiritmali yarim o'tkazgichlar*** deyiladi.

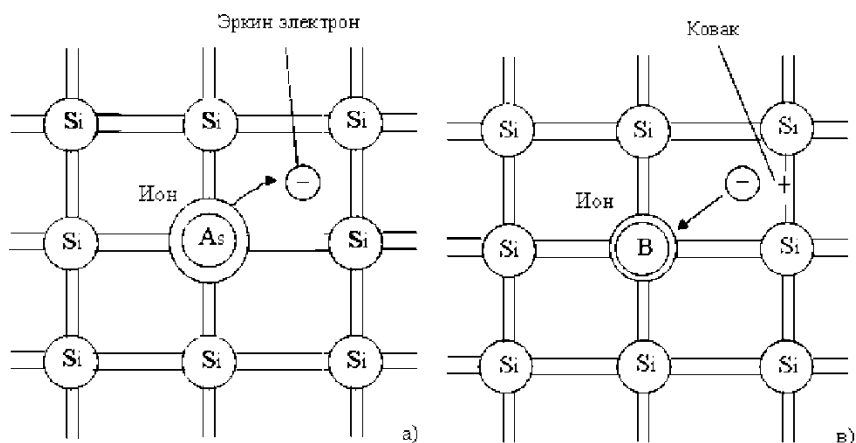
Kremniy atomiga D.I. Mendeleev davriy elementlar tizimidagi V guruh elementlari (masalan, margumush As) kiritilsa uning 5ta valent elektronidan to'rttasi qo'shni kremniy atomining to'rtta valent elektronlari bilan bog'lanib-sakkiz elektrondan tashkil topgan mustahkam qobiq hosil qiladilar. Beshinchi elektron ortiqcha bo'lib, o'zining atomi bilan kuchsiz bog'langan bo'ladi. Shuning uchun kichik issiqlik energiyasi ta'sirida u uziladi va erkin elektronga aylanadi (2.2, a - rasm), bu vaqtda kovak hosil bo'lmaydi. Energetik diagrammada bu jarayon elektronning donor sathi W_d dan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tishiga mos keladi (2.2, b -rasm). Kiritmali atom musbat zaryadlangan qo'zg'almas ionga aylanadi. Bunday kiritma ***donor*** deb ataladi.

Yarim o'tkazgichli asboblarda yasashda ko'p kiritma atomlari kiritiladi (1 sm^3 hajmga 10^{14} - 10^{18} darajadagi atomlar). Xona temperaturasida kiritmaning har bir atomi bittadan erkin elektron hosil qiladi.

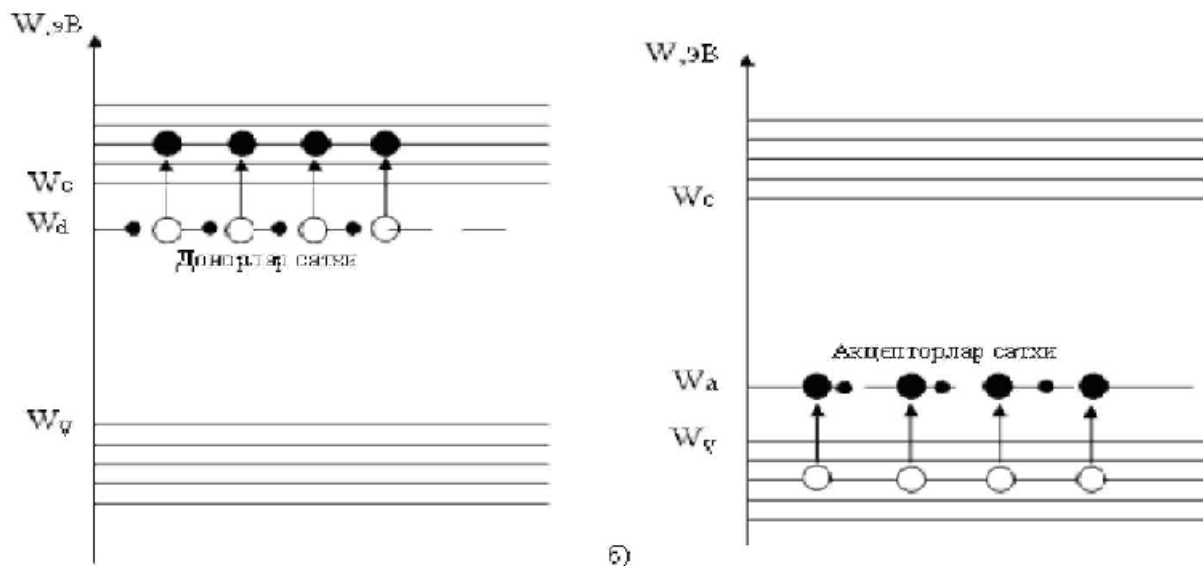
Kovaklar esa xususiy yarim o'tkazichlardagi kabi kremniy atomi elektronlarining o'tkazuvchanlik zonasiga o'tishidagi termogeneratsiya hisobiga hosil bo'ladi.

Yarim o'tkazgich tarkibiga katta darajadagi donor kiritmaning kiritilishi erkin elektronlar konsentratsiyasini oshiradi, kovaklar konsentratsiyasi esa xususiy yarim o'tkazgichdagiga nisbatan sezilarli kamayadi. Erkin zaryad tashuvchilar konsentratsiyasining ko'paytmasi n-p o'zgarmas temperaturada o'zgarmas qoladi va faqat yarim o'tkazgich ta'qiqlangan zona kengligi bilan aniqlanadi. SHuni yodda tutish kerakki, $T=300 \text{ K}$ (xona temperaturasida) kremniyda $n_p = 0,64 \cdot 10^{20}$

sm^{-3} , germaniyda esa $n_p = 4 \cdot 10^{26} \text{ sm}^{-3}$. SHunday qilib, agar kremniy kristalliga konsentratsiyasi 10^{16} sm^{-3} bo'lgan donor kiritma kiritilsa, $T=300 \text{ K}$ da elektronlar o'tkazuvchanligi $n=10^{16} \text{ sm}^{-3}$, kovaklarniki esa - atigi 10^4 sm^{-3} ga teng bo'ladi, demak bunday kiritmali yarim o'tkazgichda elektr o'tkazuvchanlik asosan elektronlar hisobiga amalga oshiriladi, yarim o'tkazgich esa p **-elektron** yoki **n-turdagi elektr o'tkazuvchanlik** deb ataladi. n -turdagi yarim o'tkazgichda elektronlar - asosiy zaryad tashuvchilar, kovaklar esa asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar deb ataladi.



2-Rasm.



3-Rasm.

Kremniy atomiga D.I. Mendelev davriy elementlar tizimidagi III guruh elementlari (masalan, bor V) kiritilsa uning valent elektronlari qo'shni kremniy

atomlari valent elektronlari bilan uchta to'liq bog'liqlik hosil qiladilar. To'rtinchi bog'lanish esa to'lmay qoladi. Uncha katta bo'lmagan issiqlik energiyasi ta'sirida ham qo'shni kremniy atomining valent elektronlari bu bog'lanishni to'ldiradi. Natijada borning tashqi qobig'ida ortiqcha elektron hosil bo'ladi, ya'ni u manfiy zaryadga ega bo'lgan qo'zg'almas ionga aylanadi. Kremniy atomining to'lmagan bog'lanishi - bu kovakdir (2, v - rasm). Energetik diagrammada bu jarayon elektronning valent zonadan akseptor sathi E_a ga o'tishiga va valent zonada kovak hosil bo'lishiga mos keladi (2, a - rasm). Bu vaqtda erkin elektron hosil bo'lmaydi. Bunday kiritma - akseptorli deb ataladi, akseptor atomlari kiritilgan yarim o'tkazgich esa - **kovak** yoki **p - turdagi elektr o'tkazuvchanlik** deb ataladi. P-turdagi yarim o'tkazgich uchun kovaklar - asosiy zaryad tashuvchilar, - elektronlar esa - asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar hisoblanadi.

NOMUVOZANAT P-N O'TISH

Yarim o'tkazgichli asboblarning ko'pchiligi bir jinsli bo'lmagan yarim o'tkazgichlardan tayyorlanadi. Xususiyl holatda bir jinsli bo'lmagan yarim o'tkazgich bir sohasi p-turdagi, ikkinchisi esa - n turdagi monokristaldan tashkil topadi.

Bunday bir jinsli bo'lmagan yarim o'tkazgichning p va n - sohalarining ajralish chegarasida hajmiy zaryad qatlami hosil bo'ladi va bu sohalar chegarasidagi ichki elektr maydoni yuzaga keladi va bu qatlam **elektron -kovak o'tish** yoki **p-n o'tish** deb ataladi. Ko'p sonli yarim o'tkazgichli asboblarda va integral mikrosxemalar ishlash prinsipining p-n o'tish xossalriga asoslangan.

P-n o'tish o'tish hosil bo'lish mexanizmini ko'rib chiqamiz. Soddalik uchun, n - sohadagi elektronlar va p - sohadagi kovaklar sonini teng olamiz. Bundan tashqari, har bir sohada uncha katta bo'lmagan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar miqdori mavjud. Xona temperaturasida p - turdagi yarim o'tkazgichda akseptor manfiy ionlarining konsentratsiyasi N_a kovaklar konsentratsiyasi n_p ga, n - turdagi yarim o'tkazgichda donor musbat ionlarining

konsentratsiyasi N_d elektronlar konsentratsiyasi n_n ga teng bo‘ladi. Demak, p va n - sohalar o‘rtasida elektronlar va kovaklar konsentratsiyasida sezilarli farq mavjudligi tufayli, bu sohalar birlashtirilganda elektronlarning p - sohaga, kovaklarning esa n - sohaga diffuziyasi boshlanadi.

Diffuziya natijasida n - soha chegarasida elektronlar konsentratsiyasi musbat donor ionlari konsentratsiyasidan kam bo‘ladi va bu soha musbat zaryadlana boshlaydi. Bir vaqtning o‘zida p - soha chegarasidagi kovaklar konsentratsiyasi kamayib boradi va u akseptor kiritmasi bilan kompensatsiyalangan ion zaryadlari hisobiga manfiy zaryadlana boshlaydilar. Plus va minusli aylanalar mos ravishda donor va akseptor ionlarini tasvirlaydi.

Hosil bo‘lgan ikki hajmiy zaryad qatlami p - n o‘tish deb ataladi. Bu qatlam harakatchan zaryad tashuvchilar bilan kambag‘allashtirilgan. SHuning uchun uning solishtirma qarshiligi p - va n - soha qarshiliklariga nisbatan juda katta. Ba’zi hollarda adabiyotlarda bu qatlam ***kambag‘allashgan*** yoki ***i -soha deb ataladi***.

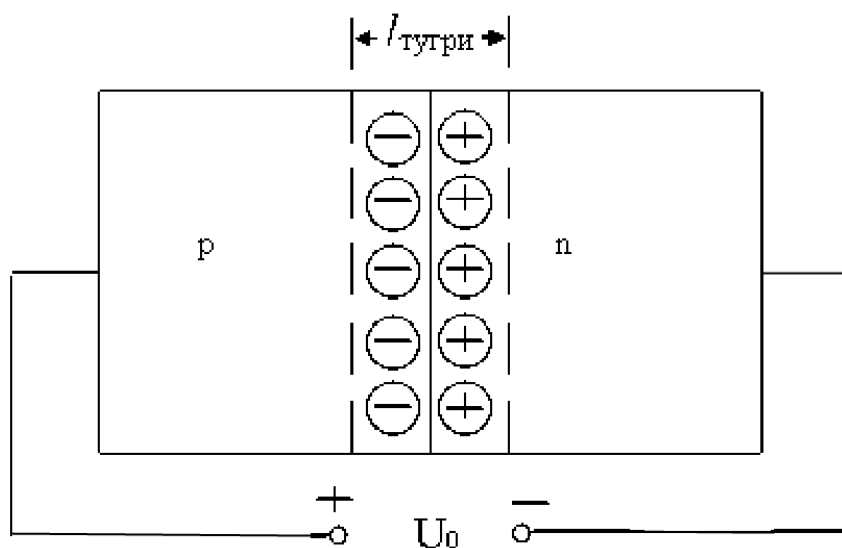
Yuqorida aytib o‘tilganidek, uncha katta bo‘lmagan teskari kuchlanishlarda I_0 qiymati katta emas. Teskari kuchlanish ma’lum chegaraviy qiymatga U_{cheg} etganda, teskari tok keskin ortib ketadi, o‘tishning elektr teshilishi yuz beradi.

Agar p - n o‘tishga tashqi kuchlanish manbai U ulansa, u holda muvozanat sharti buziladi va tok oqib o‘ta boshlaydi. Agar kuchlanish manbaining musbat qutbi p -turdagi sohaga, manfiy qutbi esa «-turdagi sohaga ulansa, bunday ulanish ***to‘g‘ri ulanish*** deb ataladi (4-rasm).

Kuchlanish manbaining elektr maydoni kontakt maydon tomonga yo‘nalgan bo‘ladi, shu sababli p - n o‘tishdagi natijaviy maydon kuchlanganligi kamayadi. Maydon kuchlanganligining kamayishi potensial to‘siq balandligini kuchlanish manbai qiymatiga kamayishiga olib keladi: $U_K = U_0$. Bu vaqtda p - n o‘tish kengligini ham kamayishini ko‘rish mushkul emas.

Potensial to‘siq balandligining kamayishi shunga olib keladiki, p - n o‘tish orqali harakatlanayotgan asosiy zaryad tashuvchilarni soni ham ortadi, ya’ni diffuziya toki ortadi. Har bir sohada ortiqcha asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilar

konsentratsiyasi yuzaga keladi - n-sohada kovaklar, p-sohada elektronlar. Biror yarim o'tkazgich sohasiga asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarni siqib kiritish jarayoni **injeksiya** deb ataladi.



4-Rasm.

Kuchlanish o'zgarishi bilan diffuziya tokining o'zgarishi eksponensial qonun asosida ro'y beradi:

$$I_{\text{диф}} = I_0 e^{qU_0/kT} \quad (1)$$

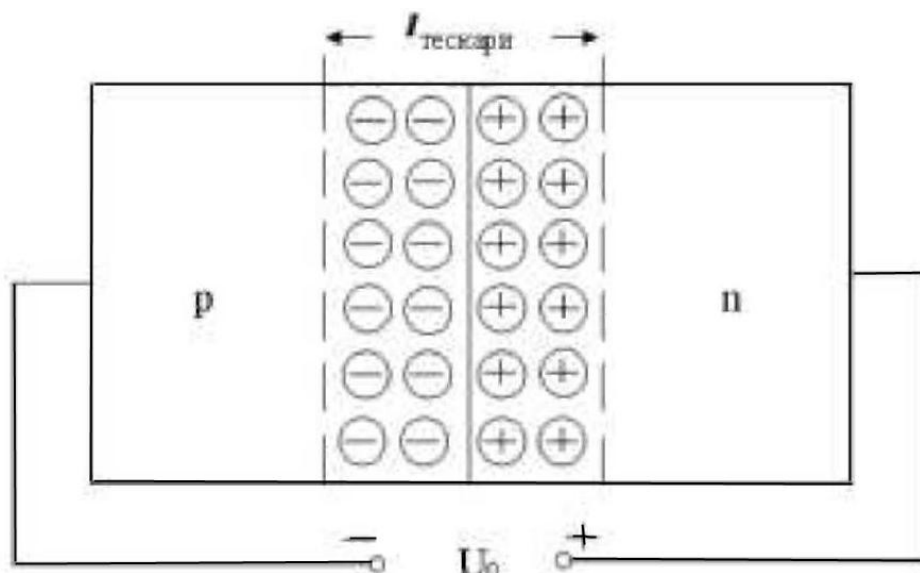
bu erda I_0 - dreyf toki bo'lib, uni **p-n o'tishning teskari toki** deb ham atashadi.

To'g'ri kuchlanish berilganda potensial to'siq balandligiga teskari tok ta'sir ko'rsatmaydi, chunki bu tok faqat p-n o'tish orqali birlik vaqt ichida tartibsiz issiqlik harakati tufayli olib o'tilayotgan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning soni bilan belgilanadi. Diffuziya va dreyf toklari bir-biriga nisbatan qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi, shu sababli p-n o'tish orqali oqib o'tayotgan natijaviy (to'g'ri) tok (1) dan kelib chiqqan holda

$$I_{\text{тўг}} = I_{\text{диф}} - I_0 = I_0 (I_0 e^{qU_0/kT} - 1) \quad (2)$$

I_0 toki germaniyli p-n o'tishlarda o'nlab mkA yoki kremniyli p-n o'tishlarda nanoamperlarni tashkil etadi va temperatura ortishi bilan kuchli ravishda tok ham ortadi. Lekin I_0 qiymatidagi katta farq ta'qiqlangan zona kengligi bilan aniqlanadi.

Agar kuchlanish manbaining musbat qutbi n -turdagi sohaga, manfiy qutbi esa p -turdagi sohaga ulansa, bunday ulanish **teskari ulanish** deb ataladi (4 - rasm).



5-Rasm.

Kuchlanish manbaining elektr maydoni o'tishning kontakt maydoni yo'nalgan tomonga yo'nalgan. Shu sababli potensial to'siq balandligi ortadi va $U_K = U_0$ ga teng bo'ladi. Teskari kuchlanish qiymatining ortishi p - n o'tish kengligining kengayishiga olib keladi ($1_{TO'G} < 1_{TESK}$). Amaliy hisoblarda quyidagi ifodadan foydalanish qulay:

$$I = I_0 \sqrt{\frac{U_0}{U_K}},$$

bu erda I_0 -tashqi maydon ta'sir etmagandagi p - n o'tish

kengligi, ε - yarim o'tkazgich nisbiy dielektrik doimiysi, ε_0 - elektr doimiy.

Potensial toʻsiqning ortishi diffuziya tokining kamayishiga olib keladi. Diffuziya tokining oʻzgarishi eksponensial qonun asosida roʻy beradi

$$I_{\text{diff}} = I_0 e^{-qU_0/kT}. \quad (4)$$

Dreyf toki potensial toʻsiq balandligiga bogʻliq emasligi va I_0 ga teng boʻlganligi sababli, p - n oʻtishdan oʻtayotgan natijaviy tok

$$I_{\text{tesk}} = I_0 e^{-qU_0/kT} - I_0 = I_0 (I_0 e^{-qU_0/kT} - 1) \quad (5)$$

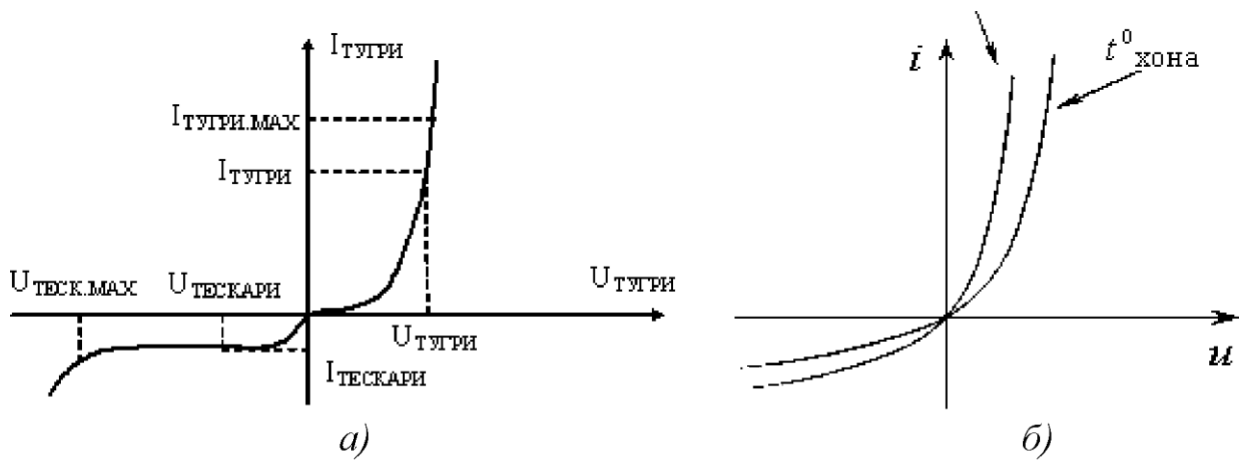
Teskari ulanishda kontaktlashuvchi yarim oʻtkazgichlardan asosiy boʻlmagan zaryad tashuvchilar chiqarib olinadi (ekstraksiya). Shu sababli teskari tok **ekstraksiya toki** deb ataladi.

p - n oʻtish tokining unga berilayotgan kuchlanishga bogʻliqligi $I=f(U)$ volt-ampere xarakteristika (VAX) deyiladi. (2) va (5) lar asosida umumiy holda eksponensial bogʻliqlik yordamida ifodalanadi (3, a - rasm).

$$I = I_0 (I_0 e^{\pm qU_0/kT} - 1). \quad (6)$$

Agar p - n oʻtishga toʻgʻri kuchlanish berilgan boʻlsa, U_0 kuchlanish ishorasi - musbat, teskari kuchlanish berilgan boʻlsa esa - manfiy boʻladi.

