

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

“MUHANDISLIK- FIZIKA” FAKULTETI

“RAQAMLI ELEKTRONIKA VA MIKROELEKTRONIKA” KAFEDRASI

5310800 - “ELEKTRONIKA VA ASBOBSOZLIK” YO‘NALISHI BO‘YICHA

Bitiruv malakaviy ishi

Mavzu: “Elektron texnika materiallari va asboblari texnologiyasini o‘rganish
bo‘yicha elektron qo‘llanma yaratish”

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

Bitiruv ishi rahbari - f.-m.f.n., dots. Qurbonova O‘. H.

Bitiruvchi - G‘offorov R.S.

TOSHKENT - 2017

MUNDARIJA

Kirish	3
I. Asosiy qism: Monokristallar olishning tigel usullari.	
1.1. Tigelda yoki qayiqchada kristalizatsiya yo'nalishi	6
1.2. Qayiqchada zonali eritish.....	7
1.3. Cho'zib olish usuli (Choxralskiy usuli).....	7
1.4. Tigelsiz usullar	10
1.5. Monokristall eritmalaridan kristall o'stirish paytida qorishmalar taqsimoti	13
1.6. Eritmalardan kristall o'stirish	19
1.7. Bug'li fazadan monokristallar o'stirish	23
II. Materiallarni tozalash usullari.	
2.1. Yarim o'tkazgichli plastinalarda fizik va kimyoviy kirlar. Kremniy sirtini fizik va kimyoviy tozalash usullari.....	33
2.2. Yarim o'tkazgich sifatiga ega bo'lgan kremniyni olish va uning xususiyatlari.....	37
2.3. Yarim o'tkazgich sifatiga ega bo'lgan germaniyni hususiyatlari va uni olish usullari	39
III. Yarim o'tkazgichli asboblarning texnologiyalari.	
3.1. Kremniyli stabilitronning konstruksiyasi.....	49
3.2. Varikap konstruksiyasi.....	51
3.3. Fotodiod konstruksiyasi.....	52
IV. Iqtisodiy qism	54
V. Hayot faoliyati xavfsizligi	60
VI. Xulosa	75
VII. Adabiyotlar ro'yxati	76

KIRISH

Ushbu bitiruv malakaviy ishida qorishmalarda yarim o'tkazgich (yao') monokristallarini o'stirishning texnologik usullari o'rganilib chiqilgan.

Bugungi kunda fan va texnika sohasida eng tez taraqqiyot qilayotgan fan-bu yarimo'tkazgich asboblari fizikasidir. Bunga sabab, yarimo'tkazgichli asboblarning (YaO'A) ning inson faoliyatini barcha sohalarida-tibbiyotdan to kosmik tadqiqotlarga keng qo'llanishidir. Bunday tez taraqqiyotga yarimo'tkazgichli materiallarning fizik xossalarini uzoq va chuqur tekshirishlar olib keldi. 1900 yildan boshlab jahonning turli davlatlarining olimlari metall-yarimo'tkazgich nuqtaviy kontaktini detektirlash-to'g'rilash xossalarini o'rgana boshladilar. Bunda asosan yarimo'tkazgich material sifatida kremniy karbidi, kremniy, tellurlar ishlatildi. 1922 yilda manfiy differensial qarshilikka ega bo'lgan kontaktlar aniqlandi va o'rganildi. Bular asosida qattiq jism elektr tebranishlari generatorlari yaratildi. 1937 yilda esa eksperimentlar asosida har xil turdagi yarim o'tkazgichlar chegarasida tokni to'g'rilash nazariyasi vujudga keldi. 1940 yilda esa bu nazariya ko'p sonli eksperimentlarda tasdiqlandi.

Shu davrdan boshlab, turli turdagi yarimo'tkazgich-yarimo'tkazgich kontaktidagi oraliq qatlamdagi bo'ladigan jarayonlar o'rganila boshlandi. Lekin, qator eksperiment natijalari metall-yarimo'tkazgich kontaktidan o'tuvchi tok nazariyasiga mos emas edi. 1947 yilda yarimo'tkazgich yuzasida, u boshqa yarimo'tkazgich va metall bilan kontaktda bo'lmagan holda ham, elektron holatlar mavjudligi haqidagi fikr ilgari surildi. Bu asosida ikkita yarimo'tkazgich kontaktidan tok o'tish mexanizmining nazariyasi vujudga keldi va u keng tarqalib, eksperiment natijalariga mos natijalarni berdi. Bu nazariya zamonaviy yarimo'tkazgichli to'g'rilagichli diodlarning ishlash mexanizmiga asos bo'ldi.[]

Shu jumladan, ikkita yarimo'tkazgich kontaktini yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda qo'llash mumkinligi ko'rsatildi. Bu tamoyilda ishlab chiqilgan fotoelementlar yorug'lik signallarini qayd qilishda hamda fotoenergetikada qo'llanilmoqda. 1948 yilda qattiq jisimli yarimo'tkazgichli

kuchaytirgich-transformator yaratildi. Bu asbob ishlash asosini ikkita oʻzaro yaqin joylashtirilgan p-n oʻtishlarning oʻzaro taʼsiri tashkil etadi va tok oʻtkazish jarayonida ikki ishorali zaryad tashuvchilar-elektron va kovaklar ishtirok etadi. 1952 yilga kelib, nuqtaviy va yassi biquitbiy tranzistorlar kabi yarimoʻtkazgichli asboblarni yaratildi. Keyinchalik biquitbiy yarimoʻtkazgichli tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini yaxshilash, ishlash chastota diapazonini kengaytirish hamda ish quvvatini oshirish borasida tadqiqotlar olib borildi.

Yarimoʻtkazgichlar yuzasida va yarimoʻtkazgich-dielektrik faza chegarasidagi fizik jarayonlarni chuqur oʻrganilishi uni polyar yoki maydonli tranzistorlarni yaratilishiga olib keldi. Bu tranzistorlarda zaryad tashuvchilar bir xil ishorali boʻlib, tranzistordan oʻtuvchi tok kattaligi zatvorga qoʻyiluvchi elektr maydon kuchlanganligiga bogʻliq. Oxirgi bir necha oʻn yillarda elektron texnikaga boʻlgan talab yarimoʻtkazgichlarning funksional imkoniyatlarini oshirish va ularning oʻlchamlarini kichraytirish-integral mikrosxemalarning yaratilishiga olib keldi. Keyingi tadqiqotlar esa nanooʻlchamdagi tranzistor strukturalarini yaratish imkonini tugʻdirdi.

Yarimoʻtkazgichli asboblarni shunday katta tezlikda rivojlantirilmoqdaki, bugungi tasavvur va yutuqlar bir necha yildan soʻng eskirib qolmoqda. Shu sababli, yarimoʻtkazgichli asboblarda roʻy beruvchi fizik jarayonlarni bilish ahamiyatga egadir. Bu esa mutaxassislarning yangi usul va tamoyillarni mustaqil oʻrganishga imkon beradi.

Yarimoʻtkazgichlar elektronikasida integral mikrosxemalar deb atalmish qiyosan kichik hajmda oʻz ichiga koʻp miqdordagi tranzistorlar, sigʻimlar, induktivliklar va boshqa elementlarni olgan tuzilmalar keng miqyosda ishlab chiqilishi, ularning turli sohalarga (kompyuterlar, televizorlar, aloqa va energetik qurilmalarga) jadal joriy qilinishi yarimoʻtkazgichlarni sirti fizikasini astoydil tadqiq qilinishi masalasini dolzarb qilib qoʻydi, chunki qoʻllanadigan yarimoʻtkazgich elementlar hajmining tobora kichrayib borishi ular sirtining ahamiyatini oshirib bormoqda.

Monokristallarini o‘stirish uchun qorishmalar, bug’ fazasi va kristallashtirilayotgan moddaning eritmasidan foydalanish mumkin. Bu usullarning qaysi birini qo‘llash moddaning fizik va kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish asosida tanlanadi.

Yarim o‘tkazgich (YaO‘) monokristallarini o‘stirish nazorat qilinadigan va qaytadan takrorlanishi mumkin bo‘lgan moddalar oshishni maqsab qilib qo‘yadi. Shu sababli tanlangan usul boshlang‘ich moddalarning tozaligini va kristall panjaraga kerakli kirishma kiritish imkoni bo‘lishini ta‘minlashi kerak bo‘ladi.

Kristallar o‘stirishning umumiy sinflanishida ular o‘stiriliyotgan muhitning tabiati va ta‘minot fazasining tarkibi muhim rol o‘ynaydi:

- 1) toza moddalar eritmalari va aralashmalar bilan legirlangan eritmalar yordamida o‘stirish;
- 2) kristall olinayotgan moddani toza eritmada yoki aralashmali eritmada o‘stirish;
- 3) kristallni uni tashkil etuvchi atom yoki molekulalar mavjud bo‘lgan bug’ fazasida o‘stirish.

Eritmalardan kristallar o‘stirish texnologik usullarini ikkita guruhga bo‘lish mumkin:

- a) tigelli usullar;
- b) tigelsiz usullar.

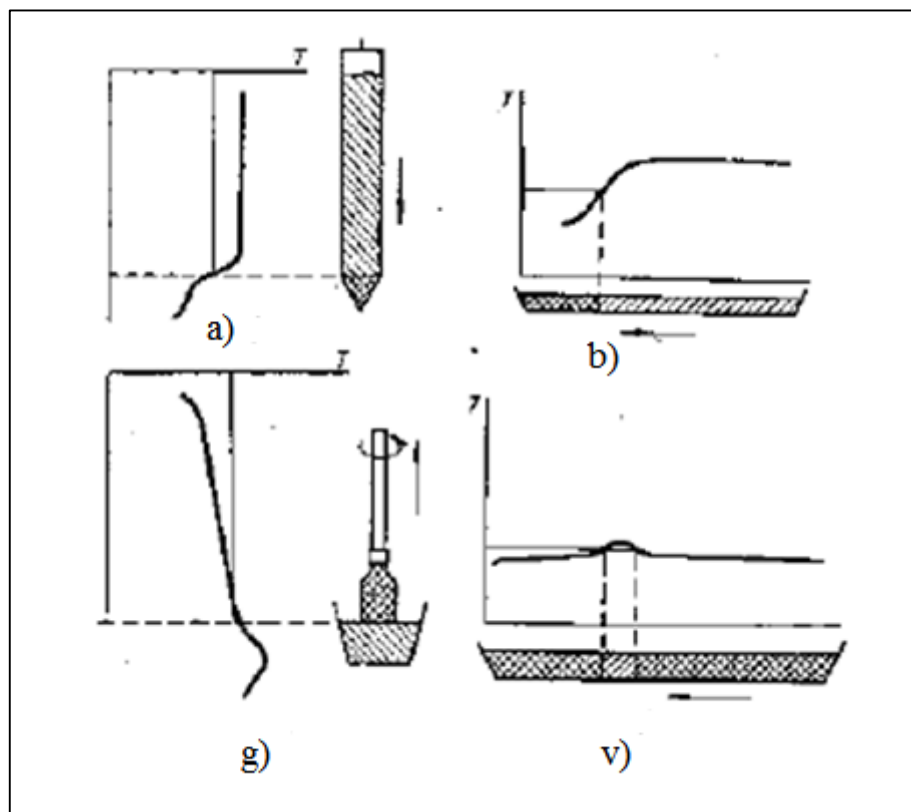
U yoki bu usullarni tanlash birinchi navbatda moddalarning fizik va fizikaviy-kimyoviy xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi. Bu usullar uchun umumiy bo‘lib yo‘naltirilgan kristallizatsiya temperatura gradientini hosil qilish va ushlab turish va kristall-eritma chegerasini temperatura gradienti sohasida mexanik harakatlantirish hisoblanadi.

Ushbu bitiruv malakaviy ishida monokristallarni o‘stirish usullari, materiallar va kristallarni tozalash, asosiy yarimo‘tkazgichli monokristallar va ularning xususiyatlari to‘g‘risida ma‘lumotlar berilgan, bu ma‘lumotlar “Elektronika va asbobsozlik” yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan.

I. MONOKRISTALLAR OLIISHNING TIGEL USULLARI.

1.1. Tigelda yoki qayiqchada kristalizatsiya yo'nalishi.

Eng eski va ko'p qo'llaniladigan Bridgmen usulida eritma va o'suvchi kristall 1 tigelda (1a-rasm) yoki bir qayiqchada (2a-rasm) bo'ladi.



1- rasm. Monokristallar o'stirish usullari: a,b- vertical va gorizontal Bridjmen usuli; v- qayiqchada zonali eritish usuli; g- Choxralskiy usuli

Tigel yoki qayiqcha kristall moddasidan yuqoriroq temperaturada ishlangan qiyin eruvchan materialdan yasaladi, unga polikristal material joylashtiriladi, tigel pechga joylashtiriladi va erish nuqtasidan yuqoriroq temperaturagacha qizdiriladi. Keyin tigel shu quyma bilan shunday sovitiladiki kristilazatsiya jarayoni o'tkir uchdan boshlansin. Quyma hajmi tigelning konussimon qismida joylashgani uchun bitta kristilizatsiya markazining hosil bo'lish ehtimolligi katta bo'ladi. Keying sovitish shunday olib boriladiki izotermik sirt (moddaning erish nuqtasiga yaqin bo'ladi) tigelning oxirida butun quyma bo'ylab harakatlanadi. Bu vaqtda hosil bo'lgan boshlang'ich modda sekin katta quymaga aylanib boradi. []

Quyma monokristallik bo'ladi, agar tigelning boshlang'ich uchida hosil bo'lgan kurtakni(homila) yagona bitta bo'lsa.

Kristallarni tigelda o'stirishda tigel qarshilik pechi vertikal bo'lgan usulda bo'lsa kristalizatsiya frontini kuzatib borish imkoniyati yo'q. Bu usulning yana bir kamchiligi shuki, o'sayotgan kristall tigelning sirlari bilan kontankda bo'ladi. Shu sababli hosil bo'lgan kristalda katta mexanik kuchlanishlar hosil bo'ladi. Yo'naltirilgan kristilizatsiya usuli yarim o'tkazgich moddalar monokristallarini o'stirishda ishlatiladi, bu moddalar eriganda par'chalanib ketada.

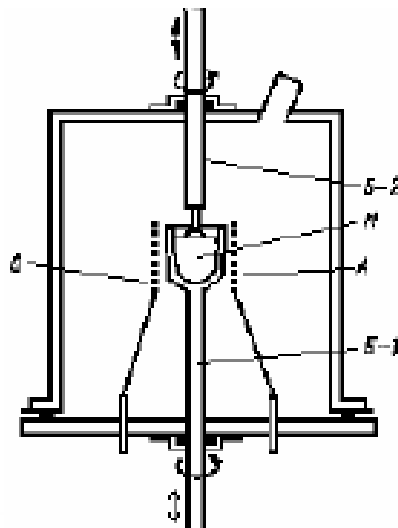
1.2. Qayiqchada zonali eritish.

Bu usul texnologiyasini ko'rib chiqamiz. Qayiqchaninig bir uchida monokristal zavravka (pilik) joylashtiramiz (boshlang'ich material), qayiqchaning qolgan qismiga polikristal material joylashtiramiz. Qayiqchani kvarch trubkasiga o'rnatamiz. Bu trubkada inert gaz atmosferasini hosil qilamiz. Bu usulda yoki ingichka qarshilik pechi (bir ikkita sim spirali) yoki ikki - , 3 yuqori chastotali inductor ishlatiladi. Bu manbalar monokristal boshlangich materialning ingichka eritish zonasini hosil qiladi (1v-rasm). Eritish manbasini kvarch trubkasi bo'ylab harakatlantirilganda eritish zonasini hosil qilinayotgan quyma bo'ylab siljishiga imkon yaratiladi. Bu zona bir chekkadan kristalizatsiya hosil qiladi, ikkinchi tomindan materialni erishiga olib keladi. Agar boshlangich material monikristal bo'lsa butun quymani monokristal qilishga imkoniyat yaratiladi. Bu usulning afzalligi eritishning davomiyligi Bridjmen usulidan ancha kam bo'ladi, shu sababli materialning ifloslanishi juda kam bo'ladi. Bu usul materiallarni o'ta tozalash paytida qo'llaniladi.

1.3. Cho'zib olish usuli. (Choxralskiy usuli)

Garmaniy, kremniy va bir necha boshqa materiallarni eritmadan chozib olish usuli hozirgi vaqtda sanoat ishlab chiqarishida eng keng tarqatgan usuldir. Bu usul katta nazorot qilinadigan va qayta takrorlanadigan monokristallar olishda qo'llaniladi. 2- rasmda Choxralskiy usuli bilan monikristallarni cho'zib olish

qurilmasi asosiy elementlari keltirilgan. Jarayon germetik kamerada, inertgaz atmosferasida yoki vakumda olib boriladi. Kamera ko'rib turish oynashi bilan taminlangan. Hamma ijrochi qurilmalar kameradan tashqarida joylashgan.



2- rasm. Choxralskiy usuli bilan monikristallarni cho'zib olish qurilmasining asosiy elementlari.

2-rasmda material M A tigelga joylashtirilgan, tigel suv bilan sovitiluvchi B – 1 shtokka o'rnatilgan. B – 1 kameradan Vilson qisqichlari yordamida tashqariga chiqarilgan va kameradan tashqarida joylashgan elektro yuritma yordamida ma'lum bir tezlik bilan aylantirib turiladi. B – 1 shtok pastdan yuqoriga harakatlanishi mumkin, bu vaqtda tigelning qizdiruvchi element bilan maksimal holatini yuzaga keltirish mumkin. Qizdirish elementi sifatida qarshilik pechi (masalan, grafit qizdiruvchilar) yoki yuqori chastotoli induktsion qizdirish manbayi qo'llaniladi. Vilson qisqichlarining ikkinchisiga yuqorida joylashgan pastki shtok bilan bir o'qda joylashgan ikkinchi shtok B – 2 joylashtiriladi. B – 2 shtokning pastki qismiga kristalizatsiya qinayotgan materialning monokristall zatravkasi joylashtiriladi. Bu shtok ham turli xil tezliklarda pasdan yuqoriga harakatlantirilishi mumkin va bu shtok (1 – 100 yil/min) tezlikda aylantiriladi.[]

Jarayon quyidagicha olib boriladi. Tozalab yuvilgan va quritilgan material tigelga joylashtiriladi. Kamera germetizatsiya qilinadi va vakuum olinadi, yoki

inert gaz bilan to'ldiriladi. Tigel keraklik balandlikda joylashtiriladi va (10 yil/min tezlik) bilan aylantirila boshlanadi. Qizdirgich quvvati asta- sekin oshirilib borilganda material sekin eriy boshlaydi va bu holat bir necha vaqtgacha shu qizdirilgan holatda ushlanadi. Bu materilni biroz yuqori temperaturada ushlash quymaning ichidagi erimaydigan qorishmalarning (asosan oksidlarning) tozalanishiga olib keladi. Germaniy va kremniy oksidlari quyma bilan o'zaro ta'sirlashib uchib ketuvchi suboksidlarga aylanib, kameraning sovuq qismlariga yopishib qoladi. Eritmaning sirti to'la tozalanganda temperaturani rostlash tizimi ishga tushadi. Bu tizim quyma haroratini erish nuqtasidan biroz yuqori haroratda ushlab turadi. Monokristall zatrovka (pilik) sekin astalik bilan quyma erish oynasiga kontakt hosil bo'lguncha keltiriladi, va B shtok bir zumda to'xtatiladi (bu kontaktni ko'z bilan ko'rish yoki avtomatik qurilma yordamida qayd qilish mumkin). Tigel devorlari butun jarayon vaqtida erish temperaturasidan yuqoriroq ushlab turilishi kerak, sababi bu devorlarda ham kristalizatsiya jarayoni bo'lishi kerak emas. Quyma bilan monokristall zatrovka orasida kontakt o'rnatilgandan keyin zatrovka qisman eriydi va quyma oynasi ustida joylashadi. Bu oyna ustida hosil bo'ladigan silindrik suyuq stolb qalinligi quyidagi shart bajarilganda, ya'ni bu stolbning og'irligi sirt tarangligi kuchiga teng bo'lganda eng maksimal bo'ladi.

$$2\pi p\sigma = h\rho_j\pi r^2 g \quad (1)$$

Bunda: σ - sirt tarangli ; r - suyuqlik sirti radiusi ; h - suyuqlik stolbi qalinligi; ρ_j - suyuqlikning solishtirma og'irligi; g - og'irlik kuchi tezlanishi.