$U_{TUG} > 0,1$ V boʻlsa eksponensial songa nisbatan birni hisobga olmasa ham boʻladi va kuchlanish ortishi bilan tok ham eksponensial ortib boradi. Teskari kuchlanish berilganda esa $-0,2$ V kuchlanish qiymatida tok I_0 qiymatiga etib keladi va keyinchalik kuchlanish qiymati oʻzgarmaydi. I_0 kattaligi shu sababli teskari ulangan **p - n oʻtishning toʻyinish toki** deb ham ataladi.



6-Rasm.

Teskari tok to'g'ri tokka nisbatan bir necha darajaga kichik, ya'ni p - n o'tish to'g'ri yo'nalishda tokni yaxshi o'tkazadi, teskari yo'nalishda esa yomon. Demak, p - n o'tish to'g'rilovchi harakat bilan xarakterlanadi va uni o'zgaruvchi tokni to'g'rilashda qo'llashga imkon beradi.

Eksponensial tashkil etuvchi temperatura ortishi bilan kamayishiga qaramay VAX to'g'ri shaxobchasidagi qiyalik ortadi (6, b-rasm).

Bu hodisa I_0 ning temperaturaga kuchli to'g'ri bog'liqligi bilan tushuntiriladi. To'g'ri kuchlanish berilganda temperatura ortishi bilan tok ortishiga olib keladi. Amaliyotda p - n o'tish VAXga temperaturaning bog'liqligi **kuchlanishning temperatura koeffitsienti (KTK)** deb ataladigan kattalik bilan baholanadi. KTKni aniqlash uchun temperaturani o'zgartirib borib, o'zgarmas tokdagi p - n o'tish kuchlanishini o'zgarishi o'lchab boriladi.

$$I_0 = \sqrt{\frac{2\varepsilon\varepsilon_0}{q} U_K \left(\frac{1}{Na} + \frac{1}{Nd} \right)}$$

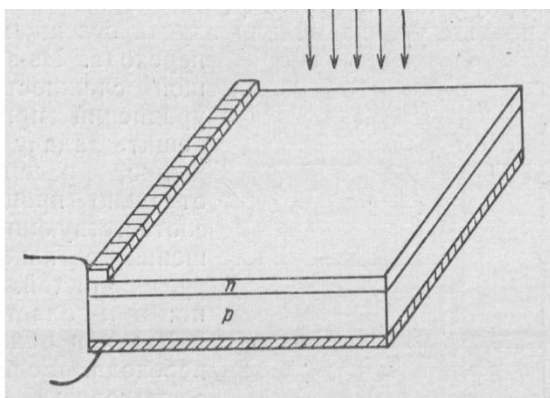
Odatda KTK manfiy ishoraga ega, ya'ni temperatura ortishi bilan o'tishdagi kuchlanish kamayadi. Kremniydan yasalgan p - n o'tish uchun KTK 3 mV/grad darajani tashkil etadi.

(6) ifoda ideallashtirilgan p - n o'tish VAX sini ifodalaydi. Bunday o'tishda p va n -sohalarning hajmiy qarshiligi nolga teng va tok o'tish vaqtida p - n o'tishda rekombinatsiya jarayoni sodir bo'lmaydi deb hisoblanadi. Real o'tishda esa baza qarshiligi o'nlab Ω ga teng bo'ladi. Shu sababli (6) ifodaga p - n o'tishdagi va tashqi kuchlanish U_0 orasidagi farqni hisobga oluvchi o'zgartirish kiritiladi

$$I = I_0 = (e^{q(U_0 - r\delta I / kT)})$$

Mavzu 2. Fotovoltaika effekti nazariyasi asoslari. P-n o'tishda fotoelektrik hodisalar.

Quyosh nurlanishini o'zgartgich konstruksiyasi quyidagi rasmda keltirilgan.

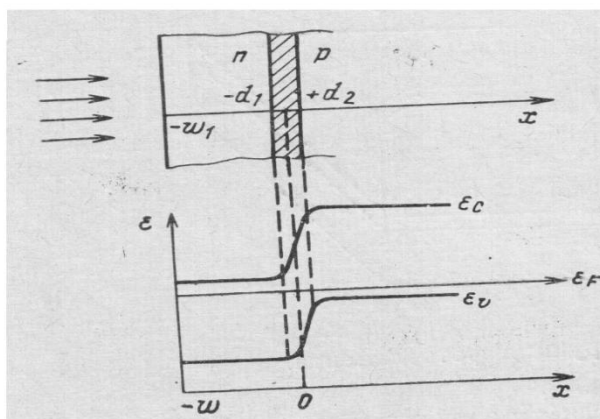


7-rasm.

p -o'tkazuvchanlikka ega kremniy plastinkasi ustida p - o'tkazuvchanlikka ega yupqa qatlam, ya'ni kichkina chuqurlikda joylashgan p - n o'tish hosil qilinadi.

Fotoelementning past tomoniga yaxlit metall kontakt qoplanadi, yoritiladigan p - tomoniga yupqa tasma shaklida kontakt qoplanadi, shu tarzda fotoelementning katta qismiga yorug'lik tushib turadi. FE quyosh nuri bilan yoritilganda yutilgan fotonlar nomuvozanat elektron-kovak juftliklarini hosil qiladi. P - n o'tishga yaqin p -qatlamda hosil bo'lgan elektronlar r - p o'tishga kelib, p - n o'tishning mavjud elektr maydoni ta'sirida p - tomonga o'tishlari mumkin.

Xuddi shu tarzda, p-qatlamda hosil bo'lgan qo'shimcha kovaklar qisman n-tomonga o'tishlari mumkin. Shunday qilib, p-qatlam qo'shimcha manfiy zaryad, p-qatlam qo'shimcha musbat zaryad oladi. Bu esa o'z navbatida boshlang'ich p- va n- qatlamlar kontakt potentsiallari farqining kamayishiga olib keladi, ya'ni tashqi zanjirda kuchlanish paydo bo'ladi. Yuqori p- qatlam tok manbaining manfiy, n-qatlam esa musbat qutbiga to'g'ri keladi.



7- rasm.

Ushbu rasmda FEning kesimi, koordinatlar tizimi va energetik diagrammalar keltirilgan. Ko'rib turganimizdek, volt-ampmer xarakteristikasini olish uchun yoritilayotgan p-n-o'tish uchun asosiy tenglamalar sistemasini echishimiz kerak.

Murakkab hisob-kitoblardan keyin quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$I = -I_s[\exp(qU/kT - 1)] + I_f \quad (8),$$

yoki kuchlanishga nisbatan echsak:

$$U = kT/q \ln(I_f - I / I_s + 1) \quad (9).$$

Yuklama ulanmaganda (xolostoy xod) :

$$U = kT/q \ln I_f / I_s \quad (10),$$

Bu erda: I – FEdan o'tuvchi tok;

I_F – fotogeneratsiya toki;

I_s – yorug‘lik tushmagan paytdagi tok (temnovoy tok).

Hisob-kitoblarda yuklama ulanmagandagi kuchlanish 540 mv ni tashkil qiladi, fotogeneratsiya toki yuklama ulanganda keskin kamayishini ko‘rsatadi. Yuklama toki 10% ga oshganda, generatsiya kuchlanishi 58 mv gacha kamayadi. Hisoblarimizni biz kremniy elementi bajarganmiz. Xuddi shu tariqa ta‘qiq zonalari turlicha moddalar uchun ham hisoblash mumkin.

Fotoelementning chegaraviy foydali ish ko‘effitsienti (FIK) Karno siklidagiga o‘xshash bo‘ladi. Lekin bu erda FIK ostida FE foydali elektr quvvatining FEga tushayotgan quyosh nurlanishining quvvatiga nisbati tushinilishi lozim.

FElar FIKlarini birjinsli bo‘lmagan (dreyfli FElar)legirlash asosida va ta‘qiq zonasi o‘zgaruvchan materiallarni ishlatish asosida ko‘paytirish mumkin.

2.1. Fotoelement (FE)lar va quyosh batareyalari xarakteristikalari.

FE turiga qarab FEning chiqish xarakteristikalari tahlili quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

1. FEning volt-amper xarakteristikalari standart sharoitlarda (elementlar temperaturasi 25^0 S, tushayotgan yorug‘lik oqimi zichligi birga teng, yorug‘likning spektral tarkibi AM1 yoki AM2 bo‘lganda), fazoviy quyosh batareyalari uchun esa – 1MeV energiyali elektronlar oqimi bilan nurlantirilgandan keyin.
2. FE toki, kuchlanishi va quvvati 1MeV energiyali elektronlar oqimi bilan nurlantirilgandan keyin.
3. FEning element tashqi tarafini himoya qoplamasi bilan qoplash ko‘effitsienti. Bu ko‘effitsient element SiO_x bilan qoplanganda birdan kichkina, Ta_2O_5 bilan qoplanganda birdan katta bo‘ladi.

4. FE'larni ketma-ket ulagandagi umumiy qarshiligi.

FE'larning ish sharoitlari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. FEning yoritilish darajasi;
2. FEning radiatsion nurlanish darajasi;
3. FEning ish temperaturasi;
4. FEning temperaturaning tsiklik o'zgarishi natijasida paydo bo'luvchi mexanik kuchlanishlar darajasi.

Bundan tashqari, FE'lar yig'ilayotgan va montaj qilinayotgan paytda FEning chiqish xarakteristikalarini buzuvchi konstruktiv va degradatsion omillar ham hisobga olinishi kerak.

Fotoelektrik o'zgartgichlarda energiyaning tiklanmaydigan sarflari quyidagilardir:

- element sirtidan quyosh nurining qaytishi;
- quyosh nuri bir qismining FE'dan yutilmasdan o'tib ketishi;
- fotonlar energiyasining kristall panjarasiga issiqlik shaklida o'tib ketishi;
- o'zgartgich ichki qarshiligi hisobiga yo'qotishlar.

Bu sarflarni kamaytirish uchun quyidagi choralar amalga oshiriladi:

- quyosh nuriga optimal bo'lgan ta'qiq zonali YaO' ishlatish;
- YaO' strukturasi yo'nalirilgan optimal legirlashtirish bilan yaxshilash;
- gomogen strukturalardan geterogen va varizon strukturalarga o'tish;
- FE konstruktiv parametrlarini optimallashtirish (p-n o'tish chuqurligi, baza vatlamining qalinligi, kontakt to'rlarining chastotasi va h.k.);
- yoritishni yaxshilovchi, termoregulirovka qiluvchi va kosmik radiatsiyadan himoya qiluvchi optik qoplamalar ishlatish;

- quyosh spektrining uzun to‘lqinli chegarasida joylashgan qismiga butunlay ochiq FE ishlab chiqish;
- FElarning shunday kaskadini ishlatish kerakki, keyingi kaskad avvalgi kaskaddan o‘tib ketgan nurni yutish imkoniga ega bo‘lsin, bu esa ta’qiq zonalari har-xil bo‘lgan YaO‘larni ishlatishni taqozo qiladi.

FElar FIKini oshirishning yana bir yo‘li – ikki taraflama o‘zgartgichlar ishlatish, lyumenissent qayta nurlantiruvchi strukturalarni ishlatish, quyosh spetrini bir nechta sohalarga bo‘lib, har bir soha uchun alohida o‘zgartgich ishlatish.

FElarga qo‘yiladigan talablar kompleksi quyidagichadir:

- uzoq vaqt (o‘nlab yillar) yuqori ishonchlilik bilan ishlash;
- ishlatiladigan xom-ashyolarning keragicha etarliligi;
- energoxarajatlarni to‘liq qoplash muddatlarining katta emasligi;
- texnik xizmatning qulayligi;
- boshqarishga ketadigan energiya va moddalarning kamligi (masalan, kosmosda).

Bu talablar bir-birini istisno qilishi ham mumkin. Masalan, FElar uchun ba’zi bir perspektiv moddalar tabiatda kam uchraydi yoki ularni olish texnologiyalari juda qimmat, FElarning energetik va ekspluatatsion xarakteristikalarini yaxshilaydigan usullarni ommaviy ishlab chiqarishga tatbiq qilib bo‘lmaydi.

FElar ishlab chiqarish yuksak unumdorligini to‘liq avtomatlashtirilgan lenta texnologiyalari asosida amalga oshirish mumkin. Faqat shu asnoda FElar tannarxini 2-2,5 marta tushirish mumkin. FE ishlab chiqarishida kremniy va galliy arsenidi (GaAs) ishlatilishi ko‘zda tutilmoqda, GaAs birikmasi geterofoto o‘zgartgichlarda AlGaAs-GaAs birikmasi shaklida qo‘llaniladi. FElarda GaAs ning ishlatilishi sababi uning nazariy FIKi kremniynikidan kattaligi va quyosh nurini yutilishining kattaligidir. Bu esa o‘z navbatida FElar FIKning katta qiymatlarini kremniynikiga qaraganda ancha yupqa qatlamlarda olish imkonini

yaratadi. Masalan, 20% FIKni olish uchun geterofoto o'zgartgichlarda 5-6 mkm qalinlik kifoya qilsa, kremniyli elementlarda bu qalinlik 50-100 mkm ni tashkil etadi. Bu holat engil va yupqa geterofoto o'zgartgichlar ishlab chiqarish imkonini yaratadi. Bundan tashqari geterofoto o'zgartgichlar ekspluatatsion xarakteristikalarini bilan ham kremniyli FELardan qulaydir. Geterofoto o'zgartgichlar radiatsion nurlanishlar ta'sirida o'z xarakteristikalarini kam o'zgartiradi. Shu sababli ularni kosmik apparatlar jihozlarida qo'llasa bo'ladi. Geterofoto o'zgartgichlar (arsenid galliy asosida yasalgan) nisbatan temperatura oshishiga sezuvchan bo'lmaydi. Arsenid galliyni alyuminiy, mishyak, fosfor va indiy bilan hosil qiladigan qotishmalari GaAs xarakteristikalarini to'ldiradi, bu esa quyosh elementlarini loyihalashtirish imkoniyatlarini oshiradi.

Galliyni asosan boksit minerallaridan olinadi. U ko'mir kukunlarida va dengiz suvlarida ham bor. Biroq galliyni olish texnologiyalari – suyuqlik va gaz epitaksiyasi- juda qimmat turadi.

Lekin masalaning ikkinchi tomoni ham bor. Kremniyning afzal tomonlari ham anchagina. Kremniyning arsenid galliyga nisbatan topilishi ancha oson (tabiatda uning zahiralari deyarli cheksiz), hamda uni ishlab chiqarish texnologiyalari yaxshi o'zlashtirilgan va muttasil takomillashtirib turiladi.

Kremniyli FELar tannarxini kelajakda real qiymatlargacha, ya'ni bir-ikki darajagacha yangi avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish usullari yordamida tushirish imkoni bor. Xususan, kremniyli tasmalar olish, katta yuzali QElari olish mumkin bo'ladi. Kremniyli FELar oxirgi 25 yil ichida 20-30 marta arzonlashdi. Bu elementlarning narxi 3 dollar/vatt qiymatdan arzonlashsa, energetikada yaxshi ma'noda "to'ntarish" yuz berishi kutilmoqda. FELar va quyosh batareyalari ishlab chiqarish dinamikasi shundan dalolat berib turibdi. 1990—2005 yillarda FELar narxlari har yili o'rtacha 4% ga kamaygani kuzatilgan.

FELar ishlatiladigan moddalarning qaysi birisiga to'xtalish ular ishlab chiqarish texnologiyalarining qanday rivojlanishiga bog'liq bo'lmoqda.

Mavzu 3. Amorf yarimo'tkazgichlar texnologiyasi taraqqiyoti tarixi va ular asosida tayyorlanayotgan asboblari.

1977 yilda Shottki bareri asosida tarkibida yuqori konsentratsiyali vodorod bo'lgan amorf kremniy ($a\text{-Si:N}$)li birinchi FE yaratildi. Unda energiyani o'zgartirish effektivligi 5,5%ni tashkil qildi. Keyingi ildam qadam indiy-qalay oksidlari asosida olingan p-i-n geteroo'tish bo'ldi, effektivlik 4,4% bo'ldi.

Amorf moddalar fizikasi va texnologiyasiga oid tadqiqotlar quyidagi yo'nalishlarda olib borilmoqda:

- tartibsiz moddalar fizikasi;
- amorf moddalar texnologiyasi;
- amorf magnit moddalar texnologiyasi;
- amorf YaO 'lar texnologiyasi.

Tadqiqotlar o'z samarasini berdi : birinchi integral FE, katta yuzali FE yaratildi, effektivlik qariyb 10% ga etdi ($a\text{-SiC}/a\text{-Si}$ asosida), katta yuzali FE FIKi 8%gacha oshdi..

Amorf YaO 'da zonalar holatini ishlatish va tekshirib turish.

Elektronika taraqqiyotida eng muhim masala bo'lib YaO 'larda zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi va turlarini boshqarish hisoblanadi. Buning isboti bo'lib tranzistorlar texnologiyasi taraqqiyotining ketma-ketligi hisoblanadi: qotishmali tranzistor $\rightarrow$ diffuzion turdagi tranzistor $\rightarrow$ epitaksial tranzistor $\rightarrow$ ion bombardirovkasi bilan olingan tranzistor $\rightarrow$ MOP tranzistor va h.k. Albatta bu texnologiyalar nafaqat tranzistorlarda, balki boshqa p-n o'tishga asoslangan YaO '

asboblarda ham qo'llaniladi. Asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar injeksiyasining, o'tayogan tokning yoki p-n o'tish potentsiallari farqining berilayotgan kuchlanish yoki yorug'lik oqimi yordamida boshqaruvi yuqoridagi texnologiyalarga asos bo'ladi. Tekstil sanoatida bo'yoqlar qanday muhim vazifani bajarsa, YaO' texnologiyasida zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi shunday vazifani bajaradi.

Matolar rangining tozaligi yangi to'qilgan materialni obdon oqartirishga bog'liq bo'lganidek, YaO'larni legirlashdan avval begona aralashmalardan tozalash juda muhimdir.