Agar quyma kattaroq qizdirilsa bir necha vaqtdan keyin stolb uzilib tushadi; agar quyma temperaturasi juda kichik bo'lsa eritmadan zatrovka atrofida zatrovkaga kristall o'sishi sezilarli ravishda boshlanadi. Kristallni cho'zish shu ikki jarayon ortasida bajarilishi kerak, ya'ni zatrovka eritma bilan kontakt bo'lib turganda va hali kristall o'smayotgan paytida. Bo'linish chegarasida kristalizatsiya jarayoni

bo'ladi. Cho'zib olinayotgan quymaning diametri chozib olish tezligiga va bolinish chegarasi temoperatura gradientiga bo'g'liq bo'ladi. Cho'zish tezligini oshirganimizda vaqt birligida kristalizatsiya issiqligining ajralib chiqishi oshib boradi va kontakt chegarasida temperatura gradiyendi kamayadi. Bu vaqtda quymaning diametri o'z ozindan kamayadi, chunki kristalizatsiya issiqligi kamayadi va yangi sharoitlarga moslangan temperature gradiendi paydo bo'ladi. Agar issiqlik olish shartlari va cho'zib olish tezligi kata bo'lsa quyma diametrik kichkina bo'ladi, bu qiymat kamayganda quyma diametrik oshadi.

Tabiiyki chegaradagi issiqlik balansining har qanday o'zgarishi turli xil struktur buzilishlarga olib keladi. Legirlangan kristallar o'stirilganda bu holat kristallar o'stirilishining nazorat qilib bo'lmaydigan shrtlarini keltirib chiqaradi, bu holat o'z navbatida shakliy buzilishlarga olib keladi. Yuqori sifatli monokristallar olishning asosiy sharti chozish tezligining yuqori va pastki stoklar tezligining, tigel manbasiga qo'yilayotgan quvvatning doimiyligidir. Choxralskiy usulining asosiy afzalligi quyidagilardir. Kristall erkin fazoda shakllanadi, tigel tomonidan hech qanday mexanik ta'sir yo'q, o'stiralayotgan kristallni qurilma konstruksiyasi chegaralarida ixtiyoriy o'zgartirish mumkin.

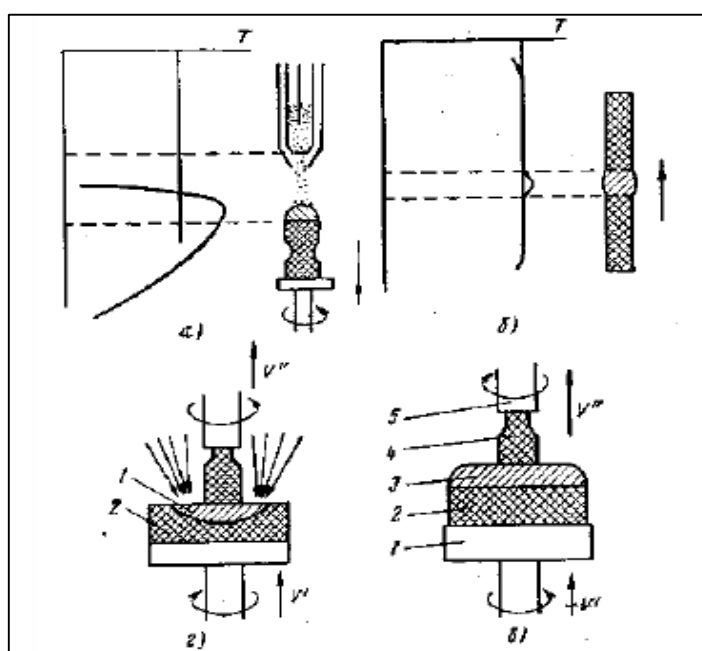
1.4. Tigelsiz usullar

Tigellar tayyorlashda ishlatiladigan materiallarni tanlash monokristallar o'stirish tigelli usullarini imkoniyatlarini chegaralab qo'yadi. Tigel materialini tanlash tigel bilan quyma o'rtasidagi o'zaro ta'sirni aniqlash bo'ladi. Masalan, kremniy va galliy arsenida monokristallari o'stiralayotganda kvartsli tigellar va qayiqchalar ishlatiladi. Eritilgan kremniy kvarsda eritilganda kvars mono oksidi paydo bo'ladi va u kremniyda erib, quymada kislorod hosil qiladi. Bu shunda olib keladiki, kremniy mono kristallari 1sm^3 da 10^{17} dona kislorod atomlarini hosil qiladi. Kisrolodning kremniy mono kristallarida paydo bo'lishi ko'pincha mahsus va manfiy ta'sirlar keltirib chiqaradi. Arsenit galliy mono kristallarini o'sdirishda 900°C haroratda kvarts bilan eritilgan galliy o'rtasida reaksiya sodir bo'ladi, bu o'z navbatida quymaning buzilishiga olib keladi. Qiyin eriydigan moddalar hosil

qilanayotgan tigellar tayyorlashning hech qanday imkoniyati yo'q. Shu sababli tigelsiz mono kristallar osdirish usullari katta ahamiyatli bo'lib qoladi.

Verneyl usuli.

Oltmish yil avval sanoat miqyoshida sun'iy sapfir va rubin mono kristallarini o'stirish Verneyl usuli tigelsiz usullarning birinchisi bo'lib kashf qilingan. Verneyl usuli quyidagicha tamoyilga ega. Bir nechta kisroloq – vodorod gurelkalari yoradamiq vertikal joylashtirilgan zatrovka yuqori qismida eritmaning yupqa qatlami hosil qilinadi (3a- rasm).



3- rasm. Verneyl usuli

Vibro bunkerdan (u zatrovkaning ustida joylashgan) juda kichik mayda zarrachalar zatrovka tomonga uzatiladi, bu zarrachalar qattiq qizib yoki erib eritilgan qatlam ustiga tushadi. Shunday qilib quyma hajmi osib boradi. Keyinchalik shtok sekin astalik bilan kichkina tezlikda pastga tushirib boriladi, eritmaning quyi qismlari dam-badam kristalizatsiyalanadi, va natijada mono kristall shakllanadi. Bu usul bilan komil kristallar olish qiyin, chunki haroratni quyma atrofida nazorat qilib turish qiyin, va buzish manbalari juda ko'pdir.

Zonali eritish.

Kremniyning juda toza mono kristallarini olish uchun erigan kremniy bilan inert holatda bo'lgan materialning yo'qligi ancha qiyindir. Shu sababli tigelsiz zonali eritish usuli qo'llaniladi (3b-rasm). kremniyning polikristall quymasi silindr shklida bo'ladi va u vertikal holatda bir – biri bilan bitta o'qda yotgan suv bilan sovitiladigan shtoklarga joylashtiriladi va germetik kameraga o'rnatiladi. Shtoklarni ma'lum bir doimiy tezlik bilan aylantirish mumkin va kichik masofalarga elektrik qurilmalar bilan siljitish mumkin. Eritilgan zona kuchli sirt tarangli kuchlari bilan ushlab turiladi, bu vaqtda eritma bilan ikkita qattiq sirtlar orasida sirt tarangligi kuchi hosil bo'ladi. Ma'lum bir diametr chegarada quyidagi qiymatga bog'liq chegaraviy uzunlik hosil bo'ladi : $\sqrt{\sigma/d}$, bu yerda σ - sirt tarangligi, d - eritmaning solishtirma og'irligi. Qizitish manbasini quyma yonalishida siltib borib eritma zonasini shu quyutma ichida siljtiladi va natijada yo'naltirilgan kristalizatsiya olishga erishiladi. Mono kristallni birinchi vaqtdan boshlab o'stirish mumkin: ikki qisqichlardan biriga mono kristall zatrafka ikkinchisiga poli krislatll hom ashyo joylsh tirilsha ular chegarasida eritma zonasi hosil bo'ladi. Quyma tog'ri geometrik shakl olishi uchun shtoklarni qarama qarshi yo'nalishida yetarli kata tezlikda (30 – 50 yil/min) aylantirish lozim.

Cho'zish usuli.

Tigelsiz usulning tozaligini va monokristall shaklining komilligini Choxralskiy usuli bilan birlashtirish uchun cho'zishning tomchi yoki ko'p suyuqlik toplanib qolgan usullari taklif qilingan. Besh tigel zonali eritmasini ishlatilganda pastdagi birinchi stokga ikkinchi quyma o'rnatiladi, masalan kremniy, bu quyma yetarli diametrga ega va biz uni yuqori tomondan shunday chuqurlikgacha eritamizki, uchinchi eritma sirt taranglik kuchlari bilan ushlab turilsin. Beshinchi shtokga (yuqorida joylashgan) cho'zib olish mexanizmi o'rnatilgan va unda ya'na tortinchi mono kristall zatrafka mahkamlangan. Bu usul bilan kichik diametrdagi mono kristallar yuqori darajada tozalangan va shakliiy komil bo'ladi. Bu usulning

boshqa bir variant kata masofada eritilgan eritmada chozib olish uzulidir. Bu usulda electron – nurli yoki radiatsion qizitish usuli bilan ikkinchi quyma markazida yetarli darajada katta eritilgan bir eritilgan quyma hosil qilinadi. Quymaning eritilmagan qismi tigel vazifasini o'taydi.

1.5. Monokristall eritmalaridan kristall o'stirish paytida qorishmalar taqsimoti.

Elementar yarim o'tkazgichlar (germaniy va kremniy) bilan ishlaganda ikkita jarayon amalga oshiriladi.

1. Elementar yarim o'tkazgichdan eritmada kristalizatsiya qilishda elementar yarim o'tkazgich erituvchi vazifasida keladi, qorishma esa eritilgan element vasifasida keladi. Bu kristalizatsiyaning maqsadi quyidagilardir

a) Asosiy materialni uni bug'lovhi qorishlamalardan tozalash;

b) Kristall panjarasiga butun mono kristall hajmi bo'yicha ma'lum bir qonunga boysungan kerakli konsentratsiyadagi qorishma kritish. Ko'pincha bir yoki ikki qorishmani hajm boyicha bir tekis taxsimlanishini nazorat qilinadi.

2. Asosiy yarim o'tkazgich materialda ma'lum bir hajmda eritilgan metall yoki uning qorishmalarini ma'lum bir temperaturada kristalizatsiyasini ta'minlash kerak bo'ladi. Ko'pincha bu qatlamda bir necha komponentlar bilan to'ldiriladi.

Bu ikki holat ham yangi elektro fizik hususiyatlarga ega bo'lgan yarim o'tkazgich materialini olishni nazarda tutadi. []

Faza o'zgarishlarida ideal eritmalar nazaryasiga ko'ra yangi fazada tarkib boshlang'ich faza tarkibidan kichik yoki kata shaklda farqlanishi mumkin. Bir – biri bilan muloqotda bo'lgan fazalar tarkiblari Shreder – Van – Laara tenglamasi bilan beriladi.

$$K = \ln \frac{N_{Amo}}{N_{Aoc}} = \frac{\Delta H_A}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{0A}} \right),$$

Bu yerda N_{Amo} va N_{Aoc} - mos ravishda qattiq va suyuq fazalardagi qorishmalar konsentratsiyasi, ularni biz keyinchalik C_{kp} va C_{κ} bilan belgilaymiz; $K = \frac{C_{KP}}{C_{\kappa}}$ - bu toza qorishmaning erish issiqligi; T_{0A} - toza qorishmaning erish temperaturasi; T - eritmaning erish temperaturasi. Qorishmaning taqsimlanish koeffesienti bo'lib kristall qatlamida qorishma konsentratsiyasining eritmadagi qorishma o'rtacha konsentratsiyasi nisbati bilan aniqlanadi.

O'zida ligerlovchi qorishma bo'lgan yarim o'ykazgich eritmasini kristalizatsiya qilish.

Choxralskiy usuli bilan mono kristall o'stirish paytida eritmani kristalizatsiya qilishda qorishmalarning holatini ko'rib chiqamiz. Agar qorishmalar tahsimoti koeffesienti 1 ga teng bo'lsa kristall tarkibi eritma tarkibidan farq qilmaydi; agar birdan katta bo'lsa kristallda qorishma miqdori eritmanikidan katta bo'ladi; agar birdan kichik bo'lsa qorishma miqdori kristallda eritmanikidan kam bo'ladi. Ikkinchi tenglamadan ko'rinib turibdiki qorishma koeffesienti birdan quyidagi holatlarda katta bo'ladi, qachonki qorishma toza eritmaning erish temperaturasi oshirsa, va aksincha birdan kichkin bo'ladi, qachonki u eritmaning erish temperaturasi kamaytirsa.

Ideal kristallar o'stirish jarayonlari yordamida qorishmalar taqsimotini sifat jihatidan ko'rib chiqish mumkin. Kristall ostirish va u bilan bo'g'liq qorishmalar kiritish ikkita bug'allel o'tuvchi jarayonlardan tashkil topgan deyish mumkin: qorishmalar atomlarining bo'linish fazalari sirtlariga yetkazish va qorishma atomlarini suyuq holatdan qattiq holatga keltirish. Qorishma atomlarining bevosita o'tish reaksiyasini o'sayotgan monokristallga o'tishini kristallashuvchi bosim tushunchasi bilan tushuntirish mumkin. Bu nazaryaga ko'ra bosim tartibli kristall

o'sdirishning energetik foydasi tarzida ko'rish mumkin. Energetik foyda tamoyili quyidagicha tushuntiriladi: yangi qatlam o'stirilayotganda shu qatlama yangi o'rnashgan zarracha avvalgi o'rnashgan zarrachalar energiyasidan katta bo'ladi. Chunki avvalgi o'rnashgan (1) zarracha qo'shimcha a'loqalar hosil qiladi va keying zarrachani o'rnatishni yengillashtiradi. Shu sababli qatlamlarning tangensial o'sish tezligi ularning hosil bo'lish tezligidan kattadir. Bu jarayon natijasida kristallashtirish bosimi paydo bo'ladi. Shunga ko'ra qorishma atomlari o'sib kelayotgan qatlamlardan bir necha marta chetlashtiriladi. Agar shu holat kuzatilmaganida qorishma atomlari hech qanday energetik to'siqlarsiz ixtiyoriy konsentratsiyalarda kristall panjarasiga o'rnashib qolgan bo'lardi.

Shunday qilib kristallashtirish bosimi o'sayotgan kristallga kirgizilayotgan qorishmalarni chegaralab turadi. Miqdor jihatdan bu jarayon tahsimot koeffesienti bilan xarakterlanadi. Bu taqsimot koeffesienti o'lchamlarga va kirgizilayotgan atomlar kristallokimyoviy o'xshashlikga bog'liq bo'ladi. Agar bu bosim qanchalik kichik bo'lsa qorishma kristallga shunchalik oson kirgiziladi. Yo'naltirilgan kristalizatsiya usullari bilan ligerlangan monokristallarni o'sdirayotgan paytda shu narsa ma'lum bo'ldiki monokristallar sifatlari, ya'ni uning makro va mikro strukturalarining komilligi bu qorishmalarning kristall bo'yicha tahsimoti bir turda bo'lishiga bog'liq ekan. Bu holatlar quyidagi ushta shartlarga bog'liq:

- a) O'sayotgan kristallning kristolografik xarakteristikalariga;
- b) Kristall – eritma tizimida temperatura taqsimotiga;
- c) Kristall va eritmada qorishmalarning taqsimotiga.

Yo'naltirilgan kristalizatsiya usuli bilan olingan kristallarda aralashmalar taqsimoti

Bitta aralashmali eritmani ma'lum bir tezlik bilan kristall o'sdirish paytida taqsimot koeffitsienti birdan kichkina deb qabul qilamiz, aralashma kristall tomonidan va kristallga chegaraviy suyuqlik qatlamida to'planib boradi dip faraz qilamiz. Suyuqlikda konsentratsiya gradiyendi o'rnatiladi. C_{III} orqali suyuqlik

qatlamidagi o'rnatilgan konsentratsiyani belgilaymiz, bu suyuqlik qatlami kristall bilan chegaradoshdir. Avvaldan aralashmalar atomlari ko'payib boradi. Keyin esa kristall o'sisining doimiylashgan paytida bu kristallda aralashmalar atomlari chegarada ketayotgan qorishma atomlari soniga teng bo'lib qoladi.

$$C_{kp} = K_{eff} C_{Mo} (1 - X)^{\{K_{eff}\}} \quad (4)$$

Bir xil tezlik bilan kristall o'stirishda ($K_{eff} = \text{const}$) da qorishmalar taqsimoti to'rtinchi formula bilan aniqlanadi va to'rtinchi rasmdagi ko'rinishga ega bo'ladi.

Bu grafiklardan ko'rinib turibdiki kristallda ligerlangan qorishmalar darajasi va quyma uzunligida uning taqsimoti aralashma tabiatiga bog'liq ekan. Agar $K < 1$ da aralashmalar quymaning oxiriga to'planar ekan. K_{eff} da birdan kata faqr qilsa qorishmaning konsentratsiyasi K_{eff} ga juda bog'liq bo'lib qolar ekan.

Zonali eritishda qorishmalar taqsimoti.

Eritalayotgan zona quyma bo'ylab xarakatlantirilsa qattiq va suyuq fazalar ikkita sirtga ega bo'ladi – eriyatgan va qotayotgan. Qorishmalarning qayta taqsimoti qotiralayotgan sirt atrofida ro'y beradi. Eriyatgan sirtda qattiq jism eriydi va zonaning taqsimoti bilan aralashib ketadi. Agar qorishma erituvchining erish nuqtasini kamaytirsan qotayotgan qismda qorishmaning konsentratsiyasi suyuq qismga nisbatan kichik bo'ladi. Agar qorishma eritmaning erish nuqtasini oshirsa kristallda uning konsentratsiya eritmaga nisbatan katta bo'ladi.

Demak kristallizatsiya ozining harakati davomida bir xil qorishmalarni chiqarib yuborib, ikkinchi qorishmalarni ushlab qolish hususiyatiga ega ekan. To'rtinchi formulada qayd qilingan konsentratsiya taqsimoti ham keltirilgan koordinatalar bilan ko'rsatish mumkin. Bu koordinatalarni biri namunaning boshidan qo'yolgan masofaning eritilgan zona uzunligi birliklarida o'lchangan qiymatidir.

$$a = x / l$$

Kristallning keltirilgan uzunligi $A = L / l$

Quyma bo'ylab aralashmaning nisbiy konsentratsiyasi o'zgarishi harakteri quyidagicha bo'ladi

$$\frac{C_{kp}}{C_0} = 1 - (1 - K)e^{-Ka}$$

Keltirilgan kordinatalarda nisbiy konsentratsiya egri chizig'i $\frac{C_{kpO}}{C_0}$, bu kattalik zona uzunligiga bog'liq bo'lmasdan aralashmaning qayta taqsimot darajasini aniqlaydi. Bu taqsimot beshinchi rasmda keltirilgan. Bu egri chiziq uchta qismdan iborat: boshlang'ich, gorizontal va oxirgi

Boshlang'ich qism tozalash sohasiga to'ri keladi, chunki aralshma konsentratsiyasi o'rtacha qiymatdan kichkina bo'ladi bu yerda. Gorizantal qism bir jinsli tarkibga mos keladi. Bu ikki qism bitta matematik formula bilan aniqlanadi. Uchinchi qism yo'naltirilgan kristallizatsiya bo'lib to'rtinchi formula bilan aniqlanadi.

Zonali kristalizatsiyaning avzalligi shundaki tozalangan va bulg'alangan qismlar quymada fazo bo'yicha bir biridan ajratilgan bo'ladi. Agar zonani keyinchalik ya'na o'tib borilsa keying tozalash amalini bajarish mumkin. Oltinchi rasmda bir necha marta zonali tozalash bajarilgan namunalarni ketma ketligi keltirilgan. Bu taqsimotdan ko'rinib turibdiki zonalardan qancha ko'p o'tilsa moddalarning tozalanish darajasi shuncha yuqorilashib borar ekan.

Bir turdagi ligerlangan quymalarni olish usullari.

1. Ligerlangan aralashmalarning bir xil konsentratsiyali va tekkis taqsimotini ko'rsatadigan monokristallar olishda quyma uzunligi bo'yicha legerlanayotgan eritmani huddi shu moddaning ligerlanmagan moddasi bilan to'ldirib turish kerak bo'ladi. Buning uchun bir necha usullar taklif qilingan.

Ligerlanayotgan qorishmaning konsentratsiyani doimiy ishlab turish uchun tutash idishlarga o'xshagan ikkilangan tigel qo'llaniladi. Ichki tigelda qorishmali material joylashtiriladi, tashqi tigelga ligerlanmagan material

joylashtiriladi. Ichki tigeldan kristallni tortib olish paytida tashqi tigeldan toza material ichki tigelga to'ldirib turiladi, bu bilan eritmada qorishmaning boyishi kompensatsiya qilinadi. Ichki va tashqi tigellar diametrlarini tanlash yo'li bilan aniq kompensatsiya shartlarini topish mumkin.

$$d_2 = d_1 \sqrt{K_{\phi\phi}}$$

Bu yerda K_{eff} qorishmaning taqsimoti effektiv taqsimoti d_1 va d_2 mos ravishda tashqi va ichki tigellar diametrlari. Tigellarni bir biri bilan birlashtirib turuvchi teshik o'lchamlari shunday hisoblanishi kerakki ichki tigeldan tashqi tigelga qorishmalar diffuziyasi ro'y bermasin. d bilan bu teshik diamtirini uning uzunligini l bilan belgilaymiz. Agar $v_{\text{ж}}$ bilan eritmaning oqish tezligini belgilasak, v_{kr} bilan kristallning oshish tezligini belgilasak, S bilan kristall kesim yuzini belgilasak va D bilan qorishma diffuziya koeffisientini belgilasak ($D \cdot 10^{-4} - 10^{-5}$) bo'lsa qidirilayotgan shart quyidagicha bo'ladi:

$$V_J \gg \frac{D}{l} \quad \text{va} \quad V_J \gg \frac{Sv_{kp}}{Pd_2}$$

2. Eritma tarkibini uning bug' bilan o'zaro ta'sirida rostlash mumkin.

Agar eritma – o'suvchi kristall tizimi atrofida bir hajm hosil qilinsaki bu tizim legirloyotgan aralashma atom yoki molekulalaridan yoki kristall komponentlaridan tashkil topsa, uning tarkibi eritma tarkibi bilan muvozanatda bo'ladi. Ajratish jarayoni eritma bilan bug'li faza o'rtasidagi uchib ketuvchi komponentlar tarkibini o'zgarishiga olib keladi. Uchib ketuvchi komponent eritmada uchib uning butun sirti bo'yicha harakatlanib chiqib ketadi. Shuni takidlash lozimki uchib ketayotgan komponentlarni qayta taqsimoti doimo o'zgarib

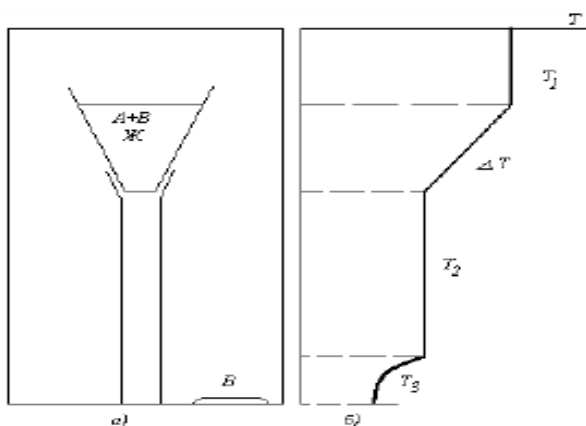
turadi, lekin almashish kinetikasi uchib ketayotgan component bug' bosimiga, ikkinchi tomondan erkin fazoning to'ldirilish darajasiga bog'liq bo'ladi. Agar erkin zona inert gazning bir necha atmosfera bosimida to'ldirilsa uchib ketuvchi komponentlar chiqib ketish tezligi keskin kamayadi.

1.6. Eritmalardan kristall o'stirish.

Eritmalardan monokristallar olishda bu monokristallarning xususiyatlarini nazorat qilish quyidagi holatlarga bo'linishi mumkin.

1. Eritmalarda ishlatiladigan moddalar o'stirilayotgan kristall tarkibida bo'lmasligi mumkin.
2. Erituvchilar sifatida o'stirilayotgan birikmaning komponentlaridan biri bo'lishi mumkin (GaAs-Ga, CdTe-Cd).

Birinchi holda o'sdirilgan kristallar qorishma sifatida erituvchining barcha komponentlarini va qoldiq aralashmalardan iborat bo'ladi. Demak kristallarning kimyoviy tozaligi qoniqarsiz bo'ladi va uni nazorat qilish imkoni yo'q. Ikkinchi holatda begona moddalar ishtirok qilmaydi va kristallning tozaligi uning komponentlari tozaligiga va texnologik jarayonni o'tkazish shartlariga bog'liq bo'ladi. Eritma va qorishmalardan monokristallarni o'sdirish quyidagi usullar bilan amalga oshirish mumkin:

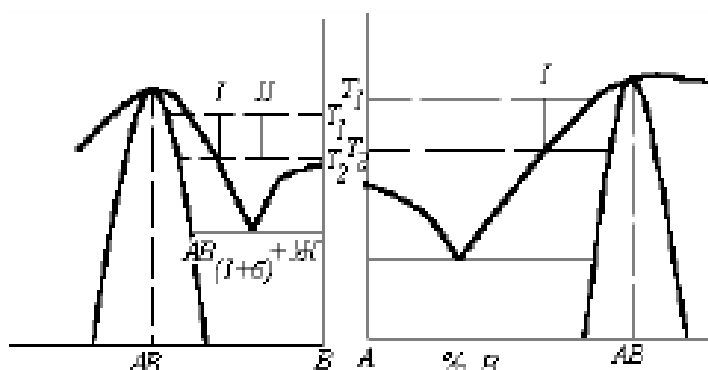


4 - rasm.

4 - rasmda eritmadan oshiqcha va tez uchib ketadigan komponentni ma'lum bir temperatura gradiendida uchirib yuborish.

- 1) Tez eritmada ishtirok qilayotgan tez uchib ketuvchi komponentning konsentratsiyasini oshirish yo'li bilan mustaqil manbadan hosil qilingan bug'lar bosimini hosil qilish.
- 2) O'ta to'yingan eritmadan yo'naltirilgan kristallizatsiya hosil qilish.
- 3) Zonali eritish gradiendini hosil qilish.

5-rasm. Uchib ketuvchi eritmada komponentni uchirish.



5- rasm

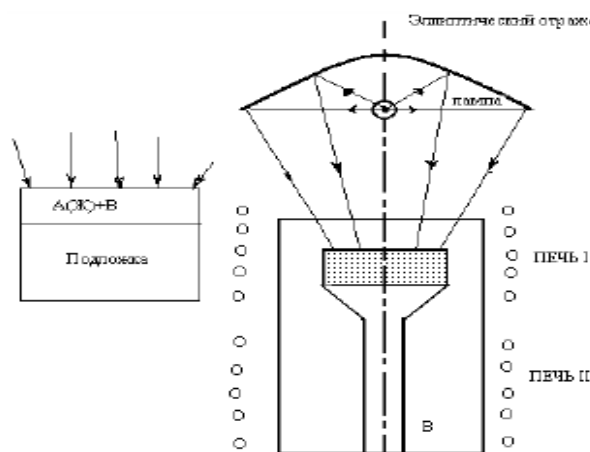
Tigelda uchmaydigan komponent eritmasini germetik ampulada joylashgan komponentda joylashdiramiz va bu ampula balandligida yettinchi rasmda keltirilgan temperature gradiendini hosil qilamiz. T_1 , T_2 va temperatura gradient ΔT ni doimiy ushlab turamiz. T_3 boshlang'ich temperatura ampulaning pastki qismida shunday sharoitga to'ri keladiki, B komponent toza bug'i bosimi eritma sirtidagi bug'lar bosimiga teng bo'ladi. Eritma temperaturasi T_1 ga teng, agar T_3 temperaturani asta sekin kamaytira borsak B komponent bug'larining ampulaning pastki qismida kondensatsiyasi boshlanadi, uning eritmada konsentratsiyasi kamayib boradi. Agar boshlang'ich holatda eritma tarkibi sakkizinchi rasmda I holatda bo'lsa B eritmaning uchib chiqishi natijasida u ikkinchi holatga siljib boradi ikkinchi holarga to'liq yetishganda tigel tagidagi harorat T_2 ga teng bo'lib bu sohadagi eritma $AB_{(1+\delta)}$. Tarkibli kristall bilan muvozanatda bo'ladi. B

komponentning keyingi bug'lanishi kristall homilalarining paydo bo'lishiga olib keladi va o'ta to'yinish holati tubdan tigel sirtigacha siljib boradi va kristall o'sishi kuzatiladi. Bu usulda kristall o'stirish mustahkam mustabilizatsiya va temperaturani rostlashni talab qiladi. Bu usulda mexanik siljishlarning yo'qligi bu usulning afzalligidir.

2. Eritmada uchib ketuvchi komponent konsentratsiyasini oshirish.

Bu avvalgi usulga nisbatan teskari usul bo'lib ampula ichida xuddi shu temperatura taqsimotida olib boriladi. Faqat tigelga uchib ketmaydigan toza A komponent, ampula tagiga uchib ketuvchi B komponent joylashtiriladi. Bu usulning farqi shundaki bir holatda $AB_{(1-\delta)}$ tarkib hosil qilinadi.

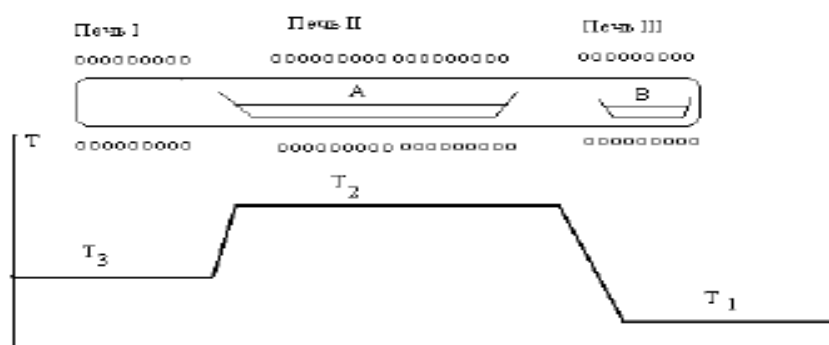
Bu usul bilan katta kristallar olish qiyin, jarayonlar uzoq davomlidir lekin bu usul bilan epitaksial plyonkalar olish katta qiziqish uyg'otadi. Jarayon havosi so'rib olingan eritilgan kvartsda qilingan ampulada amalga oshiriladi, uning yuqori qismida optik kvartsdan yasalgan shisha joylashadi. O'stirilishi taxmin qilingan monokristall taglik uchib ketmaydigan A komponent yupqa plyonkasi bilan qoplanadi va u ampulaning ko'rish oynasiga yaqin joyiga yuqori qismga joylashtiriladi. Ampulaning pastgi qismida uchib ketuvchi komponentni ushlab qoluvchi to'r o'rnatiladi. Ampula havosi so'rib olingandan keyin va vakuum hosil qilingandan keyin ikki zonali pechga joylashtiriladi. Pastgi birinchi pech uchib ketuvchi komponent B bug'larini yetarli darajada hosil qilishga mo'ljallangan, yuqorigi pech ikkinchi jarayonni o'tkazish tempiga moslashtirilgan. Agar A komponent balandligida temperatura gradiendi bo'lmasa natijada B bug'lar va A



6 - rasm

suyuqlik o'zaro ta'sirida sirtida AB birikmaning polikristall plyonkasi hosil bo'ladi va monokristall qatlam oshishi ta'minlamaydi. Bunday kerakli gradiend hosil qilish uchun A suyuqlik sirtini radiatsion qizdirish yordamida temperatura gradiendi hosil qilinadi (masalan fokusida 500 – 1000 wt quvvatli lampa joylashtirilgan illiptik oyna ishlatilishi mumkin). Ikkita pechlar qizdirish tezligini shunday rostlash kerakki, uchuvchi komponent bug'i va toza komponent ustidagi bosimlar tengligi ta'minlansin, bu bosimlarni tenglovchi temperaturaga erishilgandan keyin radiatsion qizdirish manbasi yoqiladi. Bu usulning afzalligi shundaki taglikning AB komponent bilan erib borishi bir xil o'zgarmas o'lchamlari bajariladi, xususan sirt osishi tozalanadi va silliqalanadi.[]

3. O'ta to'yingan eritma – quymalardan yo'naltirilgan kristalizatsiya. Uzun kvarts ampulasiga qayiqcha joylashtiramiz. Bu qayiqchada uchib ketmaydigan toza A komponent joylashtiriladi va ikkinchi qayiqchada uchib ketuvchi B component joylashtiriladi. Ampula ichidan hovosi so'rib olingandan keyin va vakum hosil qilngandan keyin ampula uch zonali pechga joylashdiriladi. Birinchi pech T_1 temperaturagacha qizdiriladi va u uchib ketuvchi komponent B bug'larining kerakli bosimi hosil qilish uchun ishlatiladi. Pech ikki B komponent bug'larini hosil qilish uchun ishlatiladi (pech 2). Pech uch esa T_3 temperaturagacha qizdiriladi ($T_1 < T_3 < T_2$), bu pech yo'naltirilgan kristallizatsiyani qayiqchani $T_2 - T_3$ zonasidan mexanik olib o'tish natijasida hosil qilinadi.



7 - rasm. Gradiendli zonali eritish.

Bu usul bilan kristalizatsiya tezligi kichkina bo'ladi va temperaturalar sterizatsiyasiga ampulalarni mexanik siljitish bilan amalga oshiriladi. Shu sababli bu usulni qo'llanganda pritizion gidro yuritmalar qo'llash kerak bo'ladi.

4. Gradiendli zonali eritish. Bu usul bilan avvaldan sintez qilingan polikristall quymalarni monokristallarga perekristallizatsiya qilish amalga oshiriladi va bu usulda qorishmalar bilan ligerlangan epitaksial qatlamlar olinadi. Bu usulda ham 7 - rasmdagi qurilma qo'llaniladi. Bu usulning kamchiligi shundaki plastinkalar sirtidagi o'zga qorishmalar eritmaga o'tadi va o'sayotgan kristallga kirib qoladi. Bu usulning afzalligi esa bir xil qalinlikdagi plyonkalar olish imkoniyatidir.

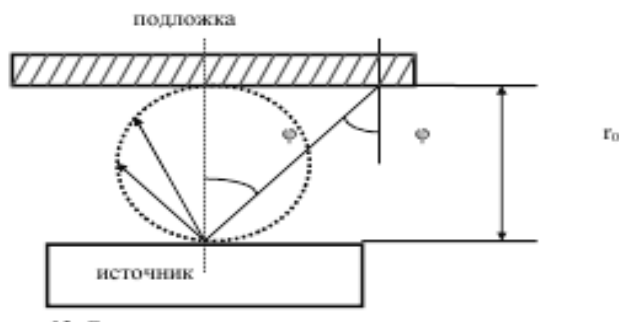
1.7. Bug'li fazadan monokristallar o'stirish.

Bug'li fazadan monokristallar o'sish jarayonlari ham tashqi sharoitlar va taminlovchi fazalar tarkiblariga o'ta sezgir bo'ladi. Lekin kristall o'sish tezligi kichkina bo'lgani uchun bu kamchiliklarni yetarli darajada kamaytirish imkoni bor, buning uchun o'sdirilayotgan kristall qatlamlari va bug'li faza orasida muvozanat saqlash kerak bo'ladi.

Komponentlar bug'laridan kondensatsiya qilish usuli.

Bu usulda kristall o'stirish ko'p xollarda yopiq kontenerlar yoki vakuum kameralarda olib boriladi. Jarayon manbadan bug'lar patokini xosil qilib bug'lanish yoki vozgonka temperaturasigacha qizdirishga asoslanadi. Bug'lar qandaydir masofa bosib o'tib taglikda kondensatsiya qilinadi, elementar moddalar bir atomli bug'lardan tashkil topgani uchun ular bug'larining bosimlari temperaturaga Klauzius – Klayperon tenglamasiga mos tushadi. Jarayonni dinamik rejimda olib borilgani uchun bu bosimning bir qismi tenglamada qo'llaniladi.

8-rasm da bug'lanish – kondensatsiya jarayoni sxemasi keltirilgan.



8 - rasm. Bug'lanish – kondensatsiya jarayoni

Sxemasi.

Dastalar bug'laridan kristalizatsiya qilish jarayoni kondensatsiya koeffisienti a bilan xarakterlanadi. Kondensatsiya jarayonini uchta etapga bo'lish mumkin:

- 1) bug'lar atomlari taglik bilan urishib o'zining kinetik energiyasini yo'qotadi.
- 2) atomlar adsorptsiyasi.
- 3) atomlar taglik sirtida xarakatlanadi va ular kristalga birlashadi yoki qaytadan uchib chiqib ketadi.

Shunday qilib bu usulda bajariladigan asosiy texnologik faktorlar quyidagilardir: taglik sirtining xolati, uning kristallografik yo'naltirilganligi va uning tabiati; taglik temperaturasi va o'ta to'yinish kattaliklari; o'stirilayotgan kristall kimyoviy tarkibini avvaldan berish.

Gazsimon birlashmalardan dissosiyatsiya usuli

Kristall o'stirishning asosiy manbayi tarkibni tashkil qiluvchi komponentlarning tez uchadigan tarkibi xisoblanadi, va ular o'sish sirtida qayta tiklanadi, masalan:

Bu usulda Kristal o'stirish ikkita ketma – ket bo'g'indan tashkil topadi: 1) birikmani bo'lish reaksiyasi natijasida kerakli moddani olish; 2) kristall panjarasiga atomlarni ketma – ket joylashtirish.

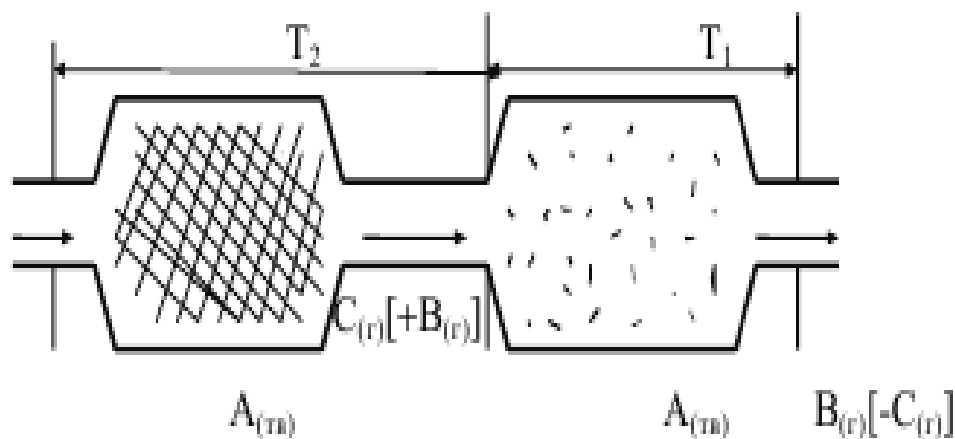
O'tkazish reaksiyalari usuli.

Ko'p xollarda yarim o'tkazgich birikmalar sintezi natijasida juda mayda va komil bo'lmagan kristallar paydo bo'ladi, ularni tozaligi yaxshi bo'lmaydi. Ularni qaytadan rekristalizatsiya qilishning eritish yoki vozgonka qilish turli sabablarga ko'ra mumkin emas bo'ladi. Bu xollarda o'tkazish reaksiyalari usuli yoki boshqacha qilib aytganda gazotransport reaksiyalari qo'l keladi. Bu usulning mohiyati quyidagicha: gazli areagent A ning uchub chiqq olmaydigan qattiq modda bilan o'zaro ta'siri natijasida, agar temperaturalar va bug'sial bosimlar to'g'ri tanlansa tarkib va konsentratsiyalar bo'yicha gazsimon molekulalar xosil bo'ladi:

Bu shartlarda bu birikmalarning o'rtasida muvozanat xolati ro'y beradi. Agar tizimning temperaturasini keskin o'zgartirsak bu muvozanat buziladi, ba'zi bir birikmalar bo'linib ketadi va qattiq xolatdagi modda xosil bo'ladi. Perekristalizatsiyani amalga oshirish uchun kvarts bir tomoniga gaz xolatdagi reagent joylashtiriladi va ampula kavsharlanadi. Ampula ikki zonali pechga joylashtiriladi. Joylashtirish shunday amalga oshiriladiki manba T_1 manba bir zonada joylashadi, kristalizatsiya zonasi ampulaning ikkinchi uchida bo'ladi va uning xarorati T_2 bo'ladi. Birinchi zonada murakkab tarkibli modda gazsimon xolatida ikkinchi zonaga o'tadi, u yerda ajralish ro'y berib kristalizatsiya jarayoni boshlanadi.