YaO'larda zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi va turlarini boshqarish usullarini o'zlashtirish elektron texnikada yangi moddalarni ishlab chiqarish imkonini yaratadi.

Bog'lanishning tetraedr shaklidagi YaO'larda ular fotoo'tkazuvchanligining yuqoriligi, yorug'likning ko'rish spektrida yutilish koeffitsientining kattaligi, hamda katta yuzali yupqa qatlamlarni olish mumkinligi – bular quyosh energiyasi bilan ishlovchi arzon FE generatorlar ishlab chiqarishni ta'minlaydi.

Ta'kidlash lozimki, bu texnologiyalar yupqa plenkali integral elektron asboblari: tranzistorlar, yorug'likni sezadigan ekranlar, elektrofotoqrafik qurilmalar ishlab chiqarishda ham qo'llanilishi ko'zda tutilmoqda.

Amorf YaO' qo'llanilishining asosiy sohasi bo'lib QE hisoblanadi.

Zaryad tashuvchilar generatsiyasi va kollektor ishining effektivligini oshirish, hodisalarning elektr maydoni kuchlanishiga bog'liqligini o'rganish, yupqa qatlamlar sifatini plazma texnologiyalari yordamida oshirish vazifalari olimlarning izlanishlari asosi bo'lmoqda.

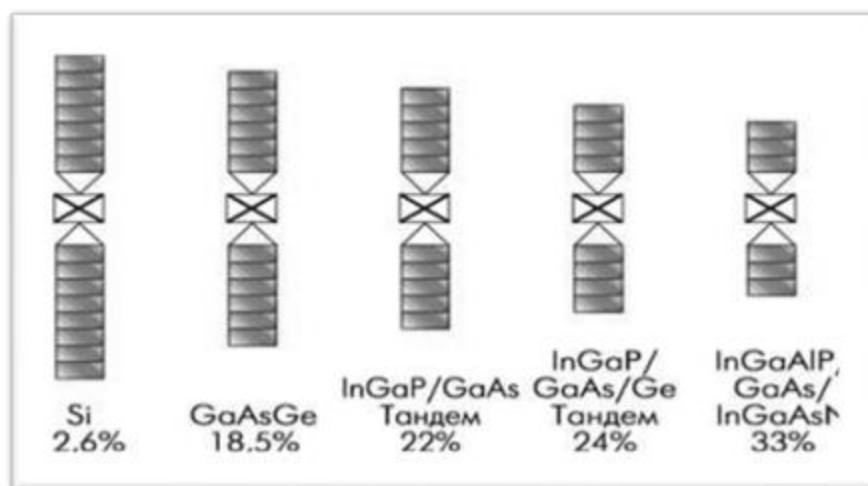
Bu izlanishlar natijalari bo‘lib bir nechta plenkalarni cho‘ktirish reaktorlari yaratilishidir – o‘zgarmas tokli plazma reaktori, ko‘p kamerali yog‘dusiz zaryadsizlanish reaktorlari, bir-biridan ketma-ket ajratilgan reaktorlar.

Quyidagi jadvalda kremniy va uning modifikatsiyasi asosida yaratilayotgan FELar to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan

Aktiv element materiali	Narxi, doll/Vt	Energiya o‘zgartirish effektivligi, %
k-Si	5-20	12-15
a-Si	2-6	6-10
a-Si+poli-Si+k-Si (yupqa plenkalarni)	1-4	10-15
Si asosidagi yupqa plenkali geteroo‘tishli elementlar	1-4	18-24

Jadvalda keltirilgan materiallardan tashqari a-SiS – amorf kremniy karbidi, a-SiGe- amorf kremniy-germaniy qotishmalari, mk- Si – kremniy mikrokristalli o‘tkazuvchanlikni boshqarishda va p-n o‘tish hosil qilishda muvaffaqiyat bilan ishlatilmoqda. Bundan tashqari, QE ishlab chiqarishda perspektiv hisoblangan quyidagi polikristall, monokristall va amorf birikmalar: GaAs, InP, CdTe, CdSe, CuP₂, MoSe₂, MoS₂, WSe₂, InSe, BeB₄, BeB₆, MgB₆, MgP₄, CaP₃, FeP₄, CrP₄, YS₂, TiS₃, ZrS₃, ZrSe₃ hisoblanadi. Birikmalar energiyani o‘zgartirish effektivligi

oshib borish tartibida keltirilgan. Kosmik kemalarda ishlatiladigan QElarga qo'yiladigan talablar quyidagilardir: bu tizimlarning hajmi va vazni, batareyalarning quyoshga doimo yo'naltirilishi, batareyalarning ishlatilish vaqti va degradatsiya tezligi. QBlarining narxi va effektiligi ham rol o'ynaydi. Bu talablar InGaP/GaAs (FIKi 22%), InGaP/GaAs/Ge (nazariy FIKi 22%), InGaAlP/GaAs/InGaAsN/Ge (FIKi 42%) asosida ko'p o'tishli batareyalar ishlab chiqarishga undadi. Shu narsa ayonki, o'zgartirish effektivligining o'sishi QBlari o'lchamlarini va natijada vaznini kamaytiradi.



8-a rasm.



8-b rasm

Mavzu 4. Fotoelektrik tizimlar.

Quyosh fotoelektrik tizimlari (QFT) muomalada sodda, harakatlanuvchi mexanizmlarga ega emas, lekin elementlarning o'zi murakkab integral sxemalarga o'xshash YaO' qurilmalarga boydir. Bu tizimlar galvanik batareyalardan ishlaydigan ko'p asboblarda ishlatiladi. Sodda qurilmalarda QFTni bevosita ishlatsa bo'ladi. Aksariyat qurilma va asboblarda o'zgaruvchan tok ishlatiladi, shu sababli QFTi o'zgarmas manbasini invertor qurilmasi orqali o'zgaruvchan tokka aylantiriladi.

Yaqin o'n yillarda insoniyat fotoelektrik tizimlar bilan bevosita tanishadi.
Masalan

Yuqorida qayd qilganimizdek, FElar tannarxi kamaygan sari ular bozorining bir nechta potensial xaridorlari paydo bo'ladi.

Masalan, qurilish materiallari ichida FELar ishlatila boshlaydi, ular binolarda ventilyasiyani amalga oshiradi va binolarni yoritadi.

Iste'mol va uy-ro'zg'or buyumlari fotoelektrik komponentlar bilan to'ldiriladi, ularning sifati yaxshilanadi. FELar keng ko'lamda kommunal xo'jalik korxonalarida qo'llanila boshlaydi.

Sodda fotoelektrik tizimlar(FET)ga quyidagilarni kirgizish mumkin:

- quyosh nasoslari – fotoelektrik nasos qurilmalari dizel va qo'l nasoslari alternativi bo'ladi. Ular suvni eng kerak paytda, ya'ni kunduzi etkazib beradi. Kichkina nasosni bir kishi ikki soat ichida maxsus anjomlarsiz bir o'zi o'rnatadi;
- akkumulyatorli FETlar - akkumulyator quyosh generatoridan zaryadlanadi, energiyani o'zida to'playdi va ixtiyoriy vaqtda uni ishlatsa bo'ladi.

Xatto eng noqulay sharoitlarda va uzoqda joylashgan manzillarda ham zarur qurilmalarni akkumulyatorlarda saqlanayotgan energiya bilan ta'minlasa bo'ladi. Butun dunyoda akkumulyatorlar bilan ta'minlangan FETlar yoritish asboblari, sensorlarni, ovoz yozib oluvchi qurilmalarni, uy jihozlarini, telefonlarni, televizorlarni, elektr asboblarni elektr quvvati bilan ta'minlaydi.

- generatorli FETlar elektr quvvati uzluksiz ishlatilishi lozim

bo'lganda yoki bu quvvat fotobatareyanikidan ko'proq kerak paytida FETni generator effektiv ravishda to'ldiradi. Kunduz kunlari FETlar ehtiyojga kerak ta'minotni qoplaydi va akkumulyatorni zaryadlaydi. Akkumulyator zaryadlanganda generator ishga tushadi va akkumulyatorni zaryadlay boshlaydi, akkumulyator to'la zaryadlanib bo'lgach, generator ishini to'xtatadi. Generator sutkaning ixtiyoriy vaqtida ishlashi mumkin. U uzluksiz elektr ta'minotining muhim elementi bo'lib xizmat qiladi.

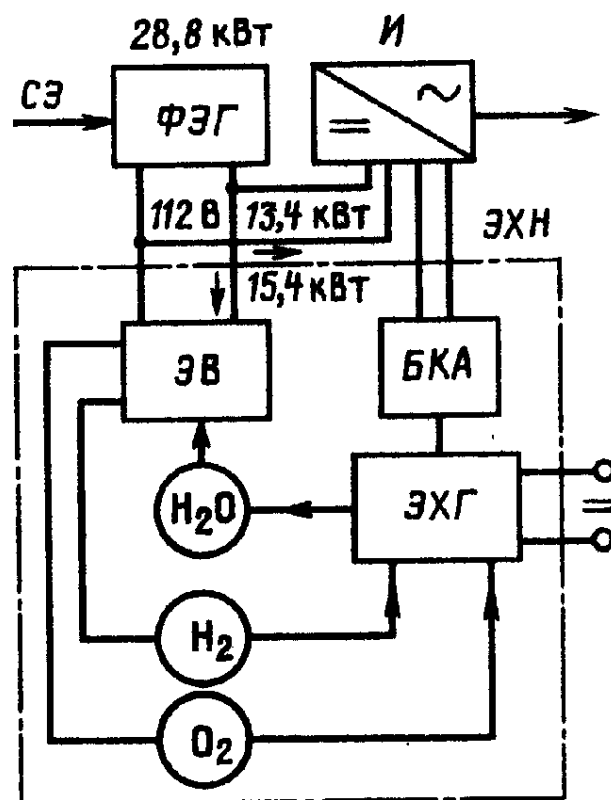
FETlar shovqinsiz ishlaydi, atmosferaga zararli chiqitlarni chiqarmaydi, ularni ishlatish ko'p mehnat talab qilmaydi.

FELar va generatorlarni birgalikda ishlatish umumiy FETning tannarxini kamaytiradi. Lekin zahira qurilma bo'lmasa, FE modullar va akkumulyatorlar tunda ta'minotni etkazib berishlari uchun etarli darajada katta bo'lishlari kerak.

- tarmoqqa ulangan FETlar, markazlashgan elektr ta'minotida FETlar yuklamaning ma'lum bir qismini qoplashi mumkin. Bu vaqtda akkumulyatorlar ishlatilmaydi. Er yuzida minglab iste'molchilar shunday tizimlar bilan ta'milanganlar. FETlar energiyasi bevosita iste'molchilarga etkazib berilishi mumkin yoki tarmoqqa berilishi mumkin. Agar iste'molchiga kechki paytlar ko'proq energiya kerak bo'lsa, u tarmoqqa murojaat qiladi, bu murojaat avtomatik ravishda qoniqtiriladi. FET iste'molchi ehtiyojidan ko'p energiya ishlab chiqarsa, ortiqcha energiya tarmoqqa o'tkaziladi (sotiladi). Shunday qilib, kommunal tarmoq FET uchun zahira xizmatini o'taydi, akkumulyator esa avtonom qurilma uchun zahira vazifasini o'taganidek.

- sanoat FE qurilmalari. Bu qurilmalar qazib olinadigan yonilg'ilarni ishlatmaydi, ekologik toza, shovqinsiz ishlaydi. Lekin ular kommunal tarmoqlar arsenaliga dinamik ravishda kirishib ketmagan, chunki FETlardan olinayotgan elektr energiyasi an'anaviy manbalardan olinayotgan energiyadan qimmat, buning ustiga ular kunduzgi vaqtlarda ishlaydi xolos., iste'molchi ob-havoga bog'liq bo'lib qoladi.

- avtonom iste'molchilar (kosmik kemalar, elektromobillar va h.za)da FETlar vazifasi birinchi o'rinda turadi. Quyidagi rasmda "Speys SHattl" kosmik kemasining elektr ta'minot qurilmasi keltirilgan (9- rasm).



9- rasm.

Bu erda SE – quyosh energiyasi, I – invertor, FEG – fotoelektrik generator, EV – suvni elektroliz qilish qurilmasi, EXG – elektroximik generator, EXN – elektroximik jamlagich, BKA – kontrol va avtomatika bloki.

Ko‘rib turganimizdek, FETning ahamiyati avtonom iste’molchilar uchun beqiyos va zaruriydir, ularga alternativa yo‘qdir.

1957 yili uchirilgan Erning sun’iy kosmik kemasida QB qo‘llanildi. Keyingi kosmik kemalarning uchirilishi va ularda QElarining qo‘llanilishi geostatsionar orbitalarda harakat qilayotgan sun’iy yo‘ldoshlarda ularning yagona va etarli energiya ta’minlovchi vositalar ekanligini qo‘rsatdi. Bu holat juda muhim edi, sababi ko‘p mamlakatlar QB texnologiyalari uchun ulkan investitsion mablag‘lar ajratishdi. Hozirgi paytda mono- va polikristalli kremniy dunyo bozorining 87%ini, amorf kremniy 5%, kadmiy-tellurli plenalar 4,7%ini tashkil etadi.

Mavzu 5. FElar va quyosh batareyalari (QB)ni tayyorlash texnologiyalari.

Quyosh batareyalari (QB) uchun FElar tayyorlash texnologiyasi ko'p miqdordagi texnologik amaliyotlarni o'z ichiga oladi, ularning asosiylari quyidagilardir:

- kremniyli plastinalarni tayyorlash;
- ularda p-n o'tishni hosil qilish;
- kontaktlar tushirish;
- oydinlashtirish (prosvetlenie).

Tayyor FElar vazifasiga qarab turli quyosh batareyalarini yig'ishda ishlatiladi. Shu amaliyotlarni birma-bir ko'rib chiqamiz.

Dastlabki ishlov berish.

Bu etapda kremniy quymalari(yombilari)ni plastinalarga kesish, ularning sirtlariga ishlov berish va tozalash bajariladi. Bu etap ko'pchilik YaO' asboblari ishlab chiqarishda umumiy bo'lib, adabiyotlarda batafsil yoritilgan.

Turli kesish usullaridan ishlatiladigani 0,15-0,2 mm po'lat lentalarda kesishdir. Lentalar bir necha o'n lentalarni paketga yig'ilib, bir varakayiga shuncha plastinalar olishda ishlatiladi. Dastgoh lentalar paketini gorizontal yo'nalishda harakatlantiriladi va lentalar tinimsiz abraziv suspenziyasi surtib turiladi. Kremniy yombisi maxsus mastika va elimlar bilan metall plastinaga mahkamlanadi. Yombini lentalar asta-sekin yaqinlashtiriladi va kremniy plastinalari kesib olinadi. Kesib olingan plastinalar sirtlari notekis va sezilarli buzuqliklarga ega bo'ladi, bu buzuqliklarning o'lchami bir necha mikrongacha etadi. Buzilgan qatlamni yo'qotish uchun plastinalar maxsus dastgohlarda shlifkukunlar bilan shlifovka qilinadi (sayqallanadi). Shlifovkadan keyin kremniy plastinalardagi buzuqliklar abraziv zarrachalari o'lchamlarigacha kamayadi. P-n o'tishlar uchun sirtida joylashgan defektlar (buzuqliklar) katta ahamiyatga ega. Shu sababli shlifovkadan keyin sirt polirovka qilinadi

(yaltiratiladi). Polirovkada olmos kukun ishlatiladi, defektlarning o'lchami 0,2 mkm gacha kamayadi. Mexanik deformatsiyalangan qatlamning qalinligi 0,7 – 1,0 mkm ni tashkil etadi. Sirt sifatini yanada yaxshilash maqsadida kimyoviy yoki

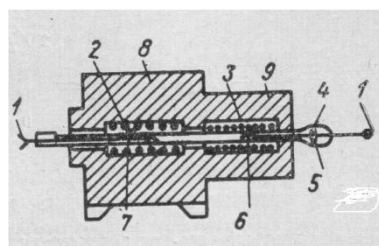
elektrokimyoviy ishlov beriladi. Bu bilan defektlar qalinligini 10 – 20 Å gacha etkaziladi. Elektrokimyoviy yaltiratish bilan yana 1 mkm mexanik deformatsiyalangan qatlam olib tashlanadi. To‘liq yaltiratilgan plastinkalar navbatdagi bosqichga o‘tkaziladi. Bu bosqichda p-n o‘tish olinadi, bu bosqich - diffuziya asosiy texnologik amaliyot hisoblanadi. Quyida quymadan plastinkalar kesib olish qurilmasi rasmi keltirilgan. (10- rasm)



10- rasm

Diffuziya.

Odatda p-n o‘tish olish uchun diffuziya ishlatiladi, yana ionlar bilan bombardirovka (ionlar bilan legirlash) usuli ham qo‘llaniladi. Quyidagi 11- rasmda p-n o‘tish olish uchun ishlatiladigan pech konstruktiv sxemasi keltirilgan.



11- rasm.

Bu rasmda: 1- termojuftlik; 2- kremniy karbidli kamera; 3- nixromli isitish spirali; 4- sochish qurilmasi; 5- quruq O₂; 6- modda solingan qayiqcha; 7- plastinali qayiqcha; 8- diffuziya zonasi; 9- manba zonasi.

Kremniy karbidli kvars kamerasida plastinalar joylashgan qayiqcha orqali quruq kislorod o'tkaziladi. Past temperaturali zonadan fosfor shu kislorod muhitida etkaziladi. Plastinalar temperaturasi termojuftlik yordamida o'rnatilgandan keyin past temperaturali zonaga fosfor dioksidi (P_2O_5) kiritiladi. Bu fosfor dioksidi 220°S gacha qizdirib tutatiladi va kislorod muhitida yuqori temperaturali zonaga yo'naltiriladi, bu zonada diffuziya sodir etiladi. Diffuziya amaliyoti o'tkazilgandan keyin fosfor etkazib berish to'xtatiladi. Plastinalar asta-sekin sovutiladi. Adabiyotlarda ko'rsatilishicha, diffuziya parametrlariga kislorod muhiti gazi harakati tezligi, kislorodni to'xtatish surati, hatto bu gazning oqish xarakteri ham ta'sir ko'rsatar ekan.

p-n o'tishning qalinligi diffuziya davom etadigan vaqtga, temperaturaga (diffuziya koeffitsienti qanday temperaturada diffuziya o'tkazilayotganiga bog'liq) bog'liq bo'ladi.

p-n o'tish qalinligini tajribaviy yo'l bilan qatlamlarni ketma-ket ochib (stravlivanie), solishtirma qarshilik va Xoll effekti doimiysini har bir bosqichda o'lchash orqali amalga oshiriladi.

Diffuziya qilishning yana bir usuli – ion bombardirovkasidir. Usul qurilmasi mass-spektrografga o'xshash bo'ladi. Qurilma gazorazryadli ion manbasidan, elektrostatik fokuslash tizimidan, magnitdan va p-n o'tish hosil qilinadigan dastgakdan iborat bo'lib, unda ionlar massalari bo'yicha ajratiladi. Qurilmada 10^{-6} mm sim. ust. va undan past vakuum ushlab turiladi, bu vaqtda ionlar chiquvchi manba bosimi $10^{-2} - 10^{-3}$ mm sim. ust. bo'ladi.

Ionlar bilan legirlash usulining afzalliklari - diffuziya kattaliklarini va p-n o'tish chuqurligini aniq kontrol qilish, muhitning tozaligidir.