Oqimda o'tkazish usullari.

Ko'pincha yuqoridagi usulni oqimlar paydo qilib amalga oshirish mumkin. Bu usulning afzalligi shundaki turli xil aralashmalarni ligerlash turli xil rejimlarda olib borilishi mumkin. (9 – rasm.)



9 - rasm. Ligerlashni turli xil rejimlarda olib borilishi.

II. MATERIALLARNI TOZALASH USULLARI.

Tabiatda absolyut toza moddalar mavjud emas. Shu sababli turli xil qorishmalarni tarkibiy qismlarga ajratish muxim hisoblanadi, buning uchun quyidagi usullar qo'llaniladi:

- kimyoviy usullar, bunda kimyoviy reaksiyalar qo'llaniladi.
- fizik – kimyoviy usullar, masalan distilyatsiya, yo'naltirilgan kristalizatsiya, elektrokimyoviy usullar.

Materiallarni vakuum usuli bilan tozalash.

Peregonka usulida boshlang'ich material bug'lantiriladi, keyin bu bug'lar kondensatsiya qilinadi va uchinchi kondensatlar ichida kerakli modda tanlab olinadi. Peregonkani uchta qismga bo'lish mumkin:

Distillyatsiya – suyuq eritmadan bir mata boshqa suyuqliklar ajratib olib ularni keyinchalik xosil bo'lgan bug'laridan kondensatsiya qilish.

Vozgonka – bu usulda qattiq qorishmadan bir martalik bug' xosil qilib, bu bug'lar keyinchalik kondensatsiya qilinadi.

Rektifikatsiya – bu usul suyuq qorishmadan turli xil komponentlar xosil qilib ularni teskari oqimda bir necha marotaba yuvishdir, bu yuvish rektifikatsion kolonkada amalga oshiriladi.

Distillyatsiya va vozgonka jarayonlari.

Moddalarni suyuq xolatdan yoki qattiq xolatdan gaz xolatga o'tkazish ma'lum bir temperaturalarda sirtlarda amalga oshiriladi. Vozgonkada qatlam - qatlam bo'laklar uchib chiqadi. Qorishma sirtida moddalarning uchib chiqishi komponentlar diffuziya koeffitsientlarini turli xil bo'lishi shunga olib keladiki yengil uchuvchi komponentlarni uchib chiqarishni yengil amlaga oshiradi.

Distillyatsiya jarayonida uchirib chiqarish tezliklari ko'pincha kata tezliklarda amalga oshiriladi. Shu sababli bu jarayon uchib chiqish sirtidan kondensatsiya sirtigacha o'tkazish tezligiga bo'g'liq bo'ladi, bu tezlikni kattalashtirish uchun xaroratni va bug'lar bosimining katta gradientini xosil qilish kerak.

Rektifikatsiya jarayonlari.

Bu jarayonni 15-rasmda ko'rsatilgan sxemadan anglab olsa bo'ladi.

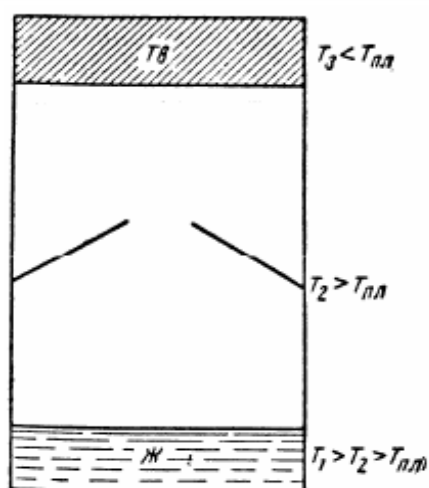
Bu qurilma A kubdan konsentratsion kolonka B dan deflegmator va G kondensatorlar tizimlaridan iboratdir. Bu jarayonni 16-rasmda ko'rsatilgan rektifikatsion "tarelkalar" yordamida ham amalga oshirish mumkin.

Bu usulni amalga oshirish cheklangan bo'lib, bunga sabab moddalarning xaroratlari ularning bug'lanish xaroratlariga yaqin bo'ladi, bu xarorat esa juda katta bo'ladi.

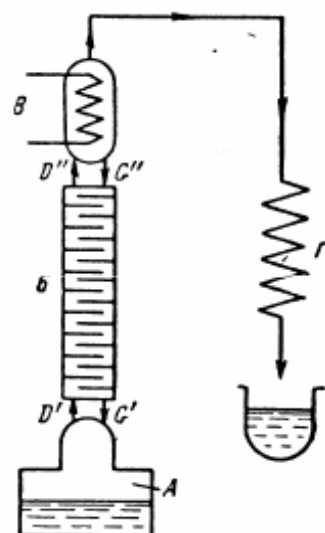
Yo'naltirilgan kristalizatsiya usulida materiallarni tozalash.

Yo'naltirilgan kristalizatsiya usulida o'stirilgan kristaldagi qorishmalar taqsimoti quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$C_{TV} = k_{eff} C_M (1 - x) (k_{eff} - 1)$$

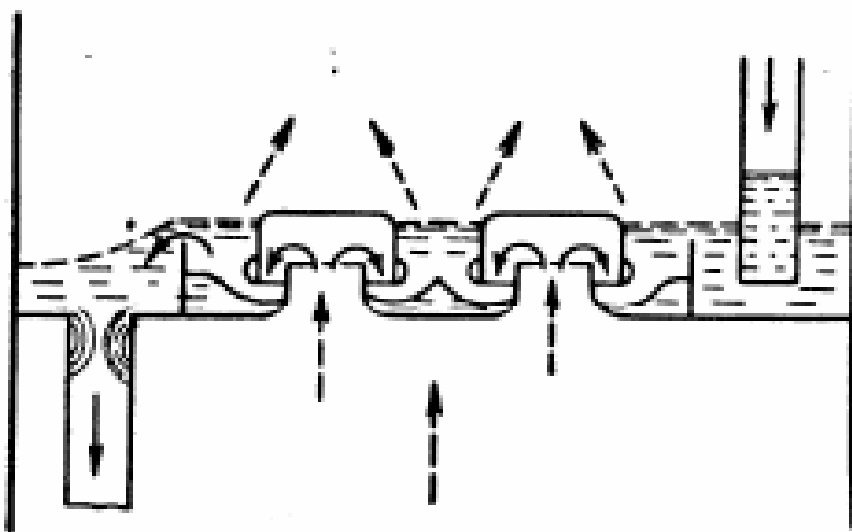


10-rasm



11-rasm

Agar $k < 1$ bo'lsa, qorishmalar quymaning oxiriga joylashadi, quymaning yuqori qismi esa qorishmalardan tozalangan bo'ladi.



12-rasm

Agar quymaning iflos qismini ajratib olsak qolgan qismda qorishmalar konsentratsiyasi sezilarli kamaydi:

$$M' = k_{eff} C_M \int_0^{x'} (1 - x)^{k_{eff}-1} dx = C_{M_0} (1 - y^{k_{eff}})$$

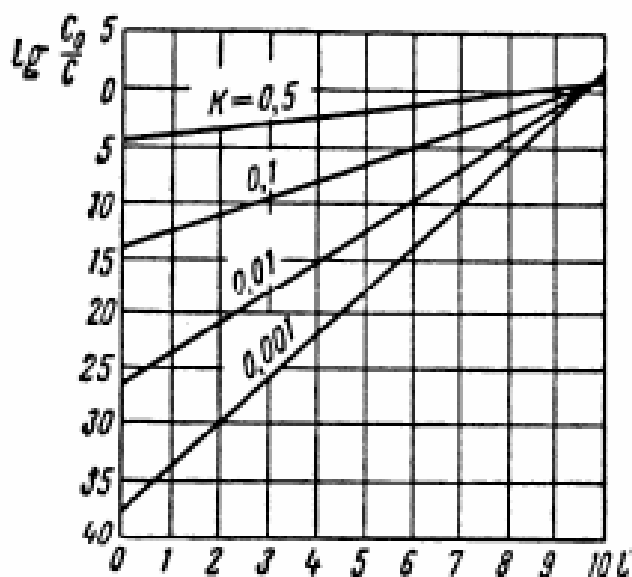
Qayta kristalizatsiyalash natijasida qorishmalar konsentratsiyasi sezilarli kamayadi:

$$C'_{ma} = k_{eff} C_{M'} (1 - z)^{k_{eff} - 1}$$

Bu texnologik jarayonni bir necha marta qaytarsak kerakli tozalikdagi quymani olishimiz mumkin. Tabiiyki bunda biz toza moddaning ancha kam qismini olamiz. Bundan tashqari bu jarayon shu bilan mushkullashadagi qorishmalar bir necha turdan iborat bo'ladi, ularning xar birini tozalab olish murakkab jarayondir. Shu sababli kristalizatsion tozalash zonali eritish usullari bilan amalga oshiriladi.

Zonali eritish usullari bilan tozalash

13-rasmda keltirilgan taqsimotda shu narsani ko'rish mumkinki zonali eritish usullari bilan tozalash yaxshi natijalarga olib kelar ekan. Boshlang'ich material turli xil donor, akseptor va neytral qorishmalardan tashkil topgani uchun turli etaplarda zonali tozalash amalga oshirilishi mumkin. Bu usulda 10 – 15 marta tozalash bajarilgandan keyin o'lchashlar amalga oshiriladi. Ikkita ketma-ket o'lchashlar sezilarli farq xosil qilmaganida tozalash jarayoni to'xtatiladi. Bu usul bilan xozir germaniya, kremniy va bir necha metallar tozalanishi amalga oshiriladi.



13-rasm.

Yarim o'tkazgich xususiyatiga ega bo'lgan kremniyni olish va uning xususiyatlari. Boshlang'ich materiallar

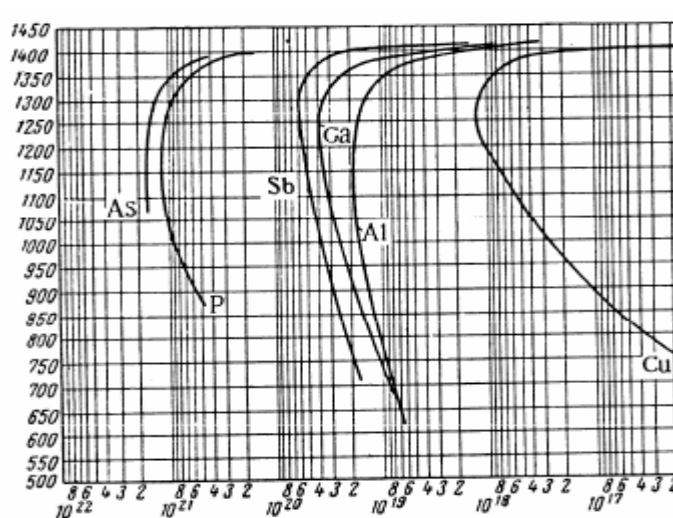
Yer qobig'ida kremniy eng ko'p tarqalgan elementlardan biri bo'lib uning miqdori 27,7% ni tashkil qiladi. Tabiatda kremniy birikma shaklida oksidlar va kislotalar tarkibida bo'ladi. Kremniy oksidining kvarts monokristallari sifatidagi turi tozaligi 99,99% ni tashkil qiladi, bir necha konlarda qumning tozaligi 99,8-99,9% tashkil etadi.

Texnik kremniy SiO_2 ni grafit elektronlar orasida elektron yo'llar xosil qilib olinadi, u qora metallurgiyada ligirlovchi element sifatida ishlatiladi. Bu texnik kremniy yarim o'tkazgich sifatida ishlatila olmaydi, u yarim o'tkazgich tozaligiga ega kremniy olishda xom - ashyo vazifasini o'taydi. Yarim o'tkazgich kremniyni olish texnologiyasi quyidagi etaplardan tashkil topadi: 1) texnik kremniyni yengil uchuvchi birikmaga aylantirib, bu birikma tozalandi; 2) bu birikma kimyoviy va fizik-kimyoviy usullardan tozalanadi; 3) birikma toza kremniy ajratib olish uchun birikma qayta tiklanadi; 4) tigelsiz zonali eritish usuli bilan kremniy tozalanadi; 5) ligirlangan monokristallar olish. Ko'pincha tadqiqotlar olib borilgandan keyin shunday sanoat texnologiyalari ishlab chiqilganki, bu texnologiyalar qorishmalar miqdori 10^{12} - 10^{13} atom/sm³ bo'ladi.

Kremniy va uning birikmalarini kimyoviy xususiyatlari.

Kristallik kremniy odatdagi temperaturalarda yuqori bo'lmagan reaksiyaga kirish xususiyatiga ega; xavoda u kremniyning ikki oksidi plyonkasi xosil qilib boshqa reaksiyaga kirmaydi. U oltingugurt, selen va tellur bilan kimyoviy birikmalar xosil qiladi, bu birikmalar yarim o'tkazgich xususiyatlarga ega bo'ladi.

Kremniy azot bilan $1100-1300^{\circ}\text{C}$ temperaturalarda nitrid kremniy birikmasini xosil qiladi – (Si_3N_4) . Vodorod bilan esa elektr yoyi xaroratlarida kremniyvodorodlar tashkil qiladi ($\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ va hakazo).



14-rasm

Galoidlar bilan kremniy oson ta'sirlashadi, bunda tez yoki sekin uchuvchi birikmalar xosil bo'ladi bu birikalarni formulasi quyidagicha belgiladi SiX_4 ; fluor bilan xona temperaturasida reaksiyaga kirishadi, xlor bilan $200-300^{\circ}\text{C}$ da, brom bilan $400-500^{\circ}\text{C}$ da va yod bilan $800-900^{\circ}\text{C}$ da.

Kremniy juda ko'p erigan metallar bilan kimyoviy birikmalar (silisidlar) xosil qiladi.

Kremniy uglerod bilan yuqori temperaturalarda ($>1400^{\circ}\text{C}$ da) karbid kremniy yarim o'tkazgich birikmasini xosil qiladi.

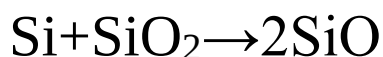
Kremniy kislotalarda erimaydi, lekin ishqorlarda tez erib ketadi.

Kremniyning bir necha birikmalarining xususiyatlari.

Kremniy oksidlari.

Tabiatda kremniy kislorod bilan ikkita oksid xosil qiladi: monooksid SiO va ikki oksid SiO₂.

Kremniyni monooksidi juda yuqori temperaturalarda paydo bo'ladi va uning bug'lari bosimi juda yuqori bo'ladi. Kremniyning uning ikki oksidi bilan ta'siri juda kata ahamiyatga ega. Bu reaksiya natijasida kremniy sirti tozalanishi mumkin, kristall o'tirayotgan paytda bu xolat qo'l keladi. Choxralskiy usuli bilan monokristallar o'sdirishda suyuq kremniy kvarts tigelda u bilan quyidagicha birikma hosil qiladi.



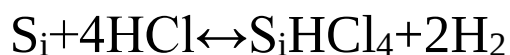
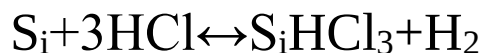
Kvartsning erish tezligi Si ning eritma sirtidan uchib ketish tezligiga bog'liq bo'ladi. Kvartsning suyuq kremniyda erishi eritmada kislorodning boyishiga va kvartsdagi aralashmalarning eritmaga o'tib ketishiga sabab bo'ladi. Kremniyning ikki oksidi kristallar, qumlar va kolloid ko'rinishida kremniy birikmalarida uchraydi. Kremniy ikki oksidining quyidagi polimorf molifikatsiyalarida uchraydi:



Bu hamma strukturalarda kremniy atomlari to'g'ri tetraedr shaklida bo'ladi. Kvarts shishasi yarim o'tkazgichlar texnikasida eng muhim texnologik material hisoblanadi. Undan rektifikatsion kalonkalar, suvning distilatsiya uchun apbug'atlar, ampulalar (ularda diffuziya jarayonlari o'tkaziladi, sintez va kristalizatsiya amallari bajariladi), hamda tigellar yasaladi. Yarim o'tkazgichli texnika hizmatlari uchun kvartsli shishaning juda tozalangan xili ishlatiladi, u tetroxlorid kremniy matrealidan tayyorlanadi.

Kremniy xloridlari.

Bu birikmalar ko'pchilik organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Kremniy xloridlari quyidagi reaksiyalar yordamida olinadi. Ular toza kremniy ikki oksidi olishda ishlatiladi.



2.1. Yarim o'tkazgichli plastinalarda fizik va kimyoviy kirlar. Kremniy sirtini fizik va kimyoviy tozalash usullari

Sirtidagi kirlar miqdori (konsentratsiyasi) yarim o'tkazgichli asboblarda va IS lar parametrlari turg'unligiga ta'sir qilmagan xoldagina sirt texnologik toza deyiladi.

Plastina sirtini tozalashning fizik usullari:

- ultratovushli tozalash;
- kirlarni okuvchi suyuqlikda ultratovush bilan yuvish;
- gaz okimini purkab tozalash (toza azot gazida);
- ionlar va elektronlar okimi bilan bombardirovka qilish;
- plazma muhitida ionlar bilan ishlash berish;
- vakuumda yoki inert muhitda yuqori temperaturada qizdirish.

Ximiyaviy tozalash usullari:

- iflosliklarni eritib yuborish;
- kirlarni plastinkaning yuqori sirt qatlamini eritib ketkazish.

Plastina sirtidagi fizikaviy kirlar

Fizikaviy adsorbsiyalangan fizikaviy kirlar quyidagilar:

- organik bo'lmagan kirlar: turli chang zarralari, abraziv materiallar zarralari.
- organik kirlar: yog plenkalari, ion almashuvchi smolalar koldiklari, fotorezist zarralari, ulchami 1 - 20 mkm bulgan mikroorganizmlar va xokazolar.

Yarim utkazgichli material sirtiga kirlarning fizikaviy adsorbsiyasi molekulalar orasida Van-der -Vaals kuchlari yuzaga kelishi tufayli xamda

elektrostatik kutblanish (zaryadlangan zarralarning Kulon kuchi bilan ta'sirlashishi) sababli bulib, kaytuvchi jarayonlardir.

Organik bulmagan kirlarni gidromexanik yul bilan yoki toza azot gaz oqimini purkash orqali tozalanadi.

Organik kirlar kremniy plastinkasiga termik ishlov berilganda uglerod atomini xosil kilib parchalanadi.

Organik kirlar qutbli va qutbsizga bulinadi:

Qutbli organik kirlar: moylar ,oksillar ,sirt aktiv moddalar koldiklari.Bu moddalarning molekulalari sirt buyicha yunalgan bulib va uzaro tortilib,kirlar yuzasining kiskarishiga olib keladi.

Qutbsiz organik kirlar: mineral yoglar, parafinlar, vazelinlar. Bu moddalarning molekulalari sirt energiyasi katta bulib,katta yuzalarni koplaladi.

Suvda erimaydigan organik moy kirlar plastina sirtini gidrofob xolatga keltiradi,ya'ni suv bilan xo'llanmaydi. Sirtini bir tekis tozalash uchun gidrofil xolatga keltirish kerak. Moy kirlardan tozalash orkali sirtini gidrofob holatdan gidrofil holatga o'tkazish yog'sizlantirish deyiladi. []

Organik kirlarni organik eritgichlarda yoki ularning bugida yuvib tozalanadi. Avval qutbsiz yoki kuchsiz kutbli eritgichlarda (benzol, toluol, turt xlorli uglerod, ayrim freonlarda) qutbsiz kirlar yuviladi, so'ngra spirt, atseton, uchxlor etilenda qutbli kirlar tozalanadi.

Plastina sirtidagi kimyoviy kirlar.

Ximiyaviy kirlar yarim o'tkazgichli material sirtida kimyoviy adsorbsiya (xemosorbsiya) kuchlari bilan boglangan. Xemosorbsiyada adsorbsiyalangan modda atomlari bilan yarim o'tkazgichli plastina sirtidagi atomlar orasida mustaxkam kovalent yoki ion bog'lar xosil buladi. Bu qaytmas jarayon.

Ximiyaviy kirlar ionli va atomli buladi:

Ionli kirlar suvda eruvchi tuzlar, kislotalar va ularning asoslari bo'lib, plastina sirtiga yuvuvchi va yemiriluvchi eritmalaridan, sayqalloovchi qorishma (suspenziya) lardan, qirquvchi, jilvirlovchi va sayqalloovchi disklarning metall asoslaridan o'tadi.

Atomli kirlar kimyoviy reaktivlar tarkibida mavjud bo'lgan Au, Ag, Su, Fe atomlarining plastinka sirtiga mikromurtak (mikrozarodish) shaklida o'tirishi yoki butun sirtini qoplashi, hatto mikroskopik qatlamlar hosil qilishidir.

Ximiyaviy kirlarni kuchli oksidlovchi aralashmalarda, kompleks xosil qiluvchi eritmalarda, sirt-aktiv moddalarda, kislotalarda tozalanadi.

Tozalashda birinchi navbatda organik kirlar va sirt bilan kimyoviy boglangan plyonkalar tozalanadi, so'ngra-ionli va atomli kirlar tozalanadi.

Turli kirlarning asosiy manbalari:

- yarim o'tkazgichli plastinaga mexanik ishlov berishda ishlatiladigan ishlab chiqaruvchi xonalarida havoda mavjud bo'lgan chang;
- plastinalarni tashish va saqlashda qo'llaniladigan idishlar, moslamalar va qurilmalar;
- texnologik muxit;
- organik va organik bo'lmagan reagentlar;
- yuvishda ishlatiladigan suv;
- kirlarning sezilarli manbai operator kiyimi, tanasi,
- kosmetikasi, bakteriyalar, viruslar, qo'llarning moy izlaridir.

Tozalashda qo'llaniladigan usullar va moddalar tozalanuvchi yarim o'tkazgich materialiga nisbatan inert bo'lishi kerak, yong'indan xavfsiz va zaxarliligi kam bo'lishi kerak. Yarim o'tkazgichli plastinalarni ifloslantirmasligi uchun kimyoviy reaktivlar, gazlar, suv yuqori darajada tozallikka ega bo'lishi kerak. Tozalashda ishlatiladigan qurilmalar" cheksiz kamaytirilib borish" prinsipiga asoslangan holda loyixalangan bo'lishi kerak (ketma-ket vannalar, bug'da tozalash va boshqalar). []

Fizikaviy va kimyoviy yog'sizlantirish usullari.

Fizikaviy yog'sizlantirish usulida organik kirlar issiq yoki qaynab turgan organik eritgichlarda eritiladi. Moy molekulalari plastina sirtidan ajralib eritgichda bir tekis taqsimlanadi. Bir vaqtda teskari jarayon- tozalangan plastina sirtiga moy

molekulalari adsorbsiyasi ham bo'ladi, bu jarayonni kamaytirish uchun ketma-ket vannalarda yuvish usulidan foydalaniladi.

Kirlarni organik eritmalarda yoritib tozalash juda effektiv, lekin ko'p marta toza yoritgichga solinishi tufayli organika eritgich isrofgarchiligi ko'p bo'ladi. Ayrim organik eritgichlar zaxarli va yonish xavfi yuqori.

Yarim o'tkazgichli plastinkalarni organik eritgichlar bug'ida tozalanganda xam cheksiz kamaytirib borish prinsipiga amal qilinadi. Qaynab turgan organik eritgich bug'lari tozalanayotgan sirt yuzasida kondensatsiyalanadi. Kondensatsiyalangan bug' tomchilari plastina sirtidan oqib tushayotib, kirlarni o'zi bilan olib ketadi. Bu usulda plastina yuzasi cheksiz ko'p marta toza organik eritgich bilan yuviladi, ifloslangan organik eritgich esa boshka vannaga oqib tushadi. Bunday tozalashni izopropil spirt, freon -113, xlorlangan uglevodorod bug'larida bajariladi. Bulardan eng qulayi freon - 113: yonuvchi emas, zaxarli bo'lmagan suyuqlik, qaynash xarorati $47,6^{\circ}\text{S}$, zichligi $1,57\text{ g/sm}^3$. Eritgichlar bug'ida sovun, erigan moylar, tarkibida suv bo'lgan birikmalar yaxshi tozalanmaydi. Bu usul kamchiligi: bug'lanish xisobiga organik eritgichning ko'p isrof bulishi va qurilma yuqori darajada germetik - berk bo'lishi kerak.

Ximiyaviy yog'sizlantirishni moy molekulalarini parchalovchi, lekin tozalanayotgan materialga ta'sir qilmaydigan aralashmalarda amalga oshiriladi. Shuning uchun aralashmada moy molekulalari yuk va tozalanayotgan sirtidan ularning desorbsiyasi bo'lmaydi.

Ximiyaviy yog'sizlantirish uchun qaynoq ($75 - 80^{\circ}\text{C}$) perikis ammiakli eritgichdan foydalaniladi. Bu eritgich periks vodorod (N_2O_2) va ammoniy gidrooksidi (NH_4OH) ning suvdagi aralashmasidan iborat ($\text{N}_2\text{O}_2:\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O} = 1:1:5$).

Qizdirilganda (N_2O_2) dan ajralib chiqqan atomar kislorod organik va organik bo'lmagan kirlarni oksidlaydi. Ammoniy gidrooksidi (NH_4OH) perekis vodorod H_2O_2 ning parchalanish reaksiyasini tezlashtiradi, moylarni sirtidan o'ziga tortib oladi, ayrim metall ionlari bilan yaxshi eruvchi komplekslar xosil kiladi.

Ximiyaviy yog'sizlantirish fizikaviy yogsizlantirishga nisbatan kam zararli va kam mexnat talab kiladi.

Sirtni metallarning atom va ionlaridan, oksid plenkalari koldiklaridan, sulfidlaridan, nitridlardan kislotalarda tozalanadi. Metall ionlarini kislota tarkibidagi vodorod sikib chikaradi. Kislotalar bilan tozalashda texnika xavfsizligi koidalariga kattik rioya kilish kerak, chunki kislota teriga va kuzga tegsa kuydiradi.

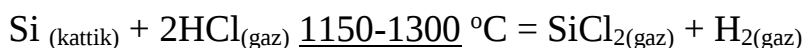
Kremniy plastinasida epitaksial katlam ustirish uchun, MDP strukturalarining zatvor osti oksid katlamini olish uchun gazli yemirish usuli bilan plastina sirti tozalanadi. Bunda ifloslar tozalanishi bilan birga monokristall struktura buzilgan katlam xam olib tashlanadi (ya'ni nuksonlar yukotiladi.)

Yemirgich sifatida N yeki Ne ning galogenlar (F, Sl, Br) galogeno vodorodlar (HVR, HCL), serovodorod H₂S ,geksaftorid SF₆ bilan aralashmasi ishlatiladi.

N va Ne dagi bu moddalarning mikdori 0.1-1 % gacha buladi.

Oksidlovchi kurilmada yeki epitaksial katlam ustiruvchi reaktorda 800-1300⁰S da ishlov beriladi.

Si ni HCL da yemirganda quyidagi reaksiya ketadi:



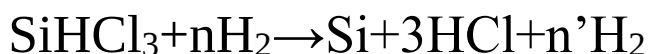
ya'ni Si sirti gaz shaklida ajralib tozalanadi.

2.2. Yarim o'tkazgich hususiyatiga ega bo'lgan kremniy hom ahsyosini olish texnologiyasi.

Bu texnologik jarayonlarda birlamchi homashyo bo'lib texnologik kremniy ishlatiladi, u kremniy xlorid olish maqsadida xlorlashtiriladi.

Kremniy materiali yoki ipitaksial plyonkalar olish uchun ularning xloridlarini tozalagandan keyin kimyoviy reaksiyalar yordamida yuqori temperature berib vadorodning gazidan foydalanib kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladi. Ikkinchi texnologik usul bo'lib hosil bo'lgan kremniy xloridindan

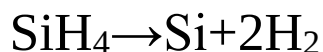
tozalanish bajarilgandan keyin monosilana olish uchun dissatsatsiya amali bajariladi:



Kremniy yarim o'tkazgich xususiyatlarga ega bo'lgan sanoat ishlab chiqarilishida asosan xlorid kremniyning vodoroda qayta tiklanish jarayoni amalga oshiriladi; silanli jarayon kam ishlatiladi, sabab silan portlashga moyil modda hisoblanadi:

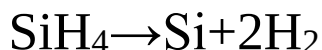
Kremniyni vodorod bilan xloridlarni qayta tiklash

Texnik kremniy xloridlari amalda turli xil aralashmalarga ega bo'ladi. Chunki avvalgi xomashyo sifatida qorishmalarga ega texnik kremniy ishlatiladi, texnik xlor ham aralashmalarga ega bo'ladi. Yuqori temperaturalarda xlor va xloridlar abug'atura materiallari bilan reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun texnik xloridlarni ma'lum tozalash usullari bilan tozalash zarur hisoblanadi.



Monosilan materialidan kremniy olishning termik dissotsatsiya usuli.

Monosilanning termik dissatsatsiyasi oddiy formula bilan beriladi:



Termik dissatsatsiya 370° da boshlanadi 500° esa bu ajralish juda tezlashadi. Bunday pas temperaturalarda olingan kremniy juda mayda zarrachali jigar rangdagi kukundan tashkil topadi, bu kukun eritishga moyil emas. Kompakt kremniy olish uchun muvozanatni temperaturalargacha (1000 – 1100°C) olish

uchun selan bilan birga kislorod kiritiladi. 1000° C temperaturada silandagi sakson foiz kremniy kompakt kremniyga aylantiriladi.

Metallurgik tozalash va kremniy monokristallarini

o'sdirish.

Vadorodda qayta tiklash usuli bilan olingan kremniy xomashyo tozaligi undan ligerlangan monokristallar olish uchun yaroqli bo'lmaydi, ularni yarim o'tkazgich asboblari ishlab chiqarishda ishlatib bo'lmaydi. Ligerlangan monokristallar o'sdirish uchun kremniyning solishtirma qarshiligi 1000 om *sm tartibida bo'lishi kerak. Kremniy tozalash uchun elektro magnit podvesli eritish zonasiga ega bo'lgan tigelsiz zonali eritish usuli qo'llaniladi. Bunday tozalashning samaradorligi aralashmalar taqsimot koeffitsientlariga bog'liq bo'ladi. Eng qiyin ketkiziladigan elementlar bo'lib bor mis va fosfor hisoblanadi. Ularni tozalash uchun maxsus usullar qo'llaniladi. Bu qorishmalarni yo'qotish uchun avvalgi jarayonlarni o'zida tozalashning maxsus usullari qo'llaniladi. Ligerlangan monokristallar olish uchun Qoida bo'yicha choxralskiy usuli qo'llaniladi. Kremniy toza erigan kvartsdan tayyorlangan tigellarda saqlanadi, ligerlash aralashmalari sifatida fosfor (donor, galliy va bor(akseptor)) qo'llaniladi. Quymalarning diametrlari 30 – 35 mm bo'lganda dislokatsiyalar zichligi juda kichik bo'lgan kristallar olish mumkin. Bu usulning eng katta kamchiligi shundaki kremniy eritmasi kvartsni ham eritib yuboradi. Shunday qilib eritma tarkibida kislorod qo'shib qoladi. Shu sababli jarayonlar qisman vakumda o'tkazilishi kerak.

2.3 Yarim o'tkazgich sifatiga ega bo'lgan germaniyni hususiyatlari va uni olish usullari.

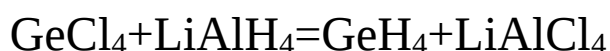
Germaniy nisbatan kam uchraydigan material bo'lib, germaniyga boy minerallar konlari soni chegaralangandir. Shu sababli germaniy kimyoviy va metallurgiya ishlab chiqarishlarida qoldiq materiallarda ham, masalan, ba'zi bir ko'mir turlarini yoqishda hosil bo'ladigan kukunlarni qayta ishlashdan foydalaniladi. Avvalgi xomashyo bo'lib metallurgiya zavodlarida hosil bo'lgan

kukunlar konsentratlari, yarim o'tkazgich zavodlaridan chiqqan chiqindilardan foydalaniladi.

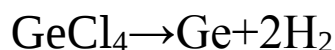
Germaniy ikki qator kimyoviy birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarda uning valentligi ikki va to'rt boladi.

Xona temperaturalarida germaniy havoga nisbatan reaksiyaga kirishmaydi. Faqatgina maydalangan germaniy 700° temperaturada germaniy ikki oksidini hosil qiladi. Germaniy kislotalarda erimaydi, faqat azot kislotasida oksidlanadi. Germaniy grafit bilan erigan holatda ham reaksiya kirishmaydi. U kvarts bilan ham reaksiyaga kirishmaydi. Germaniy olishda birlamchi xomashyo bo'lib texnik germaniy konsentratlari va elektron sanoati chiqindilaridan foydalaniladi. Germaniyni uning ikki oksidli birikmasini vodorod bilan qayta tiklashda olinadi, bunda chiqish samaradorligi yuz foizgacha yetadi. Germaniyni ikki oksidi gidroliz usuli bilan quyidagi reaksiya orqali olinadi.

Texnologik chiklning birinchi etabi bo'lib germaniyning to'rt xlorli birikmasini olish hisoblanadi:



Elementar germaniyning chiqindilari esa xlor yordamida yoqiladi:



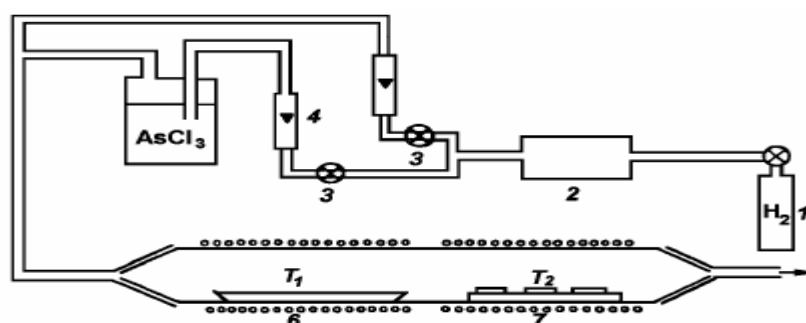
Hosil bo'lgan tedro xlorid 85 – 90° C tarkibidagi metallardan tozalanadi.

Tozalashning birinchi etabida germaniy uch xlorli rishakdan tozalanadi. Tozalangan tedro xlorid juda toza suvda gidroliz qilinadi. Elementar germaniy esa toza kislorodda qayta tiklanish reaksiyasi yordamida olinadi.

Germaniyning ikki oksidi grafit qayiqchalarda kvarts trubkasiga joylashtirilib bundan toza kislorod oqimi o'tkaziladi, harorat 650°C gacha ko'tariladi. Kukun simon germaniy eriy boshlaydi, bundan keyin esa yo'naltirilgan kristalizatsiya

amali boshlanadi. Tozalangan germaniy ligerlangan monokristallar olish uchun, ko'pincha choxralskiy usuli bilan olinadi.

Antimonetingi (InSb) asenitgalliy (GaAs) olish va ularni ishlatish usullari yuqoridagi usullarga o'xshab ketadi. Quyida asenitgalliyning epitaksial plyonkalrini olish sxemasi keltirilgan (15 - rasm).



15- rasm. Asenitgalliyning epitaksial plyonkalrini olish sxemasi

Quyida $A^{II}B^{VI}$ birikmalarni olish sxemasi keltirilgan.

Yarim o'tkazgichli plastinkalar asosidagi tagliklar tayyorlashning texnologik jarayonlari.

Bu tagliklar tayyorlashning asosiy maqsadi ularni integral mikrosxemalar ishlatishda qo'llaniladigan tagliklar (platformalar) tayyorlash uchun qo'llaniladi. Bu jarayonlar quyidagi amallarga bo'linadi: yarim o'tkazgich plastinaning toza sirtini hosil qilish; yarim o'tkazgichli plastina sirtidan mexanik buzilgan qatlamni olib tashlash; yarim o'tkazgich plastinadan boshlang'ich materialning ma'lum bir qismini olib tashlash; taglik sirtida ma'lum bir elektro fizik xususiyatlarga ega bo'lgan qatlam hosil qilish; avvalgi taglik panjarasida struktura defektlarini aniqlash; mezostrukturalar olish; garbanik qoplamalar bilan qoplash.

Yarim o'tkazgichli tagliklarning sirtlarini juda tozalshdan maqsad diffuziya, ipitaksial o'sdirish jarayonlarida bu sirlarda iflos chiqindilar bo'lishi

kerak emas. Shu sababli turli xil iflosliklarni yo'qotish texnokimyoviy jarayonlarning asosi hisoblanadi. Bu toza sirtlarni olish turli jarayonlar kompleksidan iborat bo'ladi: suvda yuvish, eritmalarida ultro tovush bilan tozalash, kimyoviy yoki gazli dog'lash va hokazo.

Taglik sirtidan mexanik buzilgan qatlamni yo'qotish atomar mukammal strukturali qatlam hosil qilishdir, bu o'z navbatida integral mikrosxema aktiv tizimlarini taglikda tayyorlash imkoniyatini beradi. Mexanik jihatdan buzilgan qatlamni kimyoviy va gazli dog'lash, hamda ion – plazma va plazma kimyoviy amallar bilan amalga oshiriladi. Taglikdan ma'lum bir qism toza qatlamni olib tashlashning maqsadi keraklik qalilikdagi taglik olishdir. Kerakli qalinlikdagi taglik olish etigral mikrosxemaning konkret tipiga bog'liq. Bu hollarda ko'pincha kimyoviy bog'lash elektro kimyoviy usul bilan bajariladi. Hamma texnikimyoviy jarayonlar sirtning elektro fizik xususiyatlarini regilirofka qilish va o'zgartirishga qaratilgandir. Shu jihatdan amaliy qiziqish yarim o'tkazgichli tagliklarning kristall panjaralarini tadqiqot qilishga bag'ishlanadi. Bu diffektlar quyidagilardir: dislokatsiyalar jotlashtirish drffektlari va hokazolar. Bunday diffektlar aniqlanganda kimyoviy selektiv dog'lash qollaniladi.

Mezastrukturalar olish ko'pchilik yarim o'tkazgich asboblari va integral mikrosxemalar olishda keng qo'llaniladigan texnologik usuldir. Mezostrukturaning geometrik o'lchamlari va shakllari himoya relyefi suratiga bog'liq bo'ladi, dog'lash chuqurligi esa kimyoviy dog'lash moddasi tarkibida va dog'lashning texnologik rejimiga bog'liq bo'ladi.

Galvanik qoplamalar cho'ktirish metallar yordamida bajarilib yarim o'tkazgich tagligi sirtida tok o'tkazuvchi yo'lakchalar, omik kontektlar va integral mikrosxemalarning passiv elementlarini yashash uchun qo'llaniladi.

Shunday qilib texnokimyoviy jarayonlar ma'lum tozalikdagi taglik sirtini tayyorlash, bu sirtida ma'lum bir relyefni hosil qilish, epitaksial plyonkalar

cho'ktirish elektrik himoya plyonkalarini hosil qilish, diffusion – ion referlash o'tkazish imkoniyatini beradi. []

Yarim o'tkazgich tagliklar iflosliklarining turlari.

Taglik sirtida turli tuman iflosliklarni bo'lishi ishga yaroqlik qurilmalarni chiqarishni keskin kamaytiradi. Bu iflosliklar mexanik qayta ishlashda (palstinkalar qirqish, tekkislash va yaltiratish), qayta ishlashda turli texnologik muhitlardan atsortsiya natijasida aralashmalarning qo'shilish hisobiga paydo bo'ladi. Bu iflosliklarni ikkita ko'rsatgich bo'yicha sinflarga ajratish mumkin: ularning fizik – kimyoviy xususiyatlari bo'yicha va ularning asosiy yarim o'tkazgich materiallar bilan o'zaro ta'siri harakteri bo'yicha.

Fizik – kimyoviy xususiyatlar bo'yicha iflosliklar organik, noorganik, tuzli, ionli, mexanik vahokozo bo'lishi mumkin.

Taglik materiali bilan o'zaro ta'sir harakteri bo'yicha iflosliklar fizik va kimyoviy adsorbirlashgan turlarga bo'linadi.