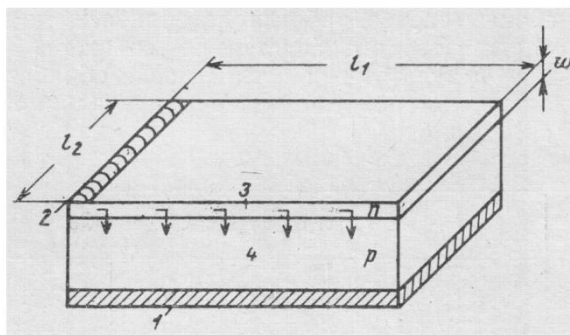
Kontaktlar.

Keyingi muhim texnologik amaliyot bo'lib kontaktlar o'rnatish hisoblanadi. Bu amaliyotning eng keng tarqalgan usuli nikelni kimyoviy

choʻktirish boʻlib, uning afzalligi soddaligi va FE larni ommaviy ishlab chiqarishga mosligi hisoblanadi. Kontaktlarni yana changpurchash (напы-lenie) usuli bilan olsa boʻladi. FE lardagi kontaktlarning mustahkamligi nafaqat kontakt qarshiligi kattaligi, balki mexanik mustahkamlikka ham bogʻliq.

$A_{III}B_v$ turidagi YaOʻlardan FE yasalayotganda kontaktlarni toza qoʻrgʻoshindan qilinishi maqsadga muvofiq boʻladi.

Kontaktlar sifati va shakllari FE volt-amper xarakteristikasiga taʼsir koʻrsatadi. 12- rasmda sodda tok olish kontaktli FE keltirilgan.



12- rasm.

FE past tomoniga 1 kontakt qoplangan. Yuqori tomoniga ingichka tasma 2 kontakt sifatida qoplangan. Omik qarshilikni kamaytirish uchun yuqori tasma toʻr shaklida ham bajarilishi mumkin.

Oydinlashtirish (prosvetlenie).

FE ishiga yorugʻlikning qaytish va yutilish koeffitsientlari taʼsir koʻrsatadi. FE sirtiga har xil qoplamalar qoplash bilan uning optik xarakteristikalarini, buning oqibatida FIKini oshirish mumkin.

Tabiiyki spektrning ishchi zonasida yorugʻlik qaytishini kamaytirish muhim hisoblanadi. FE larning sovutilishini taʼminlash uchun maxsus qoplamalar yaratish

kerak. Kosmosda ishlaydigan QBlari uchun bu dolzarb masala hisoblanadi, FEarning sovushi faqat atrof muhitga nurlanish hisobiga bo‘ladi.

Quyosh elementlari konstruksiyalari.

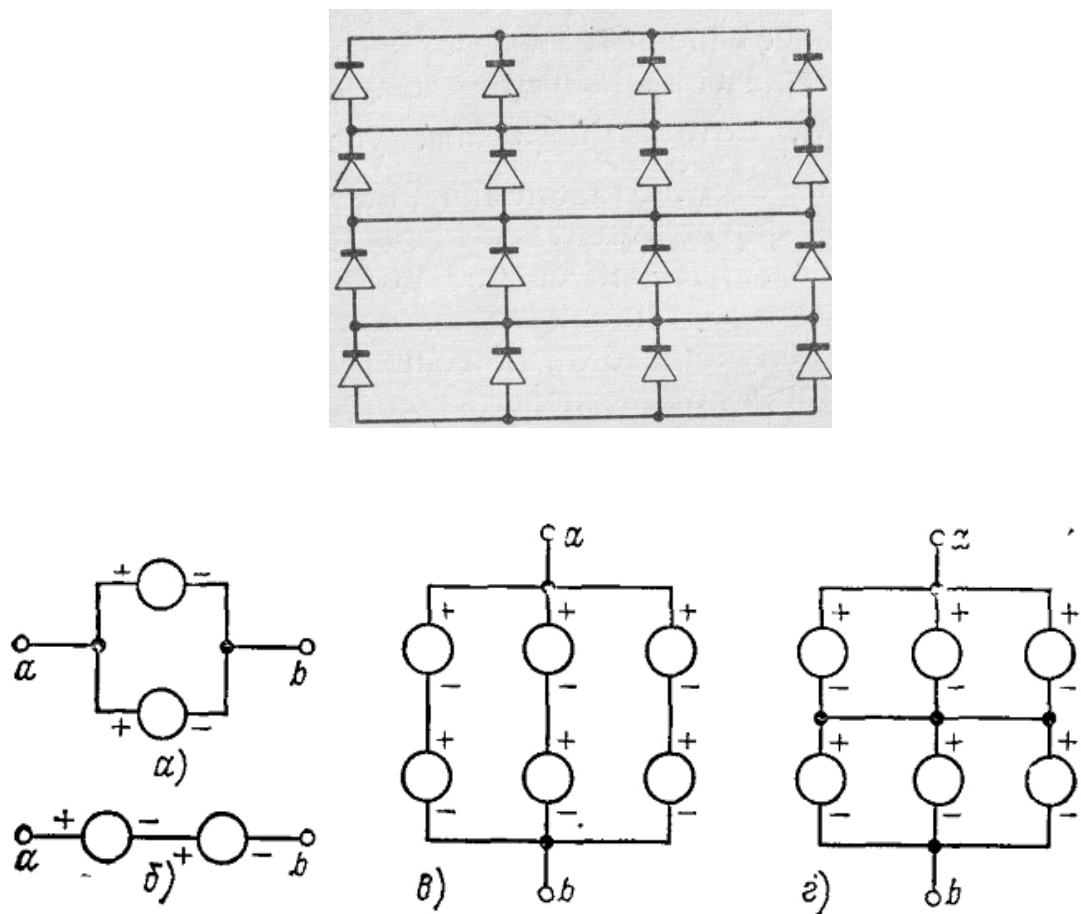
QElari effektivligi YaO‘ materialining optik va elektrofizik xususiyatlariga (yorug‘likning sirtidan qaytishi, fotoionizatsiyaning kvant chiqishi, asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning diffuzion uzunligi, yutilishning asosiy zonasidagi spektral holati, p-n- o‘tishdagi hodisalar- o‘tishning teskari toki, potensial to‘siqning balandligi, hajmiy zaryad zonasining kengligi, geometrik faktorlar – p-n- o‘tishda shu o‘tishning kengligi va zaryad tashuvchilarning diffuzion uzunligi) bog‘liq bo‘ladi. Bundan tashqari, QElari VAXlari va chiqish quvvatiga elementlarning ketma-ket qarshiligi (birinchi navbatda – YaO‘ ning ikki taraflarining legirlash darajasi va qalinligi, tok qabul qilib oluvchi kontaktlar joylashishi va ularning shakli) katta ta‘sir ko‘rsatadi.

Quyosh elementlari effektiv ishlashi uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

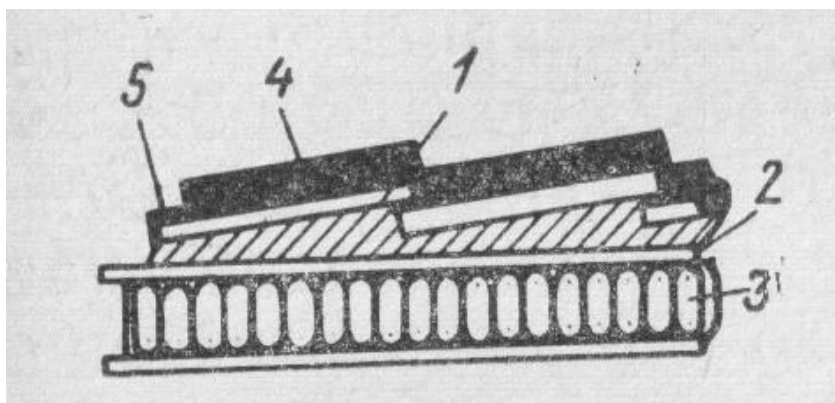
- YaO‘ aktiv qatlami yutilishining optik koeffitsienti etarli darajada katta bo‘lishi kerak, tushayotgan quyosh nuri energiyasining katta qismi qatlam qalinligida yutilishi kerak;
- aktiv qatlamning ikkala tarafida nurlanish natijasida paydo bo‘lgan elektronlar va kovaklar kontaktlar elektrodlarida effektiv ravishda yig‘ilishlari kerak;
- YaO‘ o‘tishida QE potensial bareri katta qiymatga ega bo‘lishi kerak;
- ish jarayonida quvvat yo‘qotishlarini (Joul issiqligini) kamaytirish maqsadida FE bilan ketma-ket ulangan to‘liq qarshilik (yuklama qarshiligini hisobga olmagan holda) kichik bo‘lishi kerak;
- QE ning aktiv zonasida yupqa qatlam shakli (strukturasini) bir xil bo‘lishi kerak, element xarakteristikalarini yaxshilash maqsadida

FElarni batareyaga yig'ish.

FElarni batareya qilib yig'ish katta miqdorda elektr ulashlarni bajarishni talab qiladi, sababi FEarning batareyadagi soni o'n ming, ba'zan yuz ming donani tashkil qiladi. 13- rasmda FEarni guruhlarga birlashtirish sxemasi keltirilgan. Bu gruppalarga birlashtirishning ustqo'ymalar (vnakladku) usuli montaji 14- rasmda ko'rsatilgan.

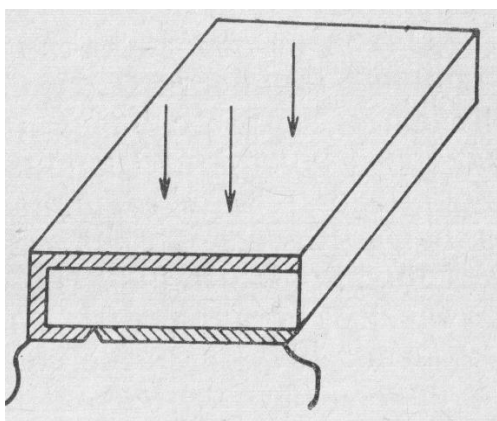


13- rasm. FEarni guruhlarga birlashtirish sxemasi



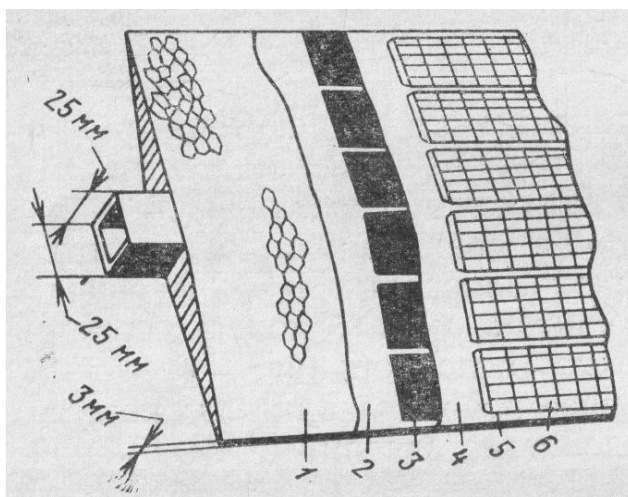
14- rasm. Bu erda 1- FE; 2- elim; 3- alyuminiy panel; 4- oyna qoplam; 5- maxsus oydinlashtiruvchi qatlam.

15- rasmda FElarni bir tekislikda taxlash qurilmasi keltirilgan.

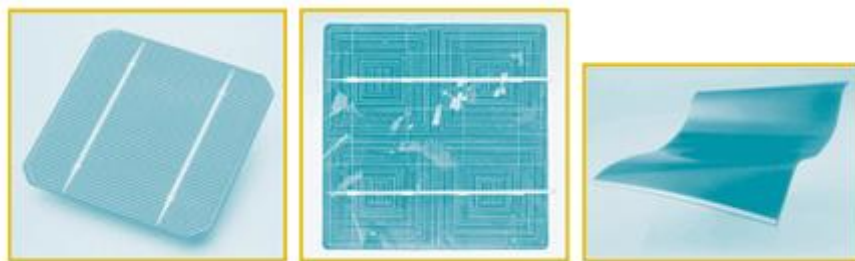


15- rasm.

13- rasmda keltirilgan sxema elementar batareya deyiladi. To'liq batareya bir-biriga parallel ulangan bir nechta elementar batareyalardan tashkil topishi mumkin. 14- rasmdagi qurilmada har bir FE oyna qoplama bilan qoplangan, bu qoplama FEni radiatsiyadan himoya qiladi va temperatura rejimini saqlaydi. 15- rasmdagi birlashtirishda FElar bir tekislikda joylashgan bo'ladi. Lekin bu konstruksiyada FElarni almashtirish ancha mushkul ish bo'lib qoladi. 16- rasmda kosmik kemaning quyosh batareyasi paneli keltirilgan. 1- alyuminiyli sotli (asalari iniga o'xshash) panel 6,5 mm li tarafli va 0,02 mm li qalinlikka ega. Panel 2- epoksid smola bilan to'ydirilgan steklovoloknoli varaq (to'shama)dan iborat. Bu varaqning qalinligi 0,04 mm ni tashkil etadi.



16a- rasm.

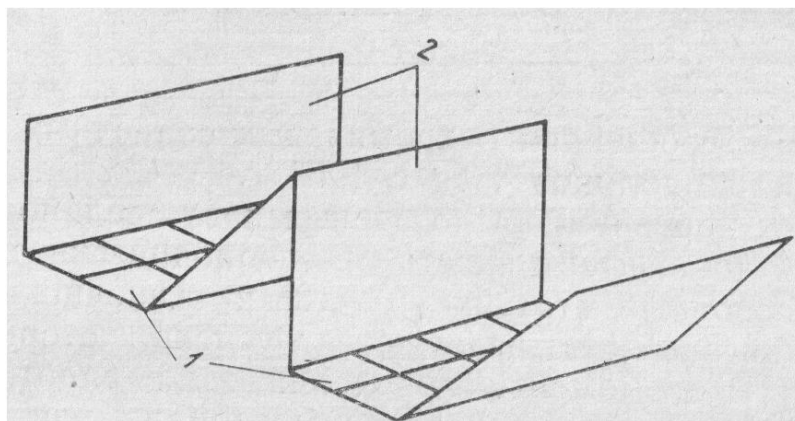


16b- rasm.

Bu izolyatorga 50 mkm li o'tkazgichlar qoplangan, ular 3- fotoelement o'lchamlariga mos. O'tkazgichlar yani bir 4- steklovoloknoli varaqlar bilan o'ralgan. Bu varaqqa 5- kremniyorganik kauchuk yordamida 6- fotoelementlar yopishtirilgan.

Qurilma quyidagi parametrlarga ega: solishtirma quvvat 16 vt/kg (62,5 kg/kvt), birlik yuza og'irligi $6,55 \text{ kg/m}^2$ va birlik sirdagi quvvat 104 vt/m^2 .

Bu qurilmalarda birinchi navbatdagi vazifa – bu og'irlikni kamaytirishdir. Ko'p narsa panelning tuzilishiga ham bog'liqdir. YOritilganlikni oshirishga erishilgan konstruksiyalardan biri 17- rasmda keltirilgan.



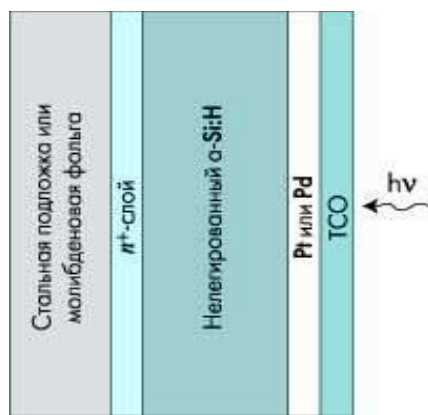
17- rasm. 1- fotoelementlar; 2- konsentratorlar.

Konsentratorlar ishlatilgan qurilmalar er sharoitlarida ham qoʻllaniladi. Konstruksiyalarni engillashtirishning yana bir yoʻli – bu egiluvchan toʻqima matolardan foydalanish hisoblanadi.

Mavzu 6. Amorf kremniy asosida quyosh elementlarini tayyorlash.

Amorf kremniy QElari ishlab chiqarishda monokristall kremniyga arzon alternativa sifatida koʻriladi. Bunday QElari 1975 yilda yaratilgan. Amorf kremniyning optik yutilishi kristalnikiga qaraganda 20 marta koʻpdir. Shu sababli 300 mkm li monokristal kremniy oʻrniga 0,5 – 1 mkm li a-Si:N plenkasini ishlatish mumkin. Undan tashqari, katta yuzali amorf kremniyni olish texnologiyasida kesish, shlifovka qilish va sayqallash (polirovka) kabi amallar bajarilmaydi, amorf kremniy dan tayyorlanadigan asboblardan nisbatan past temperaturalar (300°S) da va arzon tagliklarda yaratiladi, shu bilan kremniy sarfini 20 marta kamaytirish mumkin. Hozircha a-Si:N asosida yaratilgan QElarining maksimal FIKi (12%) kristal kremniylaridan (15%) kamroqdir.

a-Si:N li QE lari qurilmalari metall-YaOʻ (Shottki diodi) (18- rasm) asosida yaratilgan.



18- rasm. Shottki barerli QE konstruksiyasi.

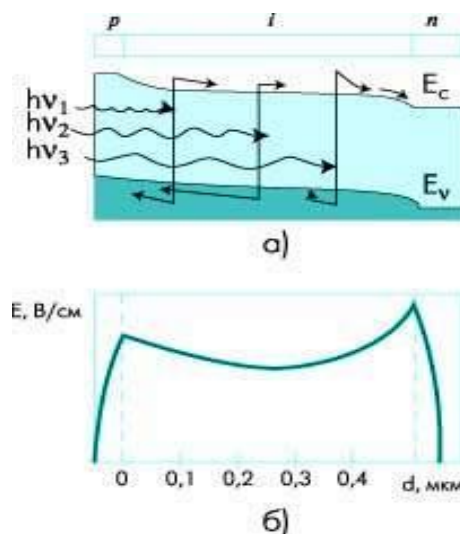
Ko‘rinishidan sodda bo‘lgan bu elementlarni yaratish ancha qiyinchiliklarni tug‘diradi. a-Si:N li QE lari ko‘pincha zanglamas po‘lat yoki oynalik tagliklarda yasaladi.

Oynali tagliklar ishlatilganda ularga yorug‘likka shaffof SnO_2 , In_2O_3 yoki $\text{SnO}_2+\text{In}_2\text{O}_3$ li oksid plenkasi (TSO) qoplanadi, natijada FEni oyna orqali yoritish imkoni tug‘iladi. Legirlanmagan qatlamda elektron o‘tkazuvchanlik kam bo‘lgani uchun SHottki bareri yuqori chiqish ishiga ega bo‘lgan (Pt, Rh, Pd) metallarini a-Si:N ning musbat hajmiy zaryad zonasida cho‘ktirish usuli (osajdenie) bilan yasaladi.

Metall taglikka amorf kremniy qoplanganda a-Si:N/metall taglik oralig‘ida kerak bo‘lmagan potensial barer paydo bo‘ladi, bu barerni kamaytirish uchun tagliklar sifatida chiqish ishi kichkina bo‘lgan Mo, Ni, Nb metallari qo‘llaniladi. Amorf kremniy qoplashdan avval metall taglikka 10-30 nm qalinlikda fosfor bilan legirlangan a-Si:N yotqiziladi.

Elektrodlar sifatida amorf kremniy a-Si:Nga oson singib ketadigan metallar Au va Al, hamda Cu va Ag larni ishlatish tavsiya qilinmaydi, sababi amorf kremniy a-Si:N bilan ularning adgeziyasi (yopishishi) yaxshi emas. Shu narsani ta’kidlash lozimki Shottki bareri bilan yasalgan QElari yuklamasiz elektr yurituvchi kuchi (xolostoy xod) 0,6 V dan oshmaydi.

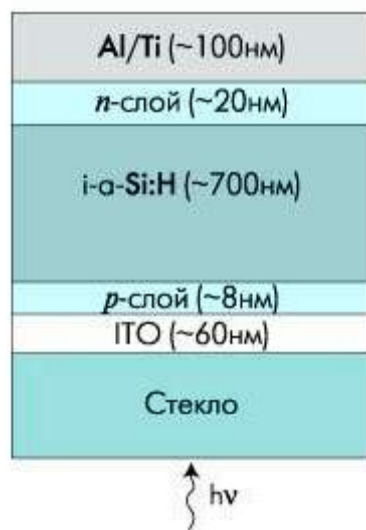
Yanada yuqori effektivlikka p-i-n- strukturaga ega amorf kremniy asosi yaratilgan QElarda erishish mumkin. (19- rasm).



19- rasm. p-i-n- struktura zona diagrammasi (a) va elektr maydoni taqsimotining ko‘rinishi (b).

Bu vazifani a-Si:N ning keng va legirlanmagan i- qatlami bajaradi, qatlam yorug‘likning asosiy qismini yutadi. Lekin bir muammo paydo bo‘ladi - a-Si:N da kovaklarning diffuzion uzunligi kichikdir (≈ 100 nm), shu sababli a-Si:N asosida yasalgan FElarda zaryad tashuvchilar elektrodlarga ichki elektr maydoni hisobiga, ya’ni zaryad tashuvchilarning dreyfi hisobiga etib boradi. Kristall YaO‘larda yasalgan FElarda zaryadlaning diffuzion uzunligi kattaroq (100- 200 mkm), ular elektr maydonisiz ham elektrod-larga etib boradilar. a-Si:N amorf kremniyda oddiy p-n o‘tishda kuchli elektr maydoni zonasi juda tor va zaryad tashuvchilar harakatining diffu-zion uzunligi kichik bo‘lgani uchun QEning katta qismida zaryad tashuvchilar ajratilishi effektiv bo‘lmaydi. SHu sababli, gidrogenerizatsiya qilingan (vodorod kirgizilgan) a-Si:N amorf kremniy p-i-n strukturasida effektiv QElari olish uchun i- ning butun zonasida yutilish zonasi o‘lchamlariga yaqin zaryad tashuvchilar diffuzion uzunligini ta’minlaydigan bir jinsli kuchli ichki elektr maydoni hosil qilish kerak (19- rasm).

Bu masala p-i-n strukturada birinchi bo‘lib p- qatlam shakllantirilishi bilan echiladi (20- rasm).



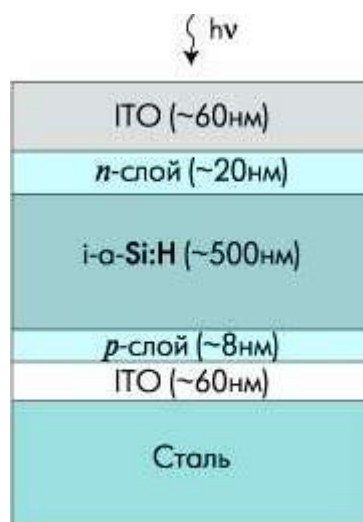
20- rasm. Oynada shakllantirilgan p-i-n struktura.

P- qatlam olish uchun oʻzgina V-bor elementi ($<10^{18} \text{ sm}^{-3}$) kerak boʻladi, bu vaqtda legirlangan qatlamning ifloslanishi ham kam miqdorda boʻladi. Ikkichi tomondan, agar p- qatlam avval yotqizilsa, ortiqcha fosfor i- qatlamning xususiyatlarini oʻzgartirib yuboradi. P- qatlamning shaffof oʻtkazuvchi qatlam ustida shakllantirilishi ularning oʻzaro yaxshi adgeziyasini, yaʼni yaxshi kontakti taʼminlaydi. Lekin p- qatlamning qalinligi kichik (10 nm) boʻlishi kerak, yorugʻlikning asosiy qismi i- qatlamda yutilishi uchun.

Zanglamas poʻlat asosida amorf kremniyli quyosh elementlarini tayyorlash.

Egiluvchan taglikda quyosh elementlarini tayyorlash.

Metall folgali amorf kremniy a-Si:Nda p-i-n struktura olishda zanglamas poʻlat ham ishlatiladi (21- rasm,a, b)

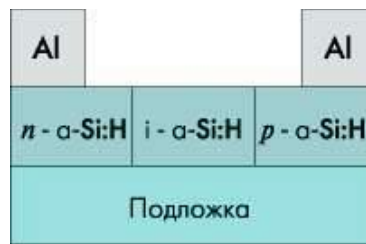


21a- rasm. Zanglamas po‘lat asosida amorf kremniyli quyosh elementi.



21b- rasm. Amorf kremniyli quyosh elementi.

Yorug‘lik p- qatlam bilan chegaradosh shaffof elektrod tomondan tushadi. Natijada metall taglikning qaytarish xususiyati va bor bilan legirlangan p- qatlamlarga nisbatan fosfor bilan legirlangan a-Si:N plenklarining yorug‘likni optik yutishsh kamligi natijasida qisqa tutashuv toki zichligi oshadi. p-i-n strukturali elementlarni qo‘llashning bitta muammosi – bu ularni faqat bir yo‘nalishda optimallashtirish mumkin. Ushbu kamchilikni ko‘ndalang kesimli QE larda yo‘qotish mumkin (22- rasm).



22- rasm. Koʻndalang kesimli QE.

Tok oʻtkazmas taglikda sirtga perpendikulyar tekislikda α -Si:N ning p-i-n strukturalari amorf kremniy α -Si:Hning p-i-n-strukturalari shakllantiradi. Bunday QE shaffof oʻtkazuvchan oksid qatlam va keng zonali p- qatlam talab qilmaydi, uni mikroelektronikaning standart texnologiyalari asosida yaratish mumkin.

Quyosh elementlari ashyolari va strukturalari.

Quyosh elementlari effektiv ishlashi uchun bir qator shartlar qanoatlantirilishi lozim:

- yarim oʻtkazgichni faolqatlamini yutilishi koeffitsenti (α) yetarli darajada katta boʻlishi lozim, chunki qatlam qalinligi chegarasida quyosh energiyasini katta qismini yutilishini taʼminlash kerak;
- faol qatlamning ikkala tomonida ham kontakt elektrodlarida yorugʻlik tushganda paydo boʻladigan elektronlar, teshiklar effektiv toʻplanishlari lozim;
- yarim oʻtkazgichli oʻtishda quyosh elementi ancha katta barʼer balandligiga ega boʻlishi kerak;
- quyosh elementi bilan ketme-ket ulangan toʻliq qarshilik (isteʼmolchi qarshiligini hisobga olmaganda) kichik boʻlishi kerak, chunki bu ish jarayonida quvvatni (Joul issiqligi) kamroq yoʻqolishi uchun qilinadi;
- yuqari plyonkani strukturalari quyosh elementini barcha faol sohasida bir jinsli boʻlishi kerak, bu shuntlovchi qarshiliklarni element harakteristikalariga taʼsiriga yoʻl qoʻymaydi.

Kremniy monokristalli asosida bunday talablarga javob beradigan strukturani ishlab chiqarish texnologik jihatdan qiyin va qimmat turadigan jarayon hisoblanadi. Shu sababli shunday ashyolarga e'tibor qaratilgan: amorf kremniy (a-Si:H), galliy arsenidi va yarim kristalli yarim o'tkazgich qotishmalariga.

Kremniydan ishlangan quyosh elementini optik nurlanish tushadigan yarim o'tkazgichli sohasi juda yuqa bo'ladi va kuchli legirlangan bo'ladi (aralashma atomlarini maksimal konsentratsiyasi 10^{20} - 10^{21} sm⁻³ gacha), masalan, fosfor atomlari bilan shu sababli u n-turdagi sohaga aylanadi. p-turdagi yarim o'tkazgichni baza sohasi ko'pincha nisbatan kuchsiz legirlanadi ularda aralashma atomlarini konsentratsiyasi 10^{16} - 10^{17} sm⁻³ gacha bo'ladi, masalan, bor bilan odatda monokristall olishda). Elementni tashqi sirtini o'rnini qoplovchi bilan odatda turli konfiguratsiyaga ega bo'lgan tokoluvchi yo'lchalardan iborat, to'r bilan sirtini 5-7% qoplanadi, orqa tomonida esa to'liq yoki to'rsimon kontakt hosil qilinadi.

p-n- o'tish orqali bo'lingan maydonda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar tashqi zanjirga (iste'molchiga) tushishlari kerak. Yarim o'tkazgichni yuqori n-sohasi yorug'likka qaratilgan bo'ladi, unda zaryad tashuvchilarni ko'pchiligi qatlam bo'ylab harakatlanadi, p-turdagi baza sohasida esa qatlamga nisbatan ko'ndalang harakatlanadi. Asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarni kuchli legirlashgan p- turdagi yuqori qatlamdagi diffuzion uzunligi odatda 0,2-0,6 mkm va baza qatlamida 100-200 mkm ni tashkil qiladi, bu aralashma konsentratsiyasiga va termoishlov berish rejimida (termosikllar soni, qizish va sovish tezligi, maksimal harorat), kristallni quyosh elementini olish jarayoniga (masalan, aralashmalarni legirlashdagi termodiffuziyasi va yorishtiradigan qoplamalarni surtish va mustahkamlash operatsiyalariga) bog'liq bo'ladi.

Yarim o'tkazgichli ashyolar va quyosh elementlarining xususiyatlariga termo

ishlov berishni ta'siriga [8,9]lardagi tatqiqotlar javob beradi, bu ta'sirni kamaytirish uchun kremniyni baza sohasidagi zararli aralashmalarini geterirlash yo'li va termoishlov berish jarayonini qattiq nazoratini amalga oshirish [10]ishda

ko'rsatilgan; shu masalalarniquyosh elementlariga tegishli qismi (galliy arsenidi) ko'rib chiqilgan.

Yarim o'tkazgich parametrlarini aniqlashni eng anig'i uni texnologik sikl oxirida aniqlash hisoblanadi. Odatda bu quyosh elementlarini chiqish haraktiristikalarini hisoblash bilan qilinadi- bundaylar vol'tamper haraktiristikalar yoki spektral sezgirlik shuningdek boshqa bir qator spetsifikroq masalan, vol'tsig'imli (element sig'imini qo'yilgan kuchlanishga bog'liq o'zgarishi) yoki lyuks amperli (asosiy fotoelektrik parametrlarni yoritilganlikka bog'liqligi) haraktiristikalari. Odatda bu haraktiristikalar avtomatika tizimlarida va optoelektron qurilmalarda ishlatilsa, ular u yerda tez ishlovchi va haraktiristikalarini chiziqliligini past va yuqori yoritilganliklarida zarur rolini o'ynaydi.

Legirlangan qatlamni diffuzion uzunligi kichikligi sababli p-n o'tishni maydaroq yotishizaruriyatini keltirib chiqaradi (hozirgi zamonaviy quyosh elementlarida 0,3-0,6 mkm intervalida). Ana shunda quyosh $h\nu \geq E_g$ nurlanishlarini barcha tushayotgan tomonlarini yutilishini ta'minlash uchun baza sohasini qalinligi 200mkm dan kam bo'lmasligi kerak. Baza sohasini qarshiligi katta emas – tok yetarlicha ko'ndalang kesimga ega bo'lgan qatlam orqali harorati $750-800^{\circ}\text{C}$ bo'lgan inert atmosferada kremniyga eritib kiritilayotgan butun yoki to'rsimin baza kontaktiga o'tadi, uning birinchi qatlami (p-turdagi metal-kremniy o'tish qarshiligini kamaytirish uchun) ko'pincha alyuminiydan qilinadi va u p- turdagi aralashma hisoblanadi. Alyuminiy yuqori vakuumda changlatish bilan surtiladi yoki organik bog'lovchiga ega bo'lgan tarkibida alyuminiyi bo'lgan pasta yordamida surtiladi (qoplanadi). Alyumin qatlamkeyin titan, palladiy va kumush plyonkalaribilan yoki nikel va qalay hamda qo'rg'oshinli pripoy bilan to'siladi.

n-turdagi kremniyni yuqori legirlangan qatlamini qarshiligi odatda 50 dan 100 Om/sm ni tashkil qiladi va u tashqi sirtida tokni oluvchi kontaktlarni shu ashyolardan ishlangan metallashtirilgan turidan foydalanish bilan chetlab o'tiladi, huddi orqa kontaktdagi kabi (unda alyuminiy qatlam bo'lmaydi, chunki unga zaruriyat yo'q). Yuqori kontakt turini konfiguratsiyasini ishlarda keltirilgan formulalar yordamida hisoblash mumkin. Yuqori tok oluvchi kontaktni

tayyorlashda boshqa muammolar paydo bo'ladi: yetarli darajada yaxshiomik qarshilikka (to'g'irlamaydigan) ega bo'lgan kontakt bilan ta'minlash va u qoplash vaqtida va keyingi ishlov berishlarda juda yuqa bo'lgan legirlangan qatlamni teshib o'tmasin.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki barcha tashqi yuza bo'ylab metallashgan qatlamni

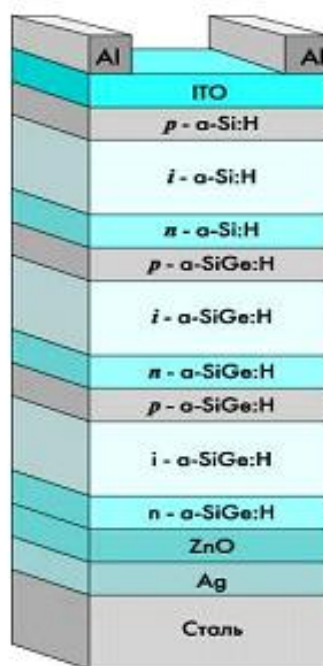
yaratish va uni keyinchalik kontakt rasmda kuydirish yo'li bilan aylantirishmikroqisqa tutashuvchi qismlar paydo bo'lishiga olib keladi, bu R_{sh} ni kamaytiradi I_0 ni oshiradi huddi monokristallar holatida hamda yuqa plyonkali quoyosh elementlaridagi kabi. Bunga yo'l qo'ymasa bo'ladi, agar kontakt yo'lchalari metall maska orqali qoplansa yoki bunga juda o'xshash g'oya bo'yicha – polimerli fotorezist yoki yorishtiradigan qoplam orqali surtilsa. .

Xohlagan holimizda ham metallni legirlangan qatlam bilan kontaktini kelgusida kontakt bo'ladigan joylarga tegishini ta'minlash kerak. Qatlam qarichligi 50dan 100 $\text{Om}/\square$ gacha bo'lganda maydoni $2 \times 2 \text{sm}$ bo'lgan kremniyni quyosh elementining tashqi sirti kengligi 0,5—0,1mm gacha bo'ladi, ularni legirlangan qatlamini tiklash qiluvchisini umumun R_p elemrntini ketma-ket qarshiligini 0,15—0,2 Om diapazondagiga kamaytirish uchun. Ammo p-n o'tishlarnijuda maydao'tishlarida ($l=0,15 \div 0,4 \text{mkm}$), shungao'xshashdiffusion profili (chuqurligi bo'yicha taqsimot konsentratsiyasi) Rasm 2.1 da ko'rsatilgan [19] qatlam qarshiligi 500 $\text{Om}/\square$ gacha ortadi va kontakt yo'lchalari soni yuzasi $2 \times 2 \text{sm}$ bo'lgan elementda 60 tagacha ko'payadi (kengligi 15-20mkm bo'lgan kontakt yo'lcha siningo'zini zarur bo'lgan past qarshiligi shu vaqtda keyinchalik kumush qatlamini qalinligini elektrokimyoviy o'stirish bilan 3-5mkm yetkazish orqali erishiladi). Agar kontakt rasmi kremniyli quyoshelementlarida planar konstruksiyada hisoblashlar va aniq texnologiyalar mos yaratilsa, vol'tamper haraktiristika keskin yaxshilanadi (shakli to'g'ri burchagiga yaqin, foydali ish koefitsenti esa η atmosferadan holis quyoshda 12 dan 13,5% gacha tashkil etadi.

Keyingi vaqtlarda qalinligi kichik bo'lgan legirlangan qatlamli kontaktlarni yaratish uchun bir qator yangi ashyolar taklif qilindi, masalan, titanni nitridlaridan u kremniy bilan juda kichik o'tish qarshiligiga ega.

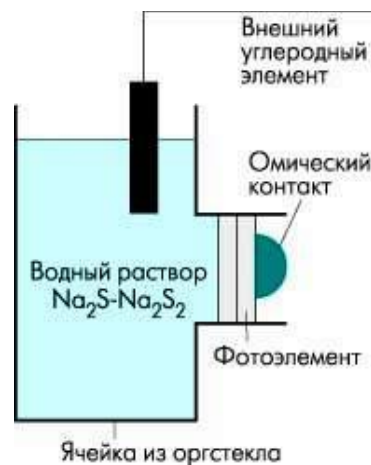
Zamonaviy quyosh elementlarini ko'pchiligi p-n- o'tishga ega. Bu elementlarda erkin zaryad tashuvchilar faqat shu fotonlar yordamida hosil qilinadiki ularni energiyasi katta yoki taqiqlash sohasi kengligiga teng. Boshqacha aytganda bir o'tishli elementni fotoelektrik javobi quyosh nuri spektrini bir qismi bilan cheklangan uning energiyasi taqiqlash sohasi kengligidan katta, kichik energiyali fotonlardan foydalanilmaydi. Bu cheklanishni oshib o'tish ishiniko'p qatlamli strukturalar bajaradi, ular ikki va undan ko'p quyosh elementlaridan iborat bo'lib ularni taqiqlash sohasi kengligi turlicha. Bunday elementlar ko'p o'tishli kaskadli yoki tandemli deyiladi. Ular quyosh spektorini qancha katta qismida ishlaydi va ularning fotoelektrik o'zgartgich effektivligi ancha yuqori.

Oddiy ko'p o'tishli quyoshelementida (rasm.23) yakka fotoelementlar biri ortidan biri shunday joylashganki quyosh nuri oldiniga taqiq sohasi eng keng bo'lganiga tushadi, shu vaqtda energiyasi eng katta fotonlar yutiladi. Yuqori qatlamda o'tkazib yuborilgan fotonlar keyingi taqiqlash sohasi kamroq kenglikka ega bo'lgan elementga tushadi va hokazo.



23- rasm. Ko'p o'tishli quyosh elementini qurish tamoyili.

Kaskadli elementlar sohasidagi izlanishlarni asosiy yo'nalishi galliy arsenididan bir yoki bir necha kamponentlarda foydalanishga asoslangan. Bunday (QE) ni o'zgartirish effekti 35% ga boradi. Bundan tashqari kaskadli elementlarda amorf kremniydan keng foydalaniladi. Uning asosidagi qotishmalar ($a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{H}$, $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{H}$) shuningdek CuInSe_2 . Rasm- 24 da kaskadli batareya aks ettirilgan unda yuqoriga element bo'lib GaInP $n\text{-AlInP}$ dan daraja sifatida shundan keyin GaAs dan ishlangan tunel diodi ular elementlar orasida va pastki GaAs elementni orasida tashuvchilarni o'tishi uchun zarur.