Fizik adsorbirlashgan iflosliklarga mexanik zarralarning hamma turlari (chang, tola, obraziv turli mexanik iflosliklar), hamda fizik adsortsiya natijasida hosil bo'lgan organik materiallar. Mexanik zarrachalar suvli va ultro tovush vannalarida onson kedkaziladi. Organic iflosliklarni ketgazish ancha murakkab jarayon hisoblanadi. Kimyoviy adsovbirlangan iflosliklarga birikchi navbatta yarim o'tkazgichli tagliklar sirtidagi oksid va sulfide plyonkalar kiradi, hamda kimyoviy moddalarning kationlari va anionlari kiradi. Bularning ichida eng qiyin ketgiziladigan iflosliklar metallar va qiyin eriydigan oksidlar hisoblanadi. Ularni ketgazish uchun maxsus kimyoviy reaksiyalar kompleksi qo'llaniladi.

Yarim o'tkazgichli tagliklarni suyuqlik bilan yuvish.

Eng masul amallardan biri yarim o'tkazgichli tagliklar sirtini suyuqlik bilan sidirish hisoblanadi. Bu amal ikkita etabdan tashkil topadi: taglikni moydan tozalash (bu amal organik erituvchilar yordamida bajariladi) va ikkinchi etab juda

yoza suvda yuvib tashlash hisoblanadi. Taglikni moydan tozalashda organik fizik iflosliklar sirtidan ketgaziladi. Buning uchun quyidagi erituvchilar ishlatiladi: toluol, to'rxlorli uglerod, Freon, acheton, turli spirtlar va trixlor etilen qo'llaniladi. Sanoat ishlab chiqarilishida texnologik sikllar yuqoridagi erituvchilarning aralashmalari yordamida amalga oshiriladi. Shunday aralashmalarga quyidagilar kiradi: Freon, mitilen xloridi, Freon – izopropilspirt, Freon – acheton vahokozolar. Tagliklarni moydan tozalashda keng ko'lamda ultro tovush vannalari ham qo'llaniladi. Istiqbolli tozalash usullaridan biri suyuq erituvchilar emas balki erituvchilarning qaynab turgan bug'larini ishlatishdir, bu bilan iflosliklar effektiv tozalanadi. []

Bu amallarni bajarish jarayonida erituvchilarning qoldiqlari yarim o'tkazgich taglik ustida qoladi. Bu qoldiqlarni albatta olib tashlash kerak. Shu sababli ham tagliklarni juda toza suvda yuvib tashlash amali bajariladi. Bu amalni effektiv bajarish uchun deionlashgan suv qo'llaniladi, undan tashqari tagliklar ultro tovush vannalariga joylashtiriladi. Bu yuvishning sifatini yuvilayotgan kameraning kirish va chiqishdagi solishtirma qarshiliklar kattaliklarini o'lchash natijasida aniqlanadi.

Yarim o'tkazgichli tagliklarni kimyoviy qayta ishlash.

Yarim o'tkazgichli tagliklarni kimyoviy qayta ishlash ularning sirtida kislota yoki ishqor dog'lovchilarni qo'llashdir. Bu jarayon geterogen tabiatli bo'lib taglik va suyuq dog'lovchi materiallar o'rtasida reaksiya ketishini anglatadi. To'g'ri dog'lash hosil qilish uchun dog'lovchi material taglikdan ko'proq miqdorda bo'lishi kerak. Agar mexanik buzilishlar qo'shimcha sirtlar hosil qilsa yarim o'tkazgichning materiallning dog'lovchi material bilan effektiv sirti oshadi bu esa o'z novbatida dog'lash tezligini oshiradi.

Kremniyni dog'lash.

Kremniyning kimyoviy enertligi boshlang'ich plastinada pksid qatlami borligi bilan izohlanadi, bu oksid qatlami ishqorlarning va plavik kislotaning suvli

eritmalarida ketkazilishi mumkin. Shu sababli kremniyni kimyoviy qayta ishlashda ikki hil dog'lovchilar qo'llaniladi: kislotali va ishqorli. Kislotali dog'lovchilar sifatida azot va plavik kislota ning turli xil qorishmalari ishlatiladi. Kremniynin maksimal dog'lash tezligi quyidagi nisbatda amalga oshadi – $\text{HNO}_3:\text{HF}=1:4,5$ (molyar hissalarda). Ishqorli bog'lovchilar sifatida KOH va NaOH larning 10-20% suvli eritmaları ishlatiladi. Dog'lash esa 90-100°C temperaturalarda amalga oshiriladi. Bu usul kremniy sirtini to'liq yaltiratmaydi. Shu sababli bu usul sanoatda kam qo'llaniladi. Biroq ishqorli dog'lovchi taglik sirtida maqsadli ma'lum bir shaklda o'rachalar hosil qilishda qo'llaniladi. Bu o'rachalarning eng ko'p qo'llaniladigan turi V-shaklli o'rachalardir, ular integral mikrosxemaning ma'lum sohalarini izolyatsiya qilish uchun qo'llaniladi. Kremniy uchun selektiv bo'glovchi bo'lib N_2H_4 ning suvdagi eritmasi ishlatiladi. Bu bog'lovchi judayam katta bog'lash tezligiga ega.

Arsenid galliyni dog'lash.

Asenid galliy ishqorli dog'lovchilarda ham, kislotali bog'lovchilarda ham bog'lanadi. Ishqorli dog'lovchi NaOH ning 5% li suvli eritmasi va 30% li vodorod pereksiyyi, ular 5:1 nisbatda olinadi, qayta ishlash temperaturasi 50 – 60 C dan iborat bo'ladi.

Yarim o'tkazgichli tagliklarni kimyoviy dinamik qayta ishlash.

Agar kimyoviy qayta ishlash taglikning statik holatida amalga oshirilsa taglining erishi uning sirtining turli joylarida turlicha amalga oshiriladi. Buning sababi quyidagicha. 1-taglikning statik holatida dog'lovchi eritmaning konsentratsiyasi turli masofalarda turlicha bo'ladi. 2-turli xil o'n qirchonqirliklar taglikning turli joylarida issiqlik ajralib chiqishini bir xil qilib olinishini ta'minlay olmaydi, bu esa o'z navbatida taglikning bir xil qismlarining qattiq isib ketishiga ikkinchi joylarining sovushiga va buning natijasida issiq joylarda foydali materialning tez erib ketishiga sabab bo'ladi. 3-taglikning chekka qismlariga bog'lovchi eritmaning sof qismi birinchi bo'lib tushadi, shu sababli chekka qismlar

tez erib ketadi. Bu uchta faktor taglikning tekis – bug'ligini keskin yomonlashtiradi, taglikning chekkalarida chuqurchalar hosil bo'ladi. Bu kerakmas effektlarni yo'qotish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi: yarim o'tkazgichli tagliklar kimyoviy – dinamik qayta ishlashdan o'tkaziladi. Bu usul ikkita bir vaqtning o'zida olib biriladigan jarayonlardan iborat. Birinchidan bog'lovchi eritma taglik ustida doimo aktiv aylantirib turiladi va ikkinchidan taglik bog'lovchi eritma atrofida ham doimiy aylantirib turiladi. Bunday usul bilan juda tekkis sirtlar olish mumkin. Bu qurilmaning asosiy elementlari bo'lib ftoroplastli baraban – stakan, va unga joylashtirilgan kassetali tagliklardir. Baraban stakan tik yo'nalishga nisbatan 20 – 30° burchakda joylashtirilib reduktor orqali dvigatel valiga bog'langan. Dvigatel yoqilganda baraban stakan ma'lum bir tezlik bilan aylana boshlaydi va uning ichida joylashgan kassetalar barabanning ichida ag'anab ag'anab harakatlanadi.

Yarim o'tkazgichli tagliklarni elektro kimyoviy qayta ishlash.

Yarim o'tkazgichli tagliklarni elektro kimyoviy qayta ishlash ikkita jarayonni ichiga oladi: elektrolitik anodli eritish va yarim o'tkazgich materiallarni anodli – mexanik dog'lash. Elektrolitik eritish yarim o'tkazgichli materialga musbat potensial berish bilan boshlanadi. Agar taglikni va metallic elektrolidga joylashtirilsa, va elektr toki o'tkazilsa, elektroliz jarayoni boshlanadi, asosiy kimyoviy o'zgarishlar elektrodlar atrofida bo'ladi. Butun jarayon oksidli qaytarilish reaksiyasi bo'lib, anod oksidlovchi bo'lib hizmat qiladi, chunki u elektrodلarni qabul qilib oladi, katod esa qayta tiklovchi bo'ladi, chunki u elektronلarni berib yuboradi.

H_2S+H_2 qorishmasida qayta ishlash.

Kremniy bilan oltin gugurt – vodorod yuqori temperaturalarda (1200°C) o'zaro ta'sirlashadi. Uning reaksiyasi quyidagi reaksiyaga ega.

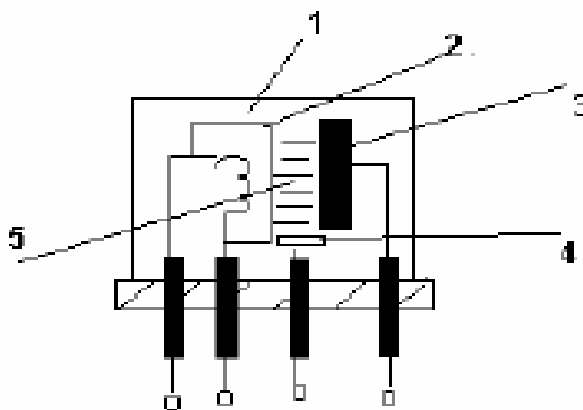
Tagliklarni ion plazma qayta ishlash.

Bu usul ion plazma qayta ishlash maxsus jarayonlardan bo'lib bu usulda suyuq bog'lovchilar qo'llanilmaydi. Bu jarayonning mohiyati inert gazlar ionlarining tezlashirilgan oqimi bilan qayta ishlanayotgan taglikning sirti o'zaro ta'sirlashadi.

Bu jarayonni amalga oshirish uchun yarim o'tkazgichli taglik inert gazning chegaraviy bosimi hosil qilingan ishchi kameraga joylashtiriladi. Kameraning ichida joylashgan va taglikka yaqin qilib o'rnatilgan elektrodlar yordamida razdyad hosil qilinadi. Bu razdyadning fazosida electron ion plazma hosil bo'ladi. Qayta ishlanayotgan yarim o'tkazgichli taglikga nisbatan katta manfiy kuchlanish beriladi (2-3 kv). Natijada musbat zaryadlangan plazmaning ionlari taglik sirtini bombardimon qila boshlaydi, natijada sirtdan atomlarni qavat-qavat qilib ko'chirib tashlaydi, ya'ni dog'lash amali bajariladi. Bu plazmaning hosil qilishning uchta usuli bor: 1-usul bilan anod va katod o'rtasiga ishchi kamerada inert gazning ma'lum bir bosimida biqlama razdyad hosil qilish. 2- usulda turma electron imersiya toki qo'zg'atadigan yoyli razdyad hosil qilish. 3- usulda yuqori chastotali qo'zg'atish tizimlari bilan plazma hosil qilish.

Bu usullarning eng yaxshishi birinchi usuldir, uchinchi usul dielektrik materiallardan tashkil topgan tagliklarni qayta ishlash uchun qo'llaniladi. Bu usulda dielektrik taglikda doimo musbat zaryadlarning toplanishi kuzatiladi. Bu kamchilikni yoqotish uchun elektrodلarga o'zgaruvchan kuchlanish beriladi.

Ion plazma qurilamsining sxemasi 16-rasmda keltirilgan. 1-ishchi kamerada uchta asosiy elektrod joylashtirilgan: terma iminsion katod ikki, anod uch va qayta ishlanayotgan taglik to'rt. Katod va anod o'rtasida beshinchi inert gaz plazmasi hosil bo'ladi. Ion plazma qayta ishlashi quyidagicha kechadi. Anod va katod o'rtasiga bir necha o'n volddan oshmaydigan kuchlanish beriladi. Qayta ishlash jarayoni taglikga 1 -3 kv kuchlanish berilganda boshlanadi, bunda inert gaz musbat ionlari taglikni intensive bombardimon qila boshlaydi.



16 - rasm. Ion plazma qurilamsining sxemasi.

Tagliklarni plazma - kimyoviy qayta ishlash.

Bu qayta ishlashda materialning sirtga qatlami qattiq fazada bo'lsada aktiv gazlar plazmasi bilan uchrashganda uzib olishga erishiladi. Bu usulning ion plazma usulidan farqi plazma tarkibida aktiv elementlarning bo'lishi bilan izohlanadi. Bu usul qator afzalliklarga ega: birinchidan uni onson boshqarish mumkin jarayonning hamma stadiyalarda. Ikkinchidan u sezilarsiz inertsionlikga ega. Uchunchidan bu usul quruq usul bo'lib suyuq dog'lagichlar bu usulda qo'llanilmaydi. To'rtinchidan bu usul bilan juda toza taglik sirtlarini olish mumkin. Bu usulning afzalliklaridan ya'na biri bir necha jarayonlarni bitta kamera ichida bajarish imkoniyatidir: sirtni tozalash, dog'lash va yangi qatlamlar cho'ktirish. Shu sababi tagliklar ifloslanishlari oldi olinadi.

Yarim o'tkazgich materiallarga kimyoviy ishlov berish.

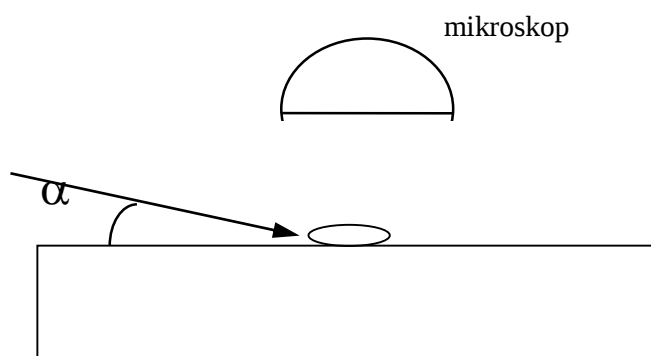
Shlifovka va polirovkadan so'ng plastina sirti poroshok qoldiqlari, yog'lardan tozalanadi.

Buning uchun eritkichlarda va kislotalarda kimyoviy tozalanadi. Ikkinchi usul fizikaviy tozalash usuli, unda kremniy molekulalari bilan bog'langan kirishma molekulalariga qizdirish yoki ionli bombardirovka yordamida katta energiya berib, uchirib yuboriladi. Ultra tovushli uskuna yordamida poroshok qoldiqlari trixloretilen, toluol, chetyrexloristy uglerod eritgichlarida tozalanadi.

Organik moddalar molekulalaridan tozalash uchun sulfat kislota (H_2SO_4) da qaynatiladi.

Metall atomlaridan tozalash uchun HCl va HNO_3 da qaynatiladi, HF da yuviladi. Hamma vaqt eng oxirida ionlardan tozalangan (deionizovanniy) suvda yuviladi. Plastina sirtining tozaligini tekshirish usullaridan biri polirovka qilingan sirtni mikroskopda kuzatish. Yorug'lik nuri plastina sirtlariga juda kichik burchak ostida tushadi. Toza joylar qorong'u bulib iflos joylardan sochilgan nur mikroskopga tushadi va yorug' bo'lib ko'rinadi.

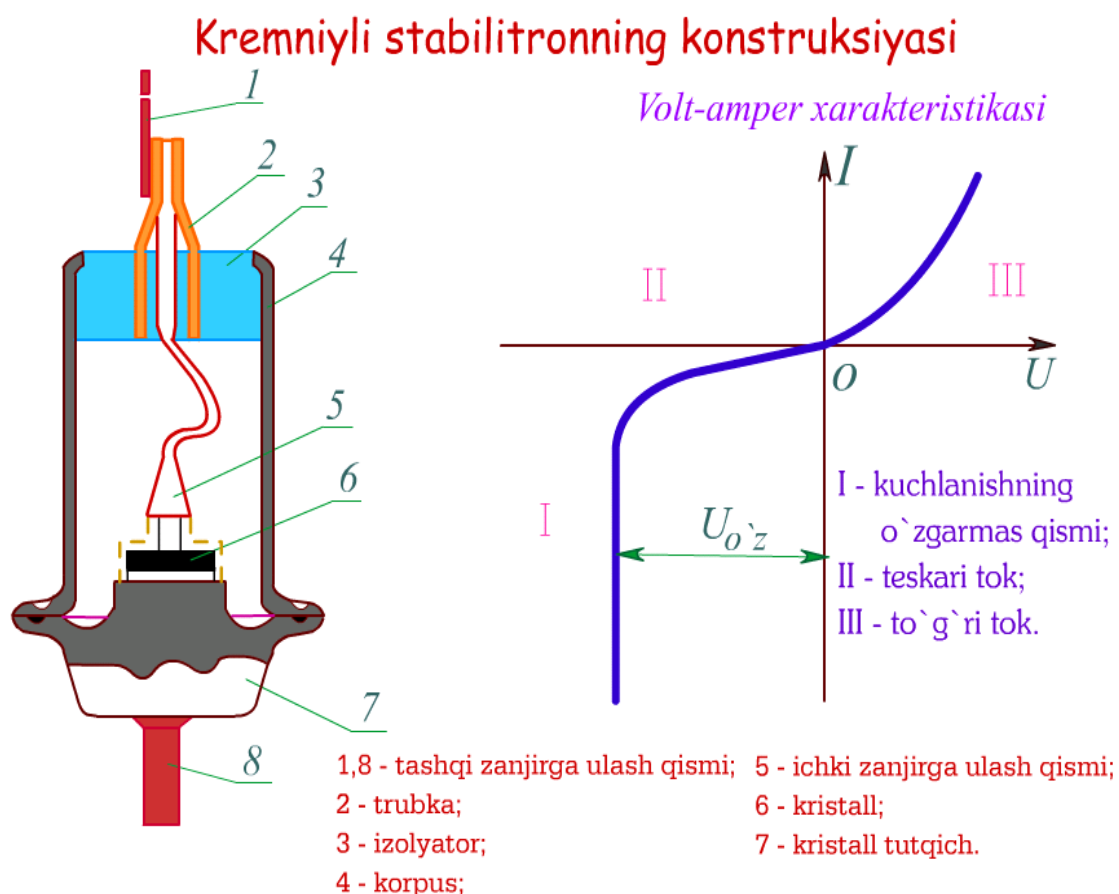
Boshqa usul: plastina sirti ho'llanganda agar yog'lar bo'lsa suv bir tekis katlam hosil qilmaydi, balki bir qancha bo'laklarga ajralib ketadi.



III. Bob. Yarim o'tkazgichli asboblarning texnologiyalari.

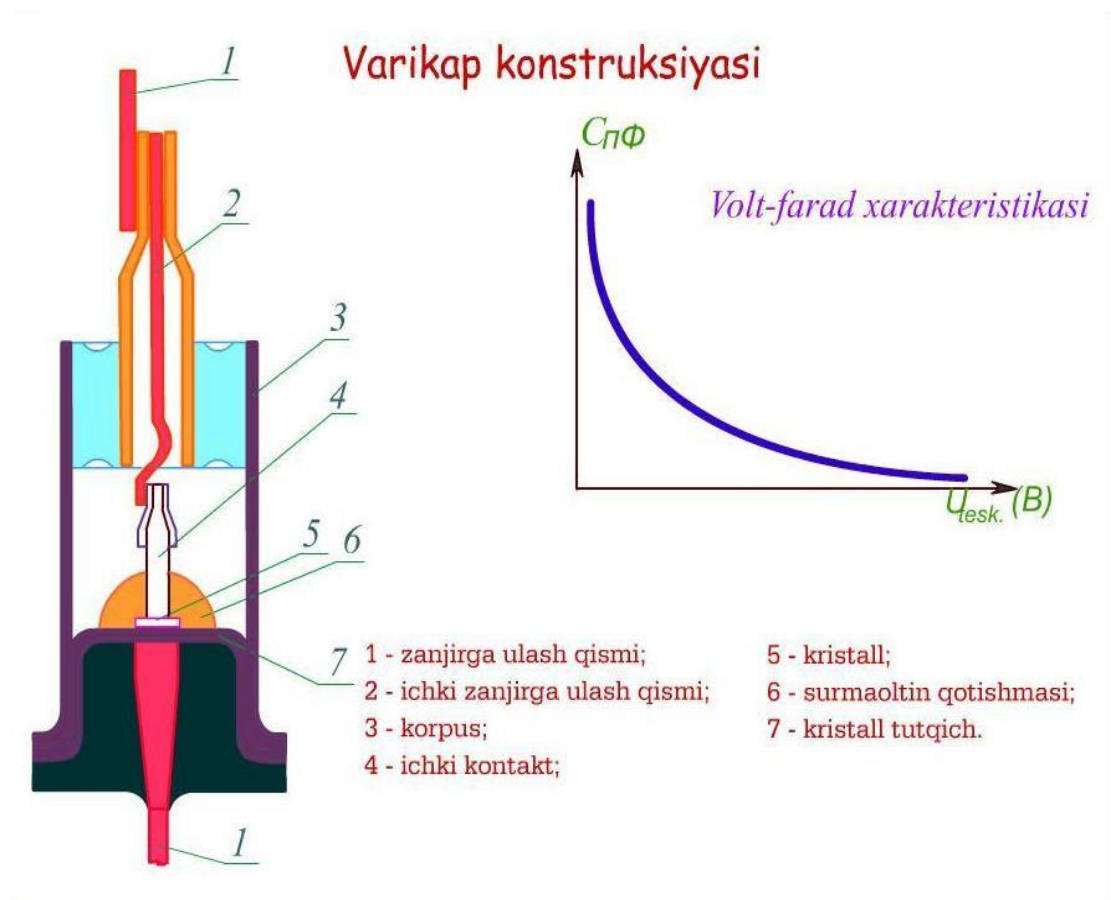
3.1. Kremniyli stabilitronning konstruksiyasi.