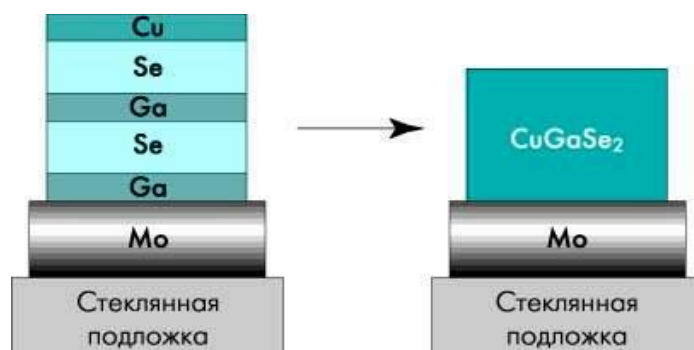


Rasm.24. a-SiGe:H qotishmasi asosida yaritilgan uch kaskatli quyosh elementi.

Perspektiv amorf yarim o'tkazgichlar.

Amorf va shishasimon yarimo'tkazgichlardan amaliy foydalanish turli tumandir. Spekrni uzunto'lqinli sohasiga ta'luqli ekani va tiniqligi sababli xalkogenidli shishasimon yarim o'tkazgichlar optik asbobsozlikda foydalaniladi (25-rasm). Yuqori qarshilikli va fotoo'tkazuvchanligini kattaligi sababli ular elektrofotografiyada, television uzatish trupkalarda vidikon turdagi va tasviriy fototermoplastik o'tkazgichlarni tayyorlashda ham ishlatiladi. Uzib ulash vahotira effekti tez ishlovchi uzib ulagichlarni va hotira matritsalarini yaratish imkonini beradi.

Fotolegirlash va optik hususiyatlarni fotostimullashni qayta tiklashlanishidan yorug'likni qayd qiluvchi muhitlardan galografiya va kumushsiz fotografiyalarda foydalaniladi. Tashqi ta'sirdan stimullanishi hisobiga eruvchanligi o'zgarishi xalkogenidli shishasimon yarimo'tkazgishlar fotoelektron -va rentge norezistorlar, fotoshablonlar vaboshqalarni asosini tashkil qiladi. Amorf kremning Si plonkalarni va boshqalar. Elektor tetroedrik amorf yarimo'tkazgichlar quyosh batareyalarini qurishda issiq bo'lishi hisoblanadi shuningdek effektiv elektroluminaforlar elektrofotogarafikqurilma vidikon va boshqa tasvir o'zgartgichlarini.



Rasm.25. Oyna taglikda yig`ilgan fotoelement.

Yaqinda Samsung kompaniyasi 2,6 dyumli VGA yechishga ega bo`lgan suyuq kristall matritsani yaratgani haqida xabar berdi. Bunday ajoyib yechimga ega bo`lish amorf kremniydan foydalanish hisobiga amalga oshadi. Ashyo shunday ajoyib xususiyatlarga egaki ishlab chiquvchilar dyumda 300taga nuqtani joylashtirish imkoniga ega bo`ldilar (zichligi oshdi). Bungacha ko`pchilik muhandislar dyumda 150nuqtani joylashtirish o`tib bo`lmas to`siq deb hisoblar edilar. ekran 150 Kd/kv.m.yorqinlikka ega va kontrastlik esa 200:1 panellarni omma-viy ishlab chiqarish 2004yil dekabrdan bo`shlandi.

Amorf xalkogenitlarni keng qo`llaniladigan sohasi elektrofotografiya yoki kse

Kografiya hisoblanadi. Seleni yorug`likka sezgirligi va uni qotishmalaridan hujjatlarni to`g`ridan-to`g`ri nusxasini olishda foydalaniladi. Xaloogenitli shishasimon yarim o`kazgich optik axborotni elektrofotografik usulda yozishda qo`llaniladi. Zaryad tashuvchini sirtida elektrostatik tasvirni hosil qilish yoli bilan yozish amalga oshiriladi, bunda zaryad tahsimoti optik tasvirni yoritilganligini aksettiradi. Elektrostatik tasvir fototashuvchini sirt zaryadini fotoelektrik modelyasi hisobiga hosil bo`ladi. Fototashuvchi fotoo`tkazuvchi plastinadan iborat bo`lib uning sirtlaridan biri bo`sh ikkinchisi yerbilan kontaktda bo`ladi yerelektrodi orqali. Bo`sh sirt elektrlanadi masalan, toj zaryadi ta`sirida ionlashadi shundan

keyinunga yorug'lik tushiriladi, yorug'likni sezgir ashyo tomonidan. Zaryadlangan sirt tomonidan hosil qilingan tashqi maydon ta'sirida hosil bo'lgan elektronlar va teshiklar qarama-qarshi tomonga plastina sirti bo'ylab harakatlanib elektrlash zaryadini kompensatsiyalaydi. Elektro fotografik usulni o'ziga hosligi shundaki kompensatsiya vaqtida undagi kuchlanish kamayadi. Shunday qilib hosil bo'lish jarayoni, zaryad tashuvchilarni teng bo'lmagan rekombinatsiyasi stasionar bo'lmagan sharoitlarda sodir bo'ladi, bunda kattalik o'zgaradi elektrmaydonini muhitdagi taqsimoti ham o'zgaradi. Sirt potensialini ekspozitsiya vaqtiga bog'liqligi fotoo'tkazgichni eng zarur karakteristikasi hisoblanadi.

a-Si asosida uzib ulovchi qurilma tayyorlanadi. a-Si:H turdagi qatlamni yuqori yorug'likka sezgirligidan tasvirni chiziqli sensorlarini ishlab chiqishda foydalanilgan. a-Si:H qatlamlaridan passivatsiyada ham foydalaniladi, ularni p-n-o'tishlarida kremniy kristallaridan cho'ktirib sizilish tokini kamaytirishida foydalaniladi, bu tok uzilgan bog'lanishlar sirt holati hisobiga hosil bo'ladi. a-Si:H cho'ktirilgan qatlami shu markozlar sonini kamaytiradi bundan tashqari huddi izolyatsiyalovchi himoya qatlami kabi ta'sir qiladi .

Xal'kogenid shisha mexanik jihatdan bo'sh oksidlilarga nisbatan, ularning yumshash va qattqlik nuqtalari pastroq. Xal'kogenidlar nisbatan kattaroq sindirish ko'rsatgichiga ega. Shu sababli ular optik elementlar sifatida foydalaniladi, ular ko'pincha aksettirishga qarshi qoplam bilan qoplanadi.

IQTISODIY QISM

I. Loyihani texnik-iqtisodiy asoslash.

II. Investitsiya hajmini aniqlash.

- Bino, inshootlar, dastgohlarning ijara qiymati investitsiya hajmi
- Material ishlab chiqarish zaxirasi qiymati investitsiya hajmi
- Tez yemiradigan va arzon buyumlarning ijara qiymati investitsiya hajmi
- Nazorat- o'lchov asboblarning ijara qiymati investitsiya hajmi
- Loyihani ishlab chiqarishga sarflangan investitsiya hajmi qiymati

III. Yillik daromad, iqtisodiy samaradorlikni aniqlang.

IV. Harajatlarni qoplanish muddatini aniqlang.

I. Loyihani texnik-iqtisodiy asoslash.

- Loyihaning maqsadi, vazifalari, ahamiyati, hozirgi talablariga javob bera olishi
- Loyihaning iqtisodiy samaradorligi, qo'llanish sferalari

II. Investitsiya hajmini aniqlash .

Bitiruv ishi bo'yicha sarflanadigan xarajatlarini quyidagi keltirilgan jadvallarda keltiramiz.

Material ishlab chiqarish zaxiralarni sotib olish investitsiya hajmi

Jadval 1.

№	Materiallar Nomi	Soni	Donasining baxosi	NDS 20%	Umumiy qiymati NDS bilan
1	Qog'oz A4	1	20000	4000	24000
2	Fleshka	1	30000	6000	36000
3	Internet		30000	6000	36000
4	Katrij	1	10000	2000	12000
5	Kanstovar		10000	2000	12000
6	Jami				120000

Inventarlar va ulchov-nazorat asboblarni sotib olish investitsiya hajmi

Jadval 2.

№	Nomi	Soni	Donasining baxosi	NDS 20%	Umumiy qiymati NDS bilan
1	Kompyuter	1	1500000	300000	1800000
2	Printer	1	500000	100000	600000
3	Skaner	1	300000	60000	360000
4	Jami				2760000

Asosiy fondlar qiymati

Jadval 3.

№	Asosiy fondlar qiymati	Soni	Asosiy fondlar qiymati
1	Laborotoriya		1500000
2	Uskunalar	2	2760000
	Jami	2	4260000

Amortizatsiya ajratmasi AF 20% tashkil qiladi

$$A_{otch} = 20\% * O\Phi/12$$

$$A_{otch} = 0.2x \ 4260000/12$$

$$A_{otch} = 71000 \text{ cym}$$

Joriy tamirlash va texnik xizmat uchun xarajatlar AF qiymatining 12%

$$Rt = 12\% * O\Phi/12 \quad Rt = 0,12x4260000/12 \quad Rt = 42600 \text{ so'm}$$

Loyihani ishlab chiqaruvchi ishchilarning ish haqqini hisoblash

Jadval 4.

Bajariladigan ishlar nomi	Lavozimi	Kunlar	O'rtacha bir Kunlik ish xajmi	Bajarilgan Ishning qiymati
Loyiha mavzusini tanlash va shakllantirish	CHC	1	15000	15000
Mavzu bo'yicha ITA tanlash va o'rganish	MNS	2	7050	14100
Intrfeus dasturini ishlab chiqish	MNS	2	7050	14100
Ma'ruza matnini kiritish	MNS	3	7050	21150
Dasturni sozlash	MNS	1	7050	7050
Kompleks dasturlarni testdan o'tkazish	MNS	2	7050	14100
Xatolarni topish	MNS	2	7050	14100
Xatolarni topish	MNS	2	7050	14100
Iqtisodiy qism	MNS	2	7050	14100
		1	15000	15000
Mehnatni muhofaza qilish	MNS CHC	2	7050	14100
		1	15000	15000
Bitiruv ishi qo'l yozmasini tayorlash	MNS	1	7050	7050
Taqriz berish	SNS	1	15000	15000
Bitiruv ishini o'zlashtirish va himoya	MNS	1	7050	7050
Jami		24		201000

Asosiy ish haqi – barcha ishchilarning ish xaqi va 40% miqdori mukofot pulning yig'indisi sifatida aniqlanadi

$$Z_{osn} = SOT * 0,4 + SOT$$

$$Z_{osn} = 201000 \times 1,4$$

$$Z_{och} = 281400 \text{ so'm}$$

Qo'shimcha ish xaqi asosiy ish haqqining 10% hisobida olinadi

$$Z_d = K_d * Z_{osn}$$

$$Z_d = 0,1 \times 281400$$

$$Z_d = 28140 \text{ so'm}$$

Mehnatga haq to'lash fondi asosiy va qo'shimcha ish haqqi to'lash fondi asosiy va qo'shimcha ish haqqilarining yig'indisi sifatida aniqlanadi

$$\Phi OT = Z_{och} + Z_d$$

$$\Phi OT = 281400 + 28140$$

$$\Phi OT = 309540 \text{ сум}$$

Ijtimoiy ehtiyojlarga xarajatlar FOT dan 27% miqdorida hisoblanadi

$$O\Phi CC = 25\% * \Phi OT$$

$$O\Phi CC = 0,25 \times 309540$$

$$O\Phi CC = 77385 \text{ so'm}$$

Transport harajatlari asosiy ish haqqidan 20%

$$RTR = 0,2 \times 30\text{CH}$$

$$RTR = 0,2 \times 281400$$

$$RTR = 56280 \text{ cym}$$

Ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun issiqlik harajatlari

uzunligi -5m

eni-3.5m

$$V = \text{uzunligi} \times \text{eni}$$

$$V = 5 \times 3.5 = 17.5 \text{ m}^2$$

$$V = 17.5 \times 787,95 = 13789,125 \text{ so'm}$$

Elektr energiyasiga bo'lgan harajatlar quyidagi formuladan aniqlanadi

$$W = N * T * S$$

N- o'rnatilgan quvvat, KVT

T- ishlatilgan vaqt

S- 1 KVT/ soat elektr energiya narxi

$$W = 1 \times 100 \times 155$$

$$W = 15500 \text{ so'm}$$

Investitsiya hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$K = \text{MII3} + \Phi\text{OT} + A\phi + \sum P$$

$$K = 120000 + 309540 + 71000 + 125809.125 = 626349.125 \text{ so'm}$$

Urganilgan ishning xarajat smetasi

jadval 5.

№	Xarajatlarning nomi	Qiymati
1	Bajarilgan ishning qiymati	856315.6875
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	658704.375
3	Ishlab chiqarish tannarxi	627750.375
4	Davr xarajatlari	30954
5	Material xarajatlari	146929.125
6	Xom-ashyo	120000
7	Elektroenergiya	26929.125
8	FOT	309540
9	Ijtimoiy sug'urta	77385
10	Amortizatsiya	71000
11	Boshqa xarajatlar	22896.25
12	Asosiy ish xaqi	201000

Bajarilgan ishning iqtisodiy samaradorligini aniqlash. jadval 6

№	Ko'rsatkichlar nomi	O'lcho'irligi	Summa qiymati	Izox
1	Bajarilgan ishning qiymati	So'm	856315.6875	Jadval
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	So'm	658704.375	Jadval
3	Investitsiya	So'm	626349.125	Formula
4	Iqtisodiy samara	So'm	197611.3125	Formula
5	Qoplanish muddati	Oy	3.2	Formula
6	Rentabillik	%	31.2	Formula

Iqtisodiy samarani quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$\mathfrak{D} = (C1 - C2) * Q$$

$$C1 = C2 * 1,3$$

C1 va C2 – avvalgi va keyingi tannarx,

Q – ishlab chiqarish hajmi

$$\mathfrak{D} = (856315.6875 - 658704.375) \times 1$$

$$\mathfrak{D} = 197611.3125 \text{ so'm}$$

Rentabillikni aniqlaymiz

$$R = \frac{\varepsilon * 100\%}{K}$$

$$R = \frac{197611.3125 * 100\%}{626343.125}$$

$$R = 31.2\%$$

Qoplanish muddatini aniqlaymiz

$$Tok = \frac{K}{\varepsilon}$$

E - iqtisodiy samara

K- kapital

$$Tok = \frac{626349.125}{197611.3125}$$

$$Tok = 3.2$$

HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI

Bitiruv ishining bu qismida ishlash jarayonida hayot faoliyatining xavfsizligini ta'minlash chora-tadbirlari kurib chiqiladi.

Hayot faoliyati deb insonni har kungi faoliyati, dam olishi, yashash tarziga aytiladi.

Insonlarni texnosferadagi faoliyatining xavfsizligini asoslarini o'rganishga kirishishni avvalo tirik mavjudotlarning o'zaro va atrof-muhit bilan bir-biriga munosabati to'g'risidagi umumiy bilimlarda HFXni o'rini bilishdan boshlash kerak.

Jamiyatda va tabiatda yuzaga kelgan ko'pgina negativ faktorlarning avvalam bosh sababi insonlarni antropogen faoliyati bo'lib, xozirgi paytda ushbu muammolarni echish uchun insoniyat texnosferani mukammallashtirib, odamlarga va tabiatga salbiy ta'sirini yo'l qo'yilgan darajagacha pasaytirish hisoblanadi.

HFXning fan sifatidagi asosiy maqsadi- insonlarni texnosferadagi negativ antropogen va tabiiy ta'sirlardan himoyalash hamda hayot faoliyati uchun (qulay) komfort sharoitlar yaratishdan iborat.

Yashash siklida inson va atrof-muhit doimo harakatdagi «inson-yashash muhiti» tizimini hosil qiladi.

Xavf deb – tirik va tirik bo'lmagan materiyaning shu materiyaning o'ziga, ya'ni odamlarga, tabiatga, moddiy boyliklarga ziyon keltiruvchi salbiy xususiyatiga aytiladi. Xavf HFXning markaziy tushunchasi hisoblanadi. Xavflarni tabiiy va antropogen kelib chiquvchilarga ajratish mumkin. Tabiiy xavflar xaroratni o'zgarishi, tabiiy ofatlar natijasida yuzaga kelsa, antropogen xavflar inson faoliyati natijasida hosil bo'ladigan chiqindilar, mexanik, issiqlik, elektromagnit energiyasining chiqindilarini atmosferaga, suv xavzalariga tushishidan xosil bo'ladi.

Mexnat faoliyatini tavsifi va uni tashkil etish inson organizmining funksional faoliyatini o'zgarishiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Mehnat faoliyatini turli shakllari

aqliy va jismoniy mehnatga bo'linadi.

Jismoniy mehnat birinchi navbatda tayanch-harakatlanuvchi, asabiy-muskul, yurakka kuchaytirilgan og'irlik berish bilan tavsiflanadi.

Aqliy mehnat ko'pgina axborot qabul qilish-uzatish ishlarni diqqatni, eslab qolish tizimini, yikrlash tizimini aktivlashishini talab qiladi, natijada uzoq aqliy yuklama insonning asab tizimiga, yurak-tomir tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ushbu mehnat turiga *gipokineziya* ya'ni insonni harakatlanish aktivligi pasayishi natijasida emotsional kuchlanishga qarshi organizmning reaksiyasining yomonlashuvi kuzatiladi. uzoq aqliy mehnat bilan shug'ullanish asab tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi: diqqat bilan ishlashi (bir ishdan ikkinchisiga o'tishi, fikrni bir erga jamlash), xotirasi (qisqa muddatni va uzoq davrni eslash), axborotni qabul qilishida ko'plab xatolarga yo'l qo'yadi

Hozirgi zamonda toza fizikaviy mehnat aytarli rol o'ynamaydi. Fiziologik klassifikatsiyaga ko'ra ishlarni muskullarni sezilarli harakati bilan amalga oshadigan turiga, mehnatni mexanizatsiyalashgan shakliga, avtomatlashgan va yarim avtomatlashgan ishlab chiqarishga, konveerda ishlaydigan shakliga, uzoqdan turib boshqaradigan va intellektual mehnat turlariga bo'linadi.

Atrofdagi predmetlarning harorati va organizmga fizik yuklama ma'lum ishlab chiqarish muhitini tavsiflaydigan parametrlar bo'lib, qolgan parametrlar hisoblanmish odamni o'rab turgan havo harorati, harakati va atmosfera bosimi *mikroiqlim parametrlari* deb nomlanadi.

Mikroiqlim parametrlari insonni salomatligiga va ishlash qobiliyatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Havo harorati 30 °S dan oshganda odamning ishlash qobiliyati pasaya boshlaydi. Keskin havoning o'zgarishi natijasida inson salomatligi yomonlashadi, maxsus moslamalarsiz inson bir necha daqika 116 °S gacha havodan nafas ola oladi. SHu bilan birga havo harakatining tezlashishi ham konvektiv issiqlik ajralishini tezlashtirib, salomatligiga salbiy ta'sir o'tkazadi.

Sanoat korxonalarining issiq sexlarida ko'pgina texnologik jarayonlar yuqori haroratda amalga oshiriladi. 500°S gacha qizigan yuza $740\ldots 0,76$ mkm to'liq uzunligida infraqizil issiqlik nurlarni sochadi. Undan yuqori haroratlarda esa ultrabinafsha nurlar ham yuzaga keladi.