Quyida kremniy va germaniy plastinalari asosida ishlab chiqarilgan **yarim o'tkazgichli asboblarning konstruksiyalari** keltirilgan (17- rasm).



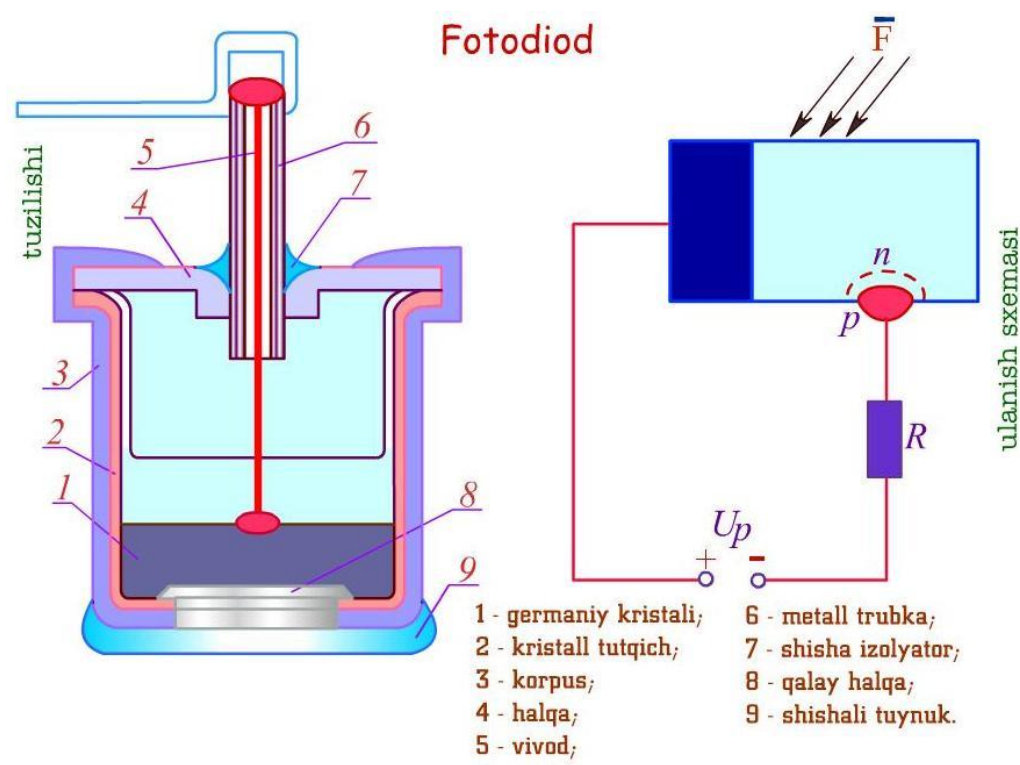
17 - rasm. Kremniy va germaniy plastinalari asosida ishlab chiqarilgan yarim o'tkazgichli asboblarning konstruksiyalari

3.2. Varikap konstruktsiyasi.



18 - rasm. Varikap konstruktsiyasi.

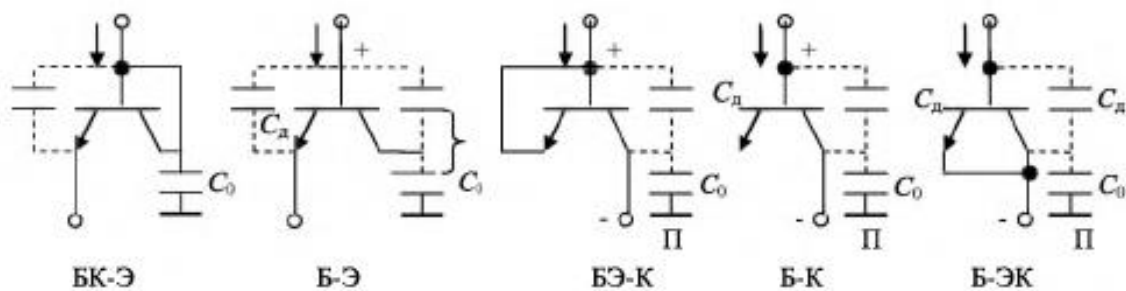
1.1. Fotodiod konstruktsiyasi.



19 - rasm. Fotodiod konstruktsiyasi

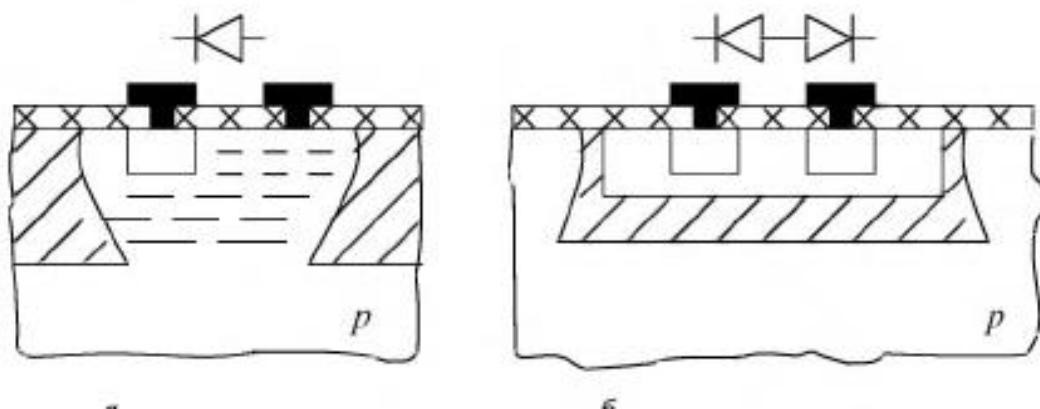
Ko'rib chiqqan elementlarimiz diskret elementlardir.

Mikroelektronikada hamma elementlarning integral ijrodagi modellari ishlatiladi. Quyida integral diodning 5 ijrosi keltirilgan (20-rasm).

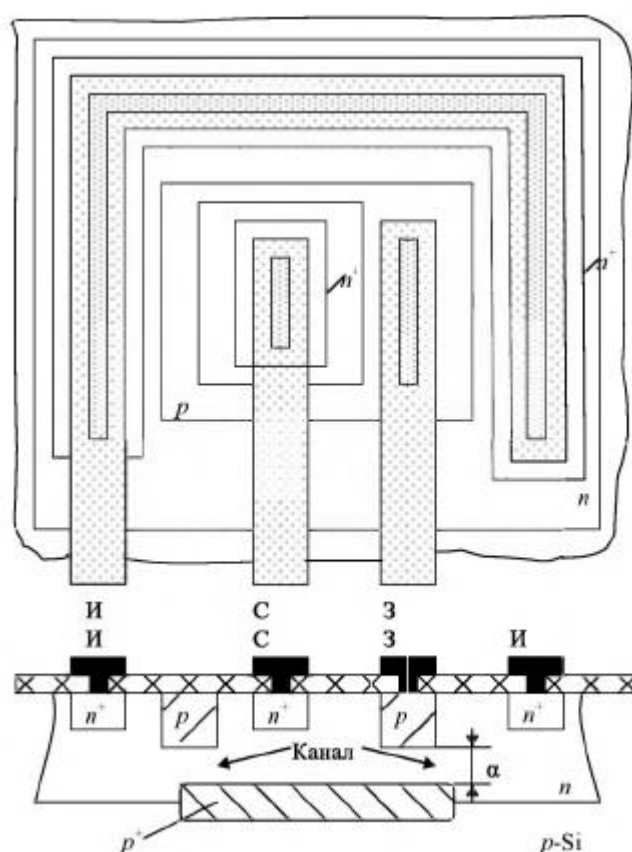


20 - rasm. Integral diodning 5 ijrosi

Quyida integral stabilitron va Zener diodi ishlab chiqarish texnologiyalari berilgan (21-rasm).



21-rasm. Integral stabilitron va Zener diodi ishlab chiqarish texnologiyalari



22 - rasm. Maydon tranzistorini ishlab chiqarish texnologiyasi sxematik ravishda va topologik ravishda keltirilgan

IV. Iqtisodiy qism

Bitiruv malakaviy ishning iqtisodiy qismida ishlab chiqarishning material va xom-ashyolarga, hamda asosiy fondlarga bo'lgan ehtiyojlarni aniqlash bo'yicha asosiy xarajatlarning xisob kitoblari amalga oshirilgan.

Bu xarajatlar asosiy fondlarning qiymatini inventarlar va o'lchov -nazorat asboblari sotib olish, hamda material ishlab chiqarish zaxiralari uchun investitsiya hajmini va yillik ish xaqiga bo'lgan xarajatlar o'z ichiga oladi.

I. Loyxani texnik-iqtisodiy asoslash.

II. Investisiya xajmini aniqlash.

1. Bino, inshootlar, dastgohlarning ijara qiymati investisiya xajmi
2. Material ishlab chiqarish zaxirasi qiymati investisiya xajmi
3. Tez yemiradigan va arzon buyumlarning ijara qiymati investisiya xajmi
4. Nazorat- o'lchov asboblari ijara qiymati investisiya xajmi
5. Loyxani ishlab chiqarishga sarflangan investisiya hajmi qiymati

III. Yillik daromad iqtisodiy samaradorlikni aniqlang.

IV. Xarajatlarni qoplanish muddatini aniqlang.

V. Loyxani texnik-iqtisodiy asoslash.

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

II. Investisiya xajmini aniqlash .

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

Arzon baholi inventarlar va o'lchov-nazorat asboblari sotib olish

№	Materiallar nomi	Soni	Donasining bahosi	QQS 20%, so'm	Qiymati, QQS bilan	Umumiy qiymati,QQS bilan
1	<u>Compyuter</u>	1	4 500 000,00	900 000,00	5 400 000,00	5 400 000,00
2	<u>Printer</u>	1	450 000,00	90 000,00	540 000,00	540 000,00
3	<u>Skaner</u>	1	450 000,00	90 000,00	540 000,00	540 000,00
4						
5						
6						
7						
8						
	Jami					6 480 000,00

Asosiy fondlar qiymati

№	Asosiy fondlar qiymati	Soni	Donasining qiymati	Umumiy qiymati
1	<u>Laboratoriya</u>	1	3 500 000,00	3 500 000,00
2	<u>O'lchov asboblari</u>	1	1 500 000,00	1 500 000,00
3				
4				
	Jami			5 000 000,00
	ta'mirlash xarati	12 % AF qiymatidan		600 000,00
	Amortizatsiya	20 % AF qiymatidan		1 000 000,00

Ish xaqi fondi

№	Lovozimi	Miqdori	Yildagi is kuni	Kunlik ish xaqi	Yillik ish xaqi
1	Kafedra mudiri	1	10	72000	720 000
2	Laborant	1	5	48000	240 000
3	Talaba	1	10	40 000	400 000
4					
5					
6					
	Jami				1 360 000
8	Asosiy is xaqi	Ischilar sonidan 40%			544 000,00
9	Qo'shimcha ish xaqi	Asosiy is xaqidan 10 %			54 400,00
10	Ish xaqi fondi	Asosiy is xaqi va Qo'shimcha ish xaqidan			1 958 400,00
11	Ijtimoiy xarajatlar sug'urtaga	25 % Asosiy Ish fondi			489 600,00
12	Transport xarajatlari	20 % Asosiy Ish fond			108 800,00

O'rganilgan ishning xarajat smetasi.

№	xarajatlar	qiymati
1.	<i>Elektroenergiya(W)</i>	
1.1.	Kvt. O'rnatilgan quvvati	0,5
1.2.	(T), Ish vaqti	176
1.3.	1 kvt (S), s'om. Elektro energiya qiymati	199
	<i>jami xarajatlar</i>	17512
2.	<i>yillik ish vaqti</i>	
2.1.	oylar	12
2.2.	oydagi ish kunlar	22
2.3.	ish kuni	8
	<i>yillik ish kuni fondi</i>	2112
3.	davr xarajati	150000
4.	<i>soat qiymati</i>	
4.1.	amortizatsiy	442000
4.2.	qo'shimcha xarajat	15000
4.3.	Joriy tamirlash	265200
	<i>soat qiymati</i>	342
5.	<i>soat qiymati</i>	
5.1.	<i>soat qiymati xisobi</i>	342
5.2.	soatdagi xarajatlar	
6	Asosiy ish xaqi fondi	1 360 000,00
7	sug'urta	489 600,00
8	Amortizatsiya	1 000 000,00
9	maxsulot ishlab chiqarish xarajatlari	3 017 112,00

Bajarilgan ishning iqtisodiy samaradorligi

№	Xarajatlarning nomi	o'lchov birligi	qiymati
1	Bajarilgan ishning qiymati	so'm	3 017 112,00
2	Ishlab chiqarish xarajatlar	so'm	15000
3	ishlab chiqarish tannarxi	so'm	201,14
4	Ў.samaradorlik	so'm	261,48
5	Ў. iqtisodiy samaradorlik	so'm	60,34
6	Ў. iqtisodiy samaradorlik	%	23,07692308

Investitsiyalar hisobi

№	Ko'rsatkich	o'lchov birligi	qiymati
1	OF	so'm	4 422 000,00
2	Min	so'm	6 510 000,00
3	Investitsia	so'm	10932000

Rentabellik

№	Ko'rsatkich	o'lchov birligi	qiymati	
1	Bajarilgan ishning qiymati	so'm	3 017 112	
2	Investitsia	so'm	10 932 000	
	Narxi	so'm	3 620 534	
3	Iqtisodiy samara	so'm	603 422	
4	Qoplanish muddati	oy	3	
5	Rentabillik	%	5,5	

V. HAYOT FAOLIYATINING XAFSIZLIGI

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'rnini bilishdan boshlash kerak.

XIX va XX asrlarda olimlarni atrof-muhitni o'zgarishiga insonlarni ta'siri xavotirga keltira boshladi. Biosfera o'zining xokimligini asta-sekin yo'qota boshlab, insonlar yashaydigan joylarda ishlab chiqarish rivojlanishi va tabiatga ta'siri natijasida texnosferaga aylana boshladi. Tirik va tirik bo'lmagan materiyadagi o'zaro biologik munosabatlar, fizik va kimyoviy jarayonlarga o'z o'rnini bo'shata boshladi, jamiyatda tabiatni va insonlarni texnosferaning negativ faktorlaridan muxofazalash talabi yuzaga keldi.

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. []

Yashash muhiti deb –hozirgi paytda inson faoliyatiga, uning sog'lig'iga va avlodiga bevosita yoki bilvosita ,shu zahotiyiq yoki chetdan ta'sir ko'rsatuvchi

shartlab qo'yilgan fizik, kimyoviy, biologik, sosial faktorlar yihindisi bo'lgan o'rab turgan muhitga aytiladi.

Bu tizimda faoliyat ko'rsatib, inson uzluksiz eng kamida ikkita masalani echadi:

- ovqatga, havoga va suvga bo'lgan extiyojini qondiradi;
- yashash muhitidagi hamda o'ziga o'xshaganlar tomonidan salbiy ta'sirlarni yo'qotadi va muxofaza qilishni yaratadi.

Yashash muhitiga tegishli tabiiy salbiy ta'sirlar dunyo yaratilibdiki, mavjud bo'lib, biosferadagi tabiiy ofatlar hisoblanuvchi iqlimning o'zgarishi, er silkinishi, momaqaldiroq va b. ularning manbalari hisoblanadi.

Yashash uchun kurash insonni doimo o'zini muxofazalash borasida izlanishlar olib borishga va mukammallashtirishga majbur qildi. Bu o'z vaqtida atrof-muxitga ham salbiy ta'sir ko'rsata boshladi. XX asrga kelib Er yuzida biosferaning kuchaygan iflos zonalarini yuzaga keldi, bu o'z navbatida qisman, ba'zi xollarda butunlay regional inqirozga olib keldi. Bunday o'zgarishlarga quyidagilar ta'sir ko'rsatdi:

Texnogen avariya va falokatlar. XX asr o'rtalarigacha insonlar yirik miqyosdagi avariya va falokatlarni amalga oshira olmagan, texnika va ishlab chiqarishni mukammallashuvi natijada ular tabiiy ofatlardan ham o'tib ketdi.

Hodisa deb–insonlarga, tabiiy manbalarga negativ ta'siridan zarar keltiruvchi voqeaga aytiladi.

Avariya deb – texnik tizimdagi insonlarni vafotisiz yuzaga kelgan xodisaga aytiladi. Bunda texnik vositalarni qayta tiklashni imkoni bo'lmaydi yoki iqtisodiy jihatdan samarasizdir. Falokat deb – texnik tizimlardagi insonlarni vaofiti yoki yo'qolishi bilan kuzatiladigan hodisaga aytiladi.

Tabiiy ofat deb –biosferani vayronlovchi, er yuzidagi odamlarning o'limi yoki salomatligini yo'qotishga olib keluvchi favqulotdagi hodisaga aytiladi.

Inson o'z faoliyati bilan tabiatga bevosita ta'sirida er yuzining bir necha regionlarida biosferaning buzilishi natijasida yangi yashash muhiti – texnosfera yaratildi.

Biosfera–Er yuzidagi hayotni tarqalish maydoni bo'lib, o'z ichiga texnogen ta'sirga yoliqmagani atmosferaning quyi qatlamini, gidrosferani va erning yuqori qatlamini oladi.

Texnosfera–insonlarning o'zini moddiy va ijtimoiy-iqtisodiy ehtiyojlarini qoniish maqsadida bevosita yoki bilvosita texnik vositalar yordamida o'zgan biosfera regionidir. Ishlab chiqarish muhiti – inson ish faoliyatini olib boradigan bo'shliqdir.

Texnosfera sharoitida negativ ta'sirlar texnosfera elementlari va insonlarning xatti-harakati asosida bo'ladi. Xar bir oqimni o'zgarishiga yarasha «inson-yashash muhiti» tizimini qulay xolatdan o'ta xavfli xolatgacha o'zgartirish mumkin.

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, iikrlash 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 emosional 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 klassifikasiyaga ko'ra ishlarni muskullarni sezilarli harakati bilan amalga oshadigan turiga, mehnatni mexanizasiyalashgan shakliga, avtomatlashgan va yarim avtomatlashgan ishlab chiqarishga, konveerda ishlaydigan shakliga, uzoqdan turib boshqaradigan va intellekual mehnat turlariga bo'linadi.

Operator ishi yuqori darajadagi asabiy- emosional kuchlanishni va javobgarlikni talab qiladigan ish bo'lib, qisqa muddatda katta hajmdagi axborotni qayta ishlashiga to'g'ri keladi.[]

Inson energiyasining sarfi muskulli ishlarning intensivligiga, axborot bilan to'yinganligiga, emosional kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Kunlik znergiya sarfi aqliy mehnat qiluvchilarniki 10,5... 11,7 MDj; jismoniy mehnat bilan shug'ullanuvchilarniki esa -12,5...15,5 MDj ni, o'rtacha og'irlikdagi mehnat bian shug'ullanuvchi xirurglar,. stanokda ishlovchilarning energiya sarfi -12,5...15,5 MDj; og'ir mehnat bilan band odamlar- metallurglar, kon ishchilari, shaxterlarning kunlik energiya sarfi 16,3...18 MDj ni tashkil etadi.