Infraqizil nurlar organizmga asosan issiqlik ta'sirini o'tkazadi, natijada tanada biokimyoviy siljishlar paydo bo'lib. Qon aylanishi pasayadi, natijada yurak-tomir va asab tizimlarining faoliyati buzuladi

Atmosfera bosimi insonning nafas olish va o'zini yaxshi his qilishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Bosimning o'zgarishi natijasida insonning faoliyatini sustlashtirishi o'pka hajmining qisqarishiga, nafas muskulaturasini olish-chiqarish kuchining oshishiga, bu o'z navbatida nafas olish chastotasining oshishiga sabab bo'ladi.

Atrof-muhit bilan insonlarning o'zaro issiqlik almashinuvi mikroiklim parametrlariga bog'liq bo'lib, harorat tabiiy sharoitda -88 dan $+60^{\circ}\text{S}$ gacha, havo harakati 0 dan 100 m/s gacha, atmosfera bosimi 680 dan 810 mm s.u. o'zgaradi.

Kompyuter texnikasiz ulkan yutuqlarni qo'lga kiritishni, umuman kompyuter ishtirokisiz hech qanday soxani tasavvur qilib bo'lmaydi. KT rivojlanish tarixiga nazar solsak, ular avlodlarga bo'linib, boshlang'ich avlod mexanikali hisoblagichlar sifatida yuzaga kelgan bo'lib, birinchi avlod mashinalari elektron lampalar asosida Pensilvaniya universitetida ikkinchi jaxon urushi tugashi bilanoq AKSH harbiy mahkamasi mablag'iga yaratilib, artilleriya snaryadlarining uchish traektoriyasini hisoblashga mo'ljallangan edi. Bu baxaybat mashinaning og'irligi 50 tonnaga yaqin bo'lib, bir paytni o'zida 20 ta sonni eslab qolar edi. O'sha davr uchun bu mashina yaratilishiga bir yarim yil va 480 ming dollar sarf bo'lganiga qaramay, texnika mo'ljizasi edi. Bu mashina 12 soat talab qiladigan masalalarni 30 sekundda «chaqib» tashlar edi.

So'ng tranzistorlarda ishlovchi elektron hisoblash ikkinchi avlod mashinalari, uchinchi avlod mashinalari asosan mamlakatimizda ES(edinaya sistema) turkumli integral sxemalardagi EXMlar bo'lib. Lekin hisoblash texnikasini

takomillashtirish ildam qadamlar bilan borardi va to'rtinchi avlod o'ta katta integral sxemalarda ishlovchi 1980 yil birinchi xususiy kompyuter paydo buldi. Xozirgi paytda o'zining ixchamligi, ulkan imkoniyatlari va xotirasi, fenomenal hisoblash tezligi bilan inson faoliyatining turli soxalarida ishonchli yordamchiga aylandi. Xatto yaqin orada o'zining yaratuvchisi bo'lgan insondan 16 milliard neyronlarning o'zaro aloqasiga asoslangan miyasining fikrlashi borasida o'zib ketishi mumkin. Beshinchi avlod mashinalari ikki va undan ko'p yadroli kompyuterlar hisoblanadi.

Lekin ular ba'zi bir insonlar uchun xatto yashash joyigina bo'lib qolmay, balki kompyuter ekrani oldida o'z o'limini topayotgan aloxida virtual dunyoga aylandi.

Kompyuterlashgan va axborotlashgan xalq xo'jaligi soxalarini rivojlanishi favqulotda tez kompyuter global tarmoqlarini yuzaga kelishiga sabab bo'ldi. 1998 yildan boshlab dunyodagi Internet resurslarning hajmi yiliga ikki barobar o'sdi. 2010 yilga kelib Halqaro Internet tarmog'ini foydalanuvchilarning soni 800 mln. (er yuzi aholisining 1/8 qismi) ni tashkil etdi.

Kompyuter texnikasining o'ziga xosligi shundan iboratki, agar avvalgi texnika yangiliklari hisoblangan telefon, avtomobil, samolet insonga faqat mexanik qo'shimcha bo'lgan bo'lsa, kompyuter esa insonni mashinadan ustun qo'yuvchi ongiga ta'sir ko'rsatmokda SHu sababli taniqli amerika fantast yozuvchisi Ayzek Azimov robototexnika qonunining ma'nosini shu uch jumlada «Insonga zarar keltirma» deb ifodalaydi.

Kompyuterlarni xayotimizga kirishining ijtimoiy va boshqa aspektlarida yana to'xtamasdan, «qora qutidan» bilmay foydalanish, afsuski ko'plab xavf-xatarlarni o'z ichiga qamrab olganligini qayd etish joizdir.

Kompyuterlar kundalik hayotga shaxdam kirib keldi, millionlab insonlarning ishida, uyidagi turmush tarzini butkul o'zgartirib yubordi, bu o'z yo'lida kompyuterlarni inson xayotiga turlicha ta'siri bir qator betobliklarning

sababchisi bo‘lib, hozir ham tibbiyot xodimlarni, sotsiolog va boshqa mutaxassislarning e‘tiborini jalb qilib kelayapti, ya’ni keng ma’noda ijtimoiy muammoga aylanib, xisoblash texnikasi foydalanuvchisining sog‘lig‘iga ta’sir etmoqda. Bu ta’sir kompyuterlar ancha oldin kundalik hayotda mustaxkam o‘rin olgan davlatlarda paydo bo‘ldi. Informationsion texnologiyalarning eng bosh quroli bo‘lib kompyuterlar va radioelektron aloqaning mobil vositalari hisoblanadi. Har qanday ilmiy yangilik kabi kompyuterda ishlash doimo psixoemotsional kuchlanganlik, fikrni, e‘tiborni bir joyga jamlashni talab etadi. Dunyoda mavjud ishchi joylaridagi 800 mln. dan ortiq kompyuter terminallari foydalanuvchilarda “kompyuter kasalliklari”ni ko‘payib ketishiga asosiy sababchi hisoblanadi.

Hisoblash texnikasidan ishlab chiqarishda va boshqa faoliyat soxalaridagi foydalanish afzalliklarini bir chekkaga surib, kompyuterdan keng foydalangandagi negativ oqibatlar: alohida foydalanuvchi va personalning ishlash qobiliyatiga va salomatligiga ta’siri ko‘rib chiqamiz.

Kompyuterlar bilan muloqot tashqaridan qaraganda oddiy ko‘rinishi bir tarafdin foydalanuvchilarning sub’ektiv sezgilari bilan, ikkinchi tarafdin u yoki bu ishlab chiqarish faktorlarining turli xil reaksiyalarini izlash bilan tasdiqlanayapti. SHuni qayd etish lozimki, kompyuter texnikasini ma’naviy eskirish davri 2- 2,5 yildan oshmaydi. Kompyuterda ishlashni to‘g‘ri tashkil etish, foydalanuvchining sog‘lig‘iga salbiy ta’sirini iloji boricha kamaytirish uchun, surunkali kompyuterda ishlash inson organizmiga ta’siri va keyingi oqibatlari XKning sifatsiz emission va vizual xarakteristikolari sababli, ish joyini, ish tartibini noto‘g‘ri tashkil etilganidan, u yoki bu shikoyatlarning mukammal sabablarini ko‘rib chiqamiz.

Kompyuterlarda ishlash birinchi navbatda ekrandagi tasvirni qo‘lyozma yoki bosma materiallar matnini ajratish, mashina yozuvi, grafika ishlari va boshqa operatsiyalarni birgalikda o‘zlashtirish bilan bogliq bo‘lib, ko‘zni toliqishiga olib kelishi yaltirash, lipillash va boshqa shu kabi ekran ko‘rish

parametrlarining, xamda xona muxitining o'zgarishlari bilan kuchayadi. (2 chizma) shu borada xususiy kompyuterlarning qismlarida asosiy nazoratdagi gigienik parametrlariga elektromagnit maydon darajalari, akustik shovqin, havodagi zararli moddalar konsentratsiyasi, VDT vizual ko'rsatkichlari, yumshoq rentgen nurlanishi¹, vizual ko'rsatkichlar qaysi qurilmalarida nazorat qilinishi ko'rsatilgan. Monitorda ishlovchilarning sog'lig'i bilan noxush zararli faktorlar o'rtasidagi aloqadan ko'rinib turibdiki, asosiy sog'liqni yomonlashuviga masalan, ko'zog'rishi va ko'rishni yomonlashuvigga ultrabinafsha nurlanishlar, tasvirni lipillashi, ko'rinvchi yorqin nurlar, yaltillash va aks etgan nurlar, statik elektr ta'siri qayd etilgan bo'lib, past chastotadagi elektrmagnit maydon, rentgen nurlanishining ta'siri mumkin emasligi ko'rsatilgan

ga murojaat etsak, videodisplay terminallari bilan ishlovchilarning kasallanish strukturasi (%)da kasalliklar bilan ishlovchilar qancha vaqt davomida videoterminal (VDT)larda ishlashiga qarab foyizlari berilgan, masalan, VDTda 2 soatdan 6 soatgacha ishlovchi 407 kishining nazorati shuni ko'rsatadiki, markaziy asab tizimi (MAT)ning funksional buzulishi 12dan 3.3% foyizgacha bo'lishi qayd etilgan.

Bu ish diqqatni yuqori konsentratsiyasi, ko'rish nokulayliklari, berilgan vazifaning sifatiga javobgarlik kabi zo'rikishning psixoemotsional darajasini yuqoriligi bilan xarakterlanadi. Katta hajmdagi axborotni qayta ishlash, murakkab masalalarni echish ko'pincha vaqt tig'izligi bilan bog'liq bo'lib, aqliy va asabiy zo'riqishning kuchayishini talab qiladi. Bundan tashqari qimirlamay bir xil o'tirish turli gurux muskullarni zo'riqishiga, klaviaturadagi bir xil harakatlar esa qo'lning bo'g'in va muskullarida shamollash jarayonini rivojlanishiga olib keladi. Keltirilgan faktorlar shuni ko'rsatadiki, xususiy kompterda doimiy ishlash toliqishga olib keladi, u rivojlanish darajasi bo'yicha boshqa faoliyatlar ichida ikkinchi o'rinni egallaydi (birinchisi-avtobus haydash). Bolalarni va o'smirlarni gigienasi soxasidagi yakindagi tekshiruvlar ko'pgina

o'quvchilarning informatika darsidan so'ng ishlash qobiliyati ikki marta, uchdan bir qismida esa ko'zning o'tkirligi pasaygan.

VDT bilan bir haftada kamida bir kun ishlovchi 1025 kishini so'rovidan shu ma'lum bo'ldiki, 74 % - ko'zini charchaganini, 31 % - ko'zini o'tkirligi pasayganini, 39 % - asabi taranglashganini, 16 % - umuman sog'lig'i yomonlashganini qayd etdilar.

Bir necha davlatlar, misol uchun Germaniyada operator kasbi xavfli kasblar qatoriga kiritilgan. AQSHda ancha vaqtdan beri bu kasb ish sharoitining zararligi tufayli nufuzsiz bo'lib qoldi.

Videoterminallar bilan ishlash xususiyatlari: ko'rish organlariga yuqori talabchanlik, asabiy zo'riqishlar, ish xarakterining bir zayildaligi, badanning ish xolatini majburiyligi, hamda zararli ishlab chiqarish faktorlari, birinchi navbatda displeyni elektron-nurli trubkasining elektromagnit nurlanishi turli xil kasalliklarni shakllanishiga yordam berdi.

Misol tariqasida Kentukki universitetining (AQSH) tibbiyot profilaktikasi va atrof-muxitni sog'lomlashtirish kafedrasi tomonidan 1000 operatorni anketalashtirish natijalarini keltirish mumkin: VDT operatorlari VDTdan foydalanmaydigan operatorlarga nisbatan ko'pincha ko'rishni zaiflashishidan, bosh og'rig'idan, ko'krak muskullarining og'rishidan qiynaladilar. Ularda ish jarayonida toliqish va asabiy zo'riqish sezilib, tungi uyqudan so'ng ham etarlicha charchog'i bosilmaydi.

Gigiena va mehnat muxofazasi ilmiy-tekshirish instituti (Osaka sh, YAponiya) mutaxassislari 3148 dan 1700 tasi VDT bilan kuniga 4 soat ishlaydigan operatorlarni tekshiruvdan o'tkazdi. Deyarli barchasi ko'zini toliqishidan shikoyat qilgan.

SHveysariya kredit banki tomonidan 800 operatorlarni anketalashtirishi ko‘rishni buzilganligini, bosh og‘rig‘i, elka muskullaridagi og‘rig‘i, bir xildagi ish xarakteridan toliqish yuzaga kelishini ko‘rsatdi.

Operatorlarning ko‘rsatgan shikoyatlarini jamlaganda, VDT ekrani oldida ish paytining yarmidan ortig‘ida bo‘luvchilarda etakchi o‘rinni, 62 dan 94 %, ko‘rishni zaiflashuvi egallaydi. Bu birinchi navbatda ko‘zning charchashi (45 %), ko‘zda qum borligi (31 %), kichishi, ko‘zning ifloslashuvidir (24 %). Buning ustiga og‘riqlar ish vaqtining tugashiga yaqin seziladi (46 %). Butun ish mobaynida VDT bilan band xodimlarda VDT da 4-5 soat ishlaydiganlardan ko‘rishni buzulishi 1,7 marta ortiq ekan.

Kuchaygan ko‘rish noqulayligi va keyingi ko‘rishni buzulishi harflarning grafikasi yomon, shakllarning ravshanligi past, ranglari noaniq, ko‘zga sezilarli lipillash va qaltirash va x.k bo‘lgan eski videoterminallardan foydalanganda paydo bo‘ladi

Hisoblash texnikasi operatorining ko‘rishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan sabablar majmuasidan, birinchi navbatda, ekrandagi shakllarning vaqt va fazoviy bir maromda emasligi bilan bog‘liq kontrasti etarlicha bo‘lmasligi, monitorni keragidan ortiq ravshanligi, xamda displey yuzasidan qaytgan nurni aks etishini ajratish joizdir. Bundan tashqari, ko‘rish juda yorug displey ekranidan kamroq yoritilgan klaviaturaga, xujjatlarga nigoxni tez-tez o‘tib turishi natijasida qattiq aziyat chekadi va boshqa sabablar bilan birgalikda ko‘zning toliqishi - astenopiyasiga olib keladi. Shunday fikr mavjudki, "displey astenopiyasi" paydo bo‘lishining etakchi faktori- ekrandagi shakllarning o‘ziga xosligi, xususan qog‘ozdagi matnni shakllaridan farqlanishi tufayli yuzaga keladi. Elektron-nurli trubkali ekrandagi shakl qog‘ozdagi matnlar shaklidan bir qator alomatlar bilan farqlanadi: shakl yarqirab turadi, lekin uzluksiz emas, chunki u diskret nuqtalar-piksellardan iborat, u lipillaydi, chunki bu nuqtalar ma’lum chastotalarda yonadi va o‘chadi.

Ko'rish toliqishining muxim faktorlaridan biri-kompyuter joylashgan xona va ish joyining yoritilganligidir. VDT bilan ishlaganda yorug'lik muxiti xarakteristikolari ko'pincha umumiy kamchiliklarga egadir: ko'rish chegarasida ko'plab to'g'ri va qaytar yorkinliklar (ekrandan va klaviaturadan, deraza va yoritgichlardan) bo'lishi, ravshanlikning bir tekisda taqsimlanmaganligi, yoritilganlik darajasining pastligi va x.k. Ular asosan uskunalarni xonadagi eruglik manbaiga nisbatan savodsizlarcha joylashtirilganligi va ko'rish organlarining operator ish joylaridagi toliqtiruvchi faktorlarga nisbatan elementar himoyasi yo'qligiga bog'liqdir. "Asthenopiya" terminiga mutaxassislar ko'rish simptomlarini (ko'z oldini xiralashuvi, predmetlarni shakl ko'rinishini noaniqligi, ular rangini o'zgarishi va boshqalar) va ko'z simptomlarini (ko'z charchaganini xis etish, ulardagi haroratining oshganligi, noqulayligi, ko'zda og'riqlar paydo bo'lishi va boshqalar) aks etishini kiritadilar. Bu tushunchani orqasida ko'rish analizatorining barcha bo'g'inlaridagi funksiyalarning, ya'ni ko'zning muskul apparati (akkomodatsiyaga va konvergensiya javob beruvchi) zo'riqishi bilan birgalikda ko'z to'r pardasi elementlarida ko'rish organining optimal ishlashini ta'minlovchi (yorug'likni sezuvchanlik, rangni ajratish kabi) biokimyoviy reaksiyalarning buzulish alomatlari turadi

Ob'ektiv izlanishlar ko'rishnint asosiy funksiyalari (rangni ajrata bilishni o'zgarishi 19-25 %, ko'ra olish ko'rsatkichini o'zgarishi 12-33 % va boshqalar) yomonlashgani, xamda sezilarli darajada ishlash qobiliyati va diqqatining pasayishini tasdiqlaydi. Maxsus apparatura yordamida o'tkazilgan izlanishlar shuni ko'rsatdiki, operatorlarda aniq ko'rish turg'unligi, ko'rish analizatorining elektr sezuvchanligi va labilligi (harakatchanligi), ko'rish o'tkirligi va moslashuvi pasayadi, shuningdek ko'z muskullarining muvozanati buziladi. Bu esa VDT bilan ishlaydiganlarning 80 % yaqini ko'ishni yomonlashuvidan aziyat chekib, ko'zoynakdan foydalanishiga olib keladi.

Foydalanuvchining kompyuterda ishlash chog'idagi ko'rish uchun ma'qul bo'lgan sharoit yaratish- eng bosh muammolardan biridir. Kompyuterdan

foydalanilganida ishning ma'qul bo'lmagan sharoitidan shikoyatlarda etakchi o'rinni ko'rishning u yoki bu muammolari, birinchi navbatda 1.5-2 soat uluksiz ishlash natijasida paydo bo'ladigan ko'z charchashi egallaydi. XK bilan sistematik tarzda ishlash natijasida ko'pincha bir- bir yarim yildan so'ng ko'rishning yomonlashuvi kuzatiladi. SHuning uchun ilmiy maqolalarda, me'yoriy adabiyotlarda, ommaviy nashrlarda ko'z toliqishini oldini olish va yuqotish muammolariga katta e'tibor berilmoqda. Ko'rish toliqishi profilaktikasi masalalari kompleks bo'lib, birinchi navbatda operatorni ko'rishining qay darajadiligiga, monitor sifatiga, ish joyini tashkil etishga va kompyuterni joylashuviga, ish joyidagi va xonadagi yoritilganlik parametrlariga, mehnat qilish va dam olish tartibiga bog'liqdir. Sog'lom ko'rish sharoitini yaratish va ko'z kasalliklarini oldini olishning asosiy yo'nalishlarini ko'rib chiqishni insonning ko'rish apparatini xususiyatlari va displeyda shakl tasvirini qanday qabul qilishiga bog'liqdir.

Insonning ko'rish tizimi, displey ekranidagi rasmlarni ko'rishga yomon moslashgan ekan. Million yillar mobaynida ular aks etgan yorug'likdagi predmetlarni ko'rishga moslashib kelgan, bu evolyusiya natijasida primat-maymunlar va insonlar mukammal ravishda ko'rish xususiyatiga ega bo'lganlar, sariq bananni va zarg'aldoq apelsinni yashil rangli daraxtlar fonida bemalol ajrata oldilar, lekin na banan, na apelsin va yashil barglar yaltillamaydi, ular quyosh nurining aksida ko'rinadilar xolos. SHuni xam eslatib o'tish kerakki, elektromagnit to'lqinlarning 380-760 nm diapazondagi, ya'ni ko'rinadigan spektridagi monoxromatik nurlanishni turli uzunlikdagi to'lqinlariga insonning ko'zi turli xildagi yorug'lik sezgilariga egadir. Infraqizil (> 760 nm) va ultrabinafsha (< 380 nm) nurlarni inson ko'zi ko'rmaydi. Ko'zning eng yuqori sezgirligi kunduzi quyosh nurlanish xarakteristikasiniig maksimal spektri (550 nm -bu yashil rang)ga to'g'ri kelib, yzoq vaqt odamzot ko'zining tarqoq quyosh nuriga moslapguvi natijasidir.

Elektron-nurli trubkaning paydo bo'lishi insoniyat uchun ulkan muammolar ham keltirib chiqardi, chunki tasvir ekranning yoritilganligi oqibatidir, ya'ni yorug'lik manbai bo'lmish displeyga qarash kerak. Insonning ko'zi yorug'likning

intensivligiga ko'z qorachig'ining diametri, hamda to'rpardaning sezgirligi o'zgarib moslashsada, bu juda ham ko'rish uchun og'irdir. Boshqa tarafdin, foydalanuvchi ish jarayonida ekrandan qog'ozga va aksincha nigohini olib o'tishi kerak, kun davomida ko'zlar yuz, ming marta bir turdagi o'qishdan ikkinchisiga moslashadi, bu o'z yulida ortiqcha og'irlikni yuzaga keltiradi. SHuni qayd etish lozimki, qadim zamonlarda paydo bo'lgan yozuvlar insonning kitob o'qishiga va rasmlarni tomosha qilishiga mo'ljallanmagan ko'rish tizimiga zid bo'lgan bo'lsada, fiziologik nuqtai nazardan bananni anglashdan farq qilmaydi. Lekin ekrandan matini, jadvalni, chizmalarni o'qish, shu narsalarni qog'ozdan o'qishdan nafaqat yorug'lik manbaidan aks etilgan yorug'likka moslashish, balki ko'rish analizatoriga salbiy ta'sir ko'rsatadigan boshqa tomonlari bilan ta'sir ko'rsatadi. Xususan, displeydan foydalanganda, operator butunlay displeyning qanday joylashganiga bog'liqdir, varaqdan axborotni qabul qilishda esa o'quvchi o'ziga mos xolatni oson topa oladi, yana qog'ozdagi matn o'zgarmas bo'lsa, ekrandagisi elektron nurni ekran yuzasida aks etish jarayonida yangilanib turadi.

Yangilanishning aytarli kichik chastotasi tasvirni lipillashini yuzaga keltiradi. Nihoyat, monitor operator diqqatini o'ziga uzoq bog'lab qo'yadi, bu esa ko'zning va ko'z ichi muskullarining uzoq vaqt qo'zgalmas xolatda bo'lishiga olib keladi, ular esa doimo dinamik tartibda, xarakatda bo'lishga mushtok. Bu esa ularni susayishiga olib keladi.

Kompyuterda uzoq vaqt ishlash kuchaygan diqqatni talab qiladi, bu foydalanuvchining ko'rish tizimiga ortiqcha yukdir. Ko'rish toliqishi (ko'rish astenopiyasi) rivojlanadi, yaqindan ko'rish, bosh og'rig'i, jizzakilik, asabning tolqishi va stress kasalligining yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi.

To'g'ri tanlangan, ya'ni eng kamida MRK II talablariga javob beradigan va kerakli sertifikatini bo'lgan kompyuterda ishlaganda foydalanuvchini sog'lig'ini saqlash maqsadida quyidagi qiyin bo'lmagan qoidalarga rioya qilish kerak:

- ish joyi qulay bo'lishi va tayanch-harakat apparatini hamda qOH almashishini normal ishlashini ta'minlashi kerak;

- kun davomida videoterminala umumiy ishlash davomliligi 4 soatdan oshmasligi, videoterminalda uzluksiz ishlash 1.5-2 soatdan ko‘p bo‘lmasligi, har bir soat ishdan so‘ng kamida 10-15 minut tanaffus qilish, shu paytda o‘rnidan turib, ko‘z, bel, qo‘l va oyoq uchun maxsus mashqlar qilish kerak;
- normal ko‘rish qobiliyatida (yanada agar kuzoynak taqib ishlansa) ko‘z ekrandan qo‘l cho‘zilganchalik (60-70 sm dan yaqin bo‘lmagan) masofada bo‘lishi va yiliga kamida bir marotaba ko‘z vrachiga tekshirtirib turish kerak;
- bir soat mobaynida 10 mingdan ko‘p klavishani bosish kerak emas;
- monitor ekranida yaltillashlar paydo bo‘lishiga yo‘l qo‘yilmasligi kerak;
- xomilador ayollarning kompyuterda ishlashiga ruxsat berilmasligi va bolalarga kompyuter o‘yinlarini o‘ynash vaqtini keskin qisqartirish (bir kunda 15-20 minutdan oshmasligi) kerak.

Kompyuterlarni xonada to‘g‘ri joylashtirish va to‘g‘ri loyixalanib, o‘rnatilgan yoritgichlar foydalanuvchini ko‘rishini saqlaydi, asab tizimiga qo‘shimcha og‘irlik bermaydi, operatorni normal faoliyatini ta‘minlaydi, ish faoliyatidagi xatolarni keskin kamaytiradi.

Kompyuterlarni aloxida xonalarga 5-6 displeydan ortiq bo‘lmagan xolda joylashtirish tavsiya etiladi, bu eng avvalo mikroiklimni yo‘l qo‘yilgan qiymatlari parametrlarini ta‘minlashga imkon beradi. (sanitar normalarga muvofiq bitta foydalanuvchi uchun 6 m² maydon, xajmi- 20 m³ dan, maktab va maktabgacha muassasalar uchun - 24 m³ dan kam bo‘lmasligi kerak). Gigiena nuqtai- nazaridan kompyuterni shunday joylashtirish kerakki, ekrandan ko‘zni uzganda, xonadagi eng uzoqda joylashgan narsa ham ko‘rinsin. Operatorning ish joyini kirish eshigiga yuzi qaragan xolda joylashtirish eng samarali xisoblanadi. Eng uzoq masofaga nigoxni o‘tkazish imkoni- kompyuterda ishlagandagi ko‘rish tizimining og‘irligini kamaytirishni eng samarali usuli xisoblanadi. Ish joyini xonaning burchaklariga yoki devorga qaratib, (kompyuterdan devorgacha bo‘lgan masofa 1 m dan kam bo‘lmasligi kerak), derazadan tushgan yorug‘lik ko‘z uchun ortiqcha yuk bo‘lganligi uchun derazaga qarab joylashtirmaslikka intilish darkor.

SHuni eslatib o‘tamizki agar bir xonada bir necha kompyuterlar joylashgan bo‘lsa, elektrmagnit nurlarning ta’sirini kamaytirish uchun bir monitor ekranidan ikkinchining opqa devorigacha masofa 2 m dan kam bo‘lmasligi, yon devorlari orasi esa 1.2 m dan kam bo‘lmasligi kerak.

Sanitar qoidalarga muvofiq shaxsiy kompyuterlar joylashgan xonada aralash yoritilganlik, ya’ni tabiiy (quyosh nuri hisobiga) va sun’iy bo‘lishi kerak SHuning uchun ish joylarini binoning ertula qismida, barcha o‘quv yurtlarida hamda maktabgacha muassasalarda esa sokol qavatlarida xam tashkil etishga yo‘l qo‘yilmaydi.

Tabiiy yoritilganlik iloji boricha shimolga va shimoli-sharqqa yo‘naltirilgan bo‘lib, tabiiy yoritilganlik koeffitsienti (TYOK) turg‘un qor bilan qoplangan zonalarda -1,2 % dan, boshqa territoriyalarda esa 1,5 % kam bo‘lmasligi kerak. SHimolga yo‘naltirish imkoni bo‘lmasa, intensiv kuyosh nuri janubiy va g‘arbiy derazalardan yaltillashlar yuzaga keltirmasligi va ishlashga xalaqit qilmasligiga qarata chora-tadbirlar ko‘rilishi kerak. Buning uchun derazalarni pardalar, jalyuzi, tashqi tusiqlar bilan ta’minlash kerak, undan tashqari ish joyi derazaga nisbatan yonlamasiga joylashgan bo‘lib, tabiiy yorug‘lik chap tarafdin tushishi maqsadga muvofiqdir. Kompyuterlar shunday joylashishi kerakki, yoniq ekran boshqa operatorning ko‘rish maydoniga tushmasligi, ekranlarda tabiiy va sun’iy yoritilganlikning aksidan yaltillashlar bo‘lmasligi kerak.

Agar ushbu tavsiyalar yordamida xonadagi monitor ekranining yaltillashini yuqotmasa, ko‘rish sharoitini yaxshilash maqsadida quyidagi talablarni bajarishni masalaxat beradilar:

- ekranning egilganligini shunday o‘zgartirish kerakki, lyuminessent lampalaridan tarqalayotgan nurlarga perpendikulyar bo‘lsin;
- iloji bo‘lsa, xonadagi ekranda aks berayotgan predmetlarni surish kerak;
- pardalar kerakli effektini bermasa, yorug‘lik lampalarini o‘chirish kerak.

Sanitar qoidalar sun’iy yoritilganlik umumiy bir tekisdagi tizim orqali amalga oshishini belgilaydi. Ishlab chiqarishda, boshqaruv-jamoat binolarida, aksari xujjatlar bilan ishlanadigan xonalarda, kombinatsiya qilingan yoritilganlikdan

(umumiy yoritilganlikka qo'shimcha ish joyini yorituvchi maxalliy yoritgichlar) foydalanish mumkin.

Suniy yorug'lik manbai sifatida LB turidagi lyuminescent lampalar qo'llaniladi, maxalliy yoritgichlar sifatida nakal lampalaridan foydalanishga ruxsat beriladi. Stol yuzasida ish zonasidagi yoritilganlik Sanitar me'yorlarga asosan 300-500 lk bo'lishi kerak. **Ish stoli.** Ish stolining konstruksiyasi ish yuzasida foydalaniladigan jihozlarni ularning konstruktiv va sonini xususiyatlari (VDT va XTning, klaviatura, pyupitrning o'lchamlari) ni e'tiborga olgan xolda, hamda bajarilayotgan ish xarakteriga qarab optimal joylashishni ta'min etish kerak. Stolning ish yuzasini balandligi katta yoshdagi foydalanuvchilar uchun 680-800 mm chegarada sozlanishi kerak, agar bunday imkoniyat bo'lmasa, u 725 mm bo'lishi kerak VDT va XT uchun stolning ish yuzasini konstruktiv o'lchamlarini hisoblash uchun asos bo'ladigan modul o'lchamlari bo'lib, eni- 800, 1000, 1200 va 1400 mm hisoblanadi. Stol yuzasining bu parametrlari motor maydoni etishi mumkin bo'lgan chegarada ish faoliyatini bajarish imkoniyatini ta'minlashi kerak. Ish stolida oyoqni qo'yish uchun bo'shliq bo'lib, uning balandligi 600 mm dan, eni - 500 mm. dan, tizza bukilish joyidagi chuqurlik - 450mm dan, oyoq uzaytirilganidagi mezoni- 650 mm. kam bo'lmasligi kerak.

(kreslo). Ish stuli (kreslo)ni konstruksiyasi - VDT va XTda ishlaganda ratsional ish xolatini ta'minlashi kerak, tana xolatini bo'yin-kurak muskullarga zo'riqish bermay, o'zgartirish imkoniyatini berishi kerak. Ish stuli quyidagi xarakteristikaga ega bo'lishi kerak: «o'tirish vositasi bo'lib, vertikal to'g'ri pozitsiyani egallashga imkon beradigan, bukchayganlikni oldini oladigan, bel va elkaning past qismiga tayanch bo'ladigan, tananing barcha qismlaridagi og'irlik kuchini tayanch yuzasiga tarqatadigan (bunda katta muskul guruxlarining statik kuchayganligini oldi olinadi) kreslo hisoblanadi», stulni o'tiradigan joyi bel dan pastda bo'lishi kerak, bunda stulni cheti tizza ostidagi tomirlarni ezmaydi. Kreslo o'tirish xolatini jo'shqinligini e'tiborga olishi kerak, ya'ni qo'l-oyoq xarakati engil bo'lishini; operator tanasining yuqori qismi mantiqiy harakatlar qilishini ta'minlashi kerak. Kresloning suyanichig'i o'tiruvchining orqa kuragining shaklini

takrorlashi darkor. Bundan tashqari, kreslo shunday balandlikda o'rnatilishi lozimki, operator tos suyagiga (agar kreslo juda past joylashsa) yoki beliga (agar kreslo juda baland o'rnatilsa) bosim bo'layotganini sezmasin.

Avvallari ergonomistlar o'tirganda bel bilan umurtqa pogonasi orasidagi burchak 90 gradusni tashkil etadi deb hisoblashar edi, lekin keyingi izlanishlar, ko'pchilik odamlar orqaga tashlab o'tirishni afzal ko'rishligini ko'rsatdi. Bundan tashqari, ish kreslosining konstruksiyasi o'tirganda sirpanmaslikni ta'minlashi kerak. Ish stuli (kreslo) balandlik va suyanchigi bo'yicha boshqariladigan, buriladigan, shu bilan birga har biri mustaqil o'zgaradigan, mustahkam to'xtaydigan bo'lishi kerak, kreslo o'tirgichining eni va chuqurligi 400 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Old tarafi aylana sifat bo'lishi kerak. Kresloni konstruksiyasi o'tirgich yuzasini 400- 550 mm chegarada, oldinga egilishini 15 gradusgacha, orqaga 5 gradusgacha bukilishini boshqarishi kerak, suyanchiqning tayanch yuzasining balandligi 300 ± 20 mm, eni 380 mm kam bo'lmasligi, gorizonta yuzaning egilish radiusi- 400 mm. bo'lishi kerak, suyanchiqning vertikal tekislikda 0 ± 30 gradus chegarada boshqarilishi kerak. Kresloning old tomonidan suyanchiqqacha masofa 260-400 mm. atrofida bo'lishi kerak, qo'l muskullarining statik zo'riqlashini pasaytirish uchun turg'un yoki echilib - kigiziladigan uzunligi 250 mm dan kam bo'lmagan, eni 50-70 mm, o'tirgichdan 230 ± 30 mm balandlikda boshqariladigan, orasidagi masofa 350-500 mm bo'lgan tirsak qo'ygichlar bo'lishi kerak. Kreslo o'tirgichi, suyanchigi va boshqa elementlari yarim yumshoq, elektrlanmaydigan, havo o'tkazuvchi qoplamali, oson tozalanadigan bo'lishi kerak.

Ish joyi eni 300 mm dan, botiqligi 400 mm dan, balandligi 150 mm kam bo'lmagan, egilish burchagi 20 gradusli oyoq qo'yuvchi moslama bilan ta'minlanishi kerak, bu moslama g'adir-budir yuzali bo'lishi kerak.

Sanitar qoidalarda o'quvchining bo'yiga maslashadigan stulning o'lchamlari ham berilgan. Baland stol yoki stuldan foydalanishga to'g'ri kelganda, albatta boshqariladigan oyoq qo'yuvchi moslamadan foydalanish kerak.

VDT bilan ishlaganda yuqorida keltirilgan ishlab chiqarishning zararli faktorlarini darajasi odatda ko'riladigan sanitar me'yorlardan pastdir.

XULOSA

Bizning amorf yarim o'tkazgichlar haqidagi ma'lumotlarni ko'rib chiqishimizdan ayon bo'ladiki, asosiy fizik jarayonlar haqida ko'p narsalar ma'lum bo'lsada, ular ushbu ashyolarga alohida xususiyatlar beradi. Yana bir qator nazariy va amaliy masalalar qoladi. Ularni yechish lozim. Amorf yarim o'tkazgichlari xususiyatlarini tushunishdan oldin zaryad tashuvchilari yuqori harakatlanishiga ega bo'lgan kristallarni ham tushunishimiz lozim. Nazariya yana bir qator zarur savollarga javob berib, tartib buzilgan tizimlardagi elektronlarni holatiga bog'liq bo'lgan bir qator muammolarni yechishni talab qiladi. Amaliy nuqtai nazarga ko'ra tozalash va namunalarni tayyorlashda qiyinchiliklar mavjud, ularni yengib o'tish uchun oldin bizga ishonch bo'lmog'i lozim. Bu o'rganmoqchi bo'lgan ashyolar ushbu modda xususiyatini aks ettiradi .a-Si va a-Ge larda erishilgan yutuqlar ko'rsatdiki, har bir texnologiyada oldinga tashlangan qadam fundamental fan va amaliyotda rivojlanishga olib keladi. Bu muammo murakkab vazifadan iborat bo'lib, faoliyat yuritish uchun keng maydonni yuzaga keltiradi, yangi g'oyalarni ilgari suradi va qiziqarli ajoyib natijalarga erishishi uchun ishonch hosil qiladi.

Amorf ashyolari yaqin kelajakda odatiy qo'llanishlarda mikroelektronika va optoelektronikada monokristallar o'rnini egallaydi deyishga ehtimol bor, biz ko'rib chiqdikki amorf ashyolar yangi qo'llanishlarga erishdilar.

Fizik va amaliy qiziqishlar bu muammolar ustida ish olib borilishida davom etishni ko'rsatib turadi.

Ushbu bitiruv malakaviy ishida amorf yarim o'tkazgichlarga oid ma'lumotlar, ulardan yasalgan quyosh elementlarining xususiyatlari o'rganilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Авезов Р.Р., Орлов А.Ю.** Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения Ташкент: Фан 1988 г
2. **Авдусевский В.С., Лесков Л.В.** Куда идет советская космонавтика? — М.: Знание, 1990 (серия «Космонавтика, астрономия»)
3. **Андреев С.В.** Солнечные электростанции- М.:Наука 2002
4. **Базаров Б.А., Заддэ В.В., Стебков Д.С.** и др. Новые способы получения кремния солнечного качества. Сб. "Солнечная фотоэлектрическая энергетика". Ашхабад, 1983
5. **Бурдаков В.П.** Электроэнергия из космоса М: Энергоатомиздат 1991
6. **Ванке В.А., Лесков Л.В., Лукьянов А.В.** Космические энергосистемы. — М.: Машиностроение, 1997.
7. **Володин В.Е., Хазановский П.И.** "Энергия, век двадцать первый". — М.:Знание, 1998
8. **Грабмайер И.Г.** "Сименс". Дешевое изготовление качественного солнечного кремния и листового кремния для солнечных элементов. Труды 7 международной конференции по использованию солнечной энергии 9-12 октября 1990 г. Франкфурт, Германия.
9. **Гриликес В.А.** Солнечные космические энергостанции — Л.: Наука, 1986.
10. **Колтун М.М.** Солнце и человечество М: Наука 1981
11. **Лидоренко Н.С., Евдокимов В.М., Стребков Д.С.** Развитие фотоэлектрической энергетике. -М., Информэлектро, 1988
12. **Рубан С.С.** Нетрадиционные источники энергии-М.:Энергия, 2003
13. **Стребков Д.С.** Сельскохозяйственные энергетические системы и экология. Альтернативные источники энергии: эффективность и управление. 1990
14. **Харченко Н.В.** Индивидуальные солнечные установки М. Энергоатомиздат 1991
15. С.Зайнабиддинов., А.Тешабоев <<ярим ўтказгичлар физикаси>>

Сайтлар:

<http://fn/bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom6/content.htm>

http://journal.issep.rssi.ru/t_cat.php.id=4033

<http://solbat.narod.ru/indeks.htm>