Mehnatning jismoniy og'irligi deb, odamdan mehnat qilayotganda asosan muskullarining zo'riqishini hamda kerekli energiyani talab qiluvchi yuklamaga aytiladi. Ular statik va dinamik ishlarga bo'linadi.

Statik ishda mehnat qurollari va predmetlari bir erda qo'zg'almas xolatda bo'lib, ishchi ham bir xil ishchi xolatda mehnat qiladi.

Dinamik ish muskullar qisqarishi bilan kechadigan jarayon bo'lib, bunda inson mehnat qilish jarayonida o'zi harakatlanishi va ma'lum miqdordagi yuklarni tashishi bilan kechadi, energiya sarfi muskullarni kuchaygan xolda ushlab turishga hamda mexanik effekt uchun sarflanadi. Qo'lda ko'taradigan yukning maksimal og'irligi ayollar uchun 10kg dan, erkaklar uchun 30 kg dan oshiq ishlar og'ir ish hisoblanadi.

Mehnat zo'riqishi deganda axborotni qabul qilish va qayta ishlash uchun inson miyasining zo'r berib ishlashi natijasida organizmning emosional yuklamasiga aytiladi. Bundan tashqari, zo'riqish darajasini baholashda quyidagi ergonomik ko'rsatkichlar nazarda tutiladi: ishning smenaligi, ishchining ish xolati, harakatlanish soni va x.k.

Mehnatni gigienik klassifikatsiyasi bo'yicha 4 sinfga bo'lish mumkin:

1. Optimal ish sharoitida mehnat samaradorligining maksimal, odam organizmining minimal zo'riqishi ta'minlanadi.
2. Yo'l qo'yilgan mehnat sharoitida atrof-muhitning va ish jarayonining shunday darajasi bilan tavsiflanadiki, u ish joylari uchun o'rnatilgan gigienik meyorlaridan oshib ketmasligi ta'minlanadi.
3. Zararli ish sharoitida inson organizmiga ko'ngilsiz ta'sir etuvchi zararli faktorlar gigienik meyorlardan oshib ketgan xola tushuniladi.
4. Ekstremal ish sharoitida ish smenasi yoki uning bir qismida ishchining hayotiga, kuchli kasbiy jaroxatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish faktorlarining darajasi bilan tavsiflanadi.

Insonni ish faoliyatini samaradorligi ko'p jixatdan ish qurollariga, organizmning ishlash qobiliyatiga, ish joyini tashkil etish va ishlab chiqarish muxitining gigienik faktorlariga bog'liqdir. Ish faoliyatining samaradorligini oshiruvchi eng muhim faktorlardan biri mehnat faoliyatida ko'nikma va mohirlikning takomillashuvi hisoblanadi.

Yuqori darajadagi turg'un ish samaradorligi doimiy mehnat qilish bilan dam

olishni uzluksizligi ta'minlanishi natijasida yuzaga keladi.

Ishlash qobiliyati deganda ma'lum muddatda ishning soni va sifati bilan tavsiflanadigan inson organizmining funksional imkoniyatlarining kattaligiga aytiladi. Mehnat faoliyatida organizmning ishlash qobiliyati vaqt bo'yicha o'zgaradi. Mehnat qilish jarayonida insonning xolatini bir-birini almashtiruvchi uch fazaga ajratish mumkin:

-ishlash qobiliyatini oshish fazasi, bu vaqtda ishlash qobiliyati boshlang'ich davrdan ish xarakteriga va insonning individual xususiyatiga qarab sekin asta ko'tarilish davri bir necha minutdan 1.5-2 soatgacha davom etadi;

-yuqori turg'un ishlash qobiliyati fazasi, bu fazaga yuqori mehnat ko'rsatkichlariga kam energiya sarfi bilan erishish xosdir, uning davomiyligi ishning og'irligiga qarab 2-2.5 soat davom etadi.

- ishchining asosiy ishchi organlarining charchash xissi bilan kechadigan ish qobiliyatining pasayish fazasi.

Ish joyini, ish qurollarini to'g'ri loyixalash, erkin mehnat sharoitini yaratish ish samaradorligini oshiradi, charchashni kamaytiradi va kasbiy kasalliklar kelib chiqish xavfini oldini oladi.

Ish jarayonini tashkil etishda ishlovchining antropometrik va psixofiziologik xususiyatini e'tiborga olish kerak, tik turib ishlash chog'ida ishchi uskunalarini joylashtirishda ayollar bilan erkaklarning bo'yi o'rtacha 11,1 sm ga, yonga cho'zilgan qo'llarn 6,2 sm ga, to'g'riga cho'zilgan qo'llar farqi 5,7 sm ga, o'tirib ishlash chog'ida esa ayollarning tanasi erkaklarnikidan 9,8 sm ga past ekanligini nazarda tutish kerak.

Ish yuzasining balandligini bajarilayotgan ishning og'irligiga, xarakteriga va aniqligiga qarab 12.2.032–78 va 21998–76 DAVST da beriladi.

Operatorning ishlash qobiliyatiga mashina va mexanizm pul'tlarini to'g'ri tanlash va joylashtirish salmoqli ta'sir ko'rsatadi. Pul'tlarni o'rnatishda shuni yaxshi bilish kerakki, boshini burmay ko'rish zonasi 120° ni, boshini burib ko'rishi – 225° ,

tepaga 30° va pastga esa 40° ni tashkil etadi.

Ish va dam olishni navbatma-navbat amalga oshirish ishlash qobiliyatini yuqori turg'unligini ta'minlaydi. Bundan tashqari ish davomidagi zaruriy mikropauzalar butun ish vaqtining 9...10 % ni tashkil etishi kerak.

Insonning faoliyat ko'rsatishi uchun zarur shartlardan biri xonada o'zining normal tana xarorati $36,5^{\circ}\text{S}$ ni ta'minlovchi meteorologik sharoitni yaratishdan iboratdir. unday ta'minlanish jismoniy ish qilganda tanadagi issiqlik balansini va energiya ta'minoti darajasini qay darajada buzilishiga bog'liq.. o'rtacha og'irlikdagi va og'ir jismoniy ishni bajarganda tana harorati o'zgarib turadi. Inson ichki organlari $+43^{\circ}\text{S}$ dan minimal $+25^{\circ}\text{S}$ bo'lgan haroratni ko'tara oladi.

Issiqlikni saqlashda inson terisi muhim rol o'ynaydi. Normal sharoitda kiyim ostidagi teri harorati 30...34 $^{\circ}\text{S}$ ni tashkil etadi.

Mikroiqlim texnologik jarayonning fizikaviy issiqlik ajratishiga hamda iqlimga, yil fasliga, isitish sharoitiga va shamollatishga bog'liqdir.

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...0,76 mkm to'lqin

uzunligida infraqizil issiqlik nurlarni sochadi. Undan yuqori haroratlarda esa ul'trabinafsha 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 xis 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 mikroiqlim parametrlariga bog'liq bo'lib, harorat tabiiy sharoitda -88 dan +60 °S gacha, havo harakati 0 dan 100 m/s gacha, atmosfera bosimi 680 dan 810 mm s.u. o'zgaradi.

Termoboshqaruv deb, inson tanasining haroratini o'zgarmas miqdorda ushlab turishni boshqarish jarayoniga aytiladi. Bu jarayon asosan uch xil yo'l bilan amalga oshadi: biokimyoviy, ya'ni inson tanasidagi oksidlanish jarayonining intensivligini o'zgarishi natijasida, qon aylanish va ter chiqish intensivligini o'zgarishi natijasida ro'y beradi. $t_{os}=18\text{ }^{\circ}\text{S}$, $\varphi = 60\%$, $w = 0$ da inson o'z tanasidagi namlikni 18 % ter orqali yo'qotsa, +27 °S bu ko'rsatkich 30 % ni tashkil etadi. Mikroiqlim parametrlari organizmdagi modda almashinuviga salbiy ta'sir qilmasa va termoboshqaruv tizimida kuchayganlik sezilmasa, bunday sharoit komfort yoki optimal sharoit deyiladi.

Ishlab chiqarish mikroiqlim meyorlari mehnat xavfsizligi standartlari bo'lgan GOST 12.1.005–88 «Ishchi zona havosidagi umumiy sanitar-gigienik meyorlar»da qayd qilingan bo'lib, mikroiqlim ko'rsatkichlarining har qaysisi yil fasliga, sovuq +10 °Sdan past va iliq +10 °S yuqori bo'lgan, kiyinish xarakteriga, ishlab chiqarish intensivligiga, ya'ni organizmning energiya sarfiga qarab, engil (1 kategoriya) 174 Vt energiya sarflanadigan ishlar, o'rtacha og'irlikdagi ishlar (2 - kategoriya) 175...232 Vt, 10 kggacha yuk tashuvchi ishlar, og'ir (3- kategoriya) 290 Vt dan ortiq energiya sarfi bo'lgan ishlar issiqlik ajralishiga ko'ra

mevorlanadi.

Issiqlik ajralish intensivligiga ko'ra sanoat korxonalarining xonalari aniq ajraluvchi issiqlik bo'yicha guruxlanadi. Agar ajralib chiqayotgan issiqlik xonaning ichki hajmida 1 m^3 maydonga 23 Vt bo'lsa, normal xolat hisoblanadi. Texnologik uskunalarning yuzalarini isishi natijasida ishlovchilarning issiqlik nurlanish miqdorining intensivligi 35 Vt/m^2 dan oshmasligi kerak.

Ochiq issiqlik manbaida (metallning qizishi, shisha eritishda, alangada) intensivligi 140 Vt/m^2 dan oshmasligi kerak

12.1.005–88 DAVST ko'ra ishlab chiqarish xonalarinig ish zonasida optial va yo'l qo'yilgan mikroiklim sharoitlari o'rnatilishi kerak.

Optimal mikroiklim sharoiti – mikroiklim parametrlarining shunday qiymatlariki, ularning butun ish mobaynida ish zonasidagi ta'siri ishchiga komfort issiqlik berishi natijasida ishlash qobiliyatini yuqori darajada bo'lishini ta'minlaydi.

Yo'l qo'yilgan mikroiklim sharoitida– mikroiklim parametrlari tanada termoboshqaruv tizimiga ta'sir ko'rsatishi natijasida ishlash qobiliyatini pasayishi bilan birga, inson salomatligiga zarar keltirmaydigan sharoitdir.

Mikroiklim parametrlarini bir tekisda ushlab turishda kollektiv muxofaza vositalari bo'lgan: issiqlik ajralmalarini bir erga jamlash, xonalarni umumiy ventillyasiyalash va kondisionerlash muhim rol` o'ynaydi.

Sovuq havo ta'siridan muxofazalashda issiqlikni tirqishlardan chiqib ketmasligi, shaxsiy muxofaza vositalari, ish va dam olishni tartiblash aloxida o'rin egallaydi.

Shamollatish deb- xonadan ifloslangan havoni chiqarib, o'rniga toza havoni kiritishni ta'minlovchi va boshqaruvchi havo almashinuviga aytiladi.

Havo harakatiga ko'ra tabiiy va mexanik shamollatishga bo'linadi. Tabiiy shamollatish deb, havo massasining harakati xona tashqarisidagi bosim bilan ichidagi bosim ayirmasi natijasida yuzaga keladigan tizimga aytiladi.

Mehnat zo'riqishi deganda axborotni qabul qilish va qayta ishlash uchun inson miyasining zo'r berib ishlashi natijasida organizmning emosional yuklarnasiga aytiladi. Bundan tashqari, zo'riqish darajasini baholashda quyidagi ergonomik ko'rsatkichlar nazarda tutiladi: ishning smenaligi, ishchining ish xolati, harakatlanish soni va x.k.

Mehnatni gigienik klassifikasiyasi bo'yicha 4 sinfga bo'lish mumkin:

1. Optimal ish sharoitida mehnat samaradorligining maksimal, odam organizmining minimal zo'riqishi ta'minlanadi.
2. Yo'l qo'yilgan mehnat sharoitida atrof-muhitning va ish jarayonining shunday darajasi bilan tavsiflanadiki, u ish joylari uchun o'rnatilgan gigienik meyorlaridan oshib ketmasligi ta'minlanadi.
3. Zararli ish sharoitida inson organizmiga ko'ngilsiz ta'sir etuvchi zararli faktorlar gigienik meyorlardan oshib ketgan xola tushuniladi.
4. Ekstremal ish sharoitida ish smenasi yoki uning bir qismida ishchining hayotiga, kuchli kasbiy jaroxatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish faktorlarining darajasi bilan tavsiflanadi.

Insonni ish faoliyatini samaradorligi ko'p jixatdan ish qurollariga, organizmning ishlash qobiliyatiga, ish joyini tashkil etish va ishlab chiqarish muxitining gigienik faktorlariga bog'liqdir. Ish faoliyatining samaradorligini oshiruvchi eng muhim faktorlardan biri mehnat faoliyatida ko'nikma va mohirlikning takomillashuvi hisoblanadi.

To'g'ri tanlangan va rasional bajarilgan ishlab chiqarish korxonasi xonalarining yorug'ligi ishchilarga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, ish samaradorligini va xavfsizligini oshiradi, charchoq va jarohatlanishni oldini oladi.

Yorug'likni sezish ko'rinadigan nurlanish ta'sirida amalga oshib, u 0.38-0.76 mkm uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlardan iborat bo'lib, sezuvchanlik 0.55 mkm uzunlikda maksimal darajaga egadir.

Yorug'lik sonli va sifat ko'rsatkichlari bilan tavsiflanadi. Sonli ko'rsatkichlarga quyidagilar kiradi: Yorug'lik oqimi F – nurli oqimning qismi bo'lib, yorug'lik nurlanishini quvvatini tavsiflaydi, lyumenlarda (lm) o'lchanadi. Yorug'lik kuchi J – yorug'lik oqimining fazoviy zichligi bo'lib, manbadan elementar sirtida bir tekis tarqalayotgan yorug'lik oqimi df ni sirt burchagi $d\Omega$ ga nisbatiga aytiladi, $J = df/d\Omega$; kandelada (kd) o'lchanadi; Yoritilganlik E – yorug'lik oqimining yuzadagi zichligi, yorug'lik oqimi df ning bir tekisda tushayotgan yoritilayotgan yuza dS (m^2)ga nisbatiga teng $E = df/dS$ bo'lib, lyukslarda (lk) o'lchanadi;

Sifat ko'rsatkichlarga quyidagilar kiradi: Fon – ob'ektni ajrata olish yuzasi bo'lib, unga tushayotgan yorug'likni qaytara olish xususiyatiga ega bo'lgan yuza hisoblanadi. Yorug'likni qaytarish koeffisienti $r = F_{qayt}/F_{tush}$ qaytayotgan yuzadagi yorug'lik oqimining tushayotgan yuzadagi yorug'lik oqimiga nisbati bo'lib, yuzaning rangi va fakturasiga qarab 0,02...0,95 ga teng; $r > 0,4$ da fon yorug' deb, $r = 0,2...0,4$ – o'rtacha va $r < 0,2$ – qorong'i deb hisoblanadi. Ob'ektni fon bilan kontrastligi k – ob'ekt bilan fonni farqlash darajasi ko'rilayotgan ob'ektni va fonni yorqinliklarini nisbati bilan tavsiflanadi. Agar $k > 0,5$ bo'lsa, ob'ekt fonda keskin ajralib turadi va kontrasligi katta, $k = 0,2...0,5$ bo'lsa, ob'ekt va fon bir biridan sezilarli ajralib tursa, o'rtacha kontraslik, $k < 0,2$ da ob'ekt fondan zo'rg'a ajralib tursa, kontrasligi kichik hisoblanadi.

Yorug'likni pul'sasiyalash koeffisienti K_E – yorug'lik oqimini vaqt bo'yicha o'zgarishi natijasida yoritilganlik tebranish chuqurligining kriteriyasi

$$K_E = 100(E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{o'p};$$

Bu erda $E_{\max}$, $E_{\min}$ $E_{o'p}$ – yoritilganlikning tebranish davridagi maksimal, minimal va o'rtacha qiymatlari bo'lib, gazorazryadli lampalar uchun $K_E = 25...65$ %, oddiy qizdiruvchi lampalar uchun $K_E \approx 7$ %, galogen qizdiruvchi lampalar uchun $K_E = 1$ %.

Ko'z qamashtirish ko'rsatkichi R_q – yorituvchi qurilma yuzaga keltirgan qamashtirishni baholash kriteriyasi

$$P_q = 1000(V_1/V_2 - 1),$$

Bu erda V_1 va V_2 –ko'rish maydonidagi mavjud yorqin yoritgichlar ekranlashtirish natijasidagi ajratish ob'ektning ko'rinvuchanligi.

Ekranlashtirish shitlar, soyabonlar yordamida amalga oshiriladi.

Ko'rinvuchanlik V ob'ektni ko'z orqali ilg'ay olish xususiyatini tavsiflaydi. U yoritilganlikka, ob'ektni kattaligiga, uni yorqinligiga, ob'ektni fon bilan kontrastligiga, ekspozisiyaning uzunligiga bog'liqdir.

Sanoat korxonalarini yoritishda tabiiy yorug'lik, ya'ni quyosh nuridan tushayotgan va sun'iy yorug'lik, ya'ni yorituvchi elektr manbalari yordamida yuzaga kelganhamda aralash yoritish manbalaridan foydalaniladi

Konstruktiv ravishda tabiiy yorug'likni yon tomondan (bir yoki ikki tabaqali) deraza va tirqishlardan tushuvchi, yuqoridan aerasiya va tomga qurilgan maxsus tirqishlar orqali hamda aralash xolda tushuvchilarga bo'linadi.

Sun'iy yorug'likni esa umumiy va kombinasiyalashganga bo'linadi. Bajariladigan funsiyalariga ko'ra sun'iy yoritilganlik ishchi, avariyaviy, maxsus bo'ladi.

Ishlab chiqarishdagi yoritishning asosiy vazifasi bajarayotgan ishini ko'ra olish tavsifiga monand ish joyidagi yorug'likni bir meyorda ta'minlab berishdan iborat. Yaltillashlar, keskin soyalar yuzaga kelmasligi ish jarayonini va samaradorligini pasayishini oldini oladi.

Ishlab chiqarishdagi tabiiy va sun'iy yorug'lik ish xarakteriga, yoritish tizimi va turiga, fon, kontrastligiga qarab SM va Q 23-05-95 ga asosan reglamentlanadi.

Sun'iy yorug'lik sonli ya'ni minimal yoritilganlik Emin va sifat ko'rsatkichi sanalmish pul'sasiya koeffisienti k_E meyorlanadi. Sun'iy yorug'likni yoritish manbalari a tizimlariga ko'ra meyorlash qabul qilingan. Gazrazryadli lampalar uchun yoritilganlik ning meeri ularni yorug'lik berish qobiliyatining kattaligi sababli qizdiruvchi lampalarga nisbatan yuqoridir.

Tabiiy yorug'lik shu bilan tavsiflanadiki, u yuzaga keltiradigan yoritilganlik meteorologik sharoitga, yil fasliga va vaqtga bog'liqdir. Shuning uchun tabiiy yorug'likning kriteriysini baholash sifatida nisbiy kattalik – tabiiy yorug'lik koefitsienti $TYoK$ kiritilgan TEK xona ichidagi berilgan nuqtadagi yoritilganlik E_{ich} ni shu vaqtdagi tashqi gorizontal ochiq havodagi tushayotgan yoritilganlik E_t ga nisbatining foizlardagi qiymatiga teng $TEK = 100E_{ich}/E_t$

Tabiiy yoritilganlikning meyor Q_M va $Q_{23-05-95}$ ga asosan ko'rish ishlarining xarakteriga, yorug'lik tizimiga, mamlakatning qaysi rayonida joylashishiga qarab $e_t = TEK \cdot m \cdot s$,

bu erda TEK - tabiiy yorug'lik koefitsienti, m - iqlimiy yorug'lik = 6, s - quyosh yorug'ligi koefitsienti Q_M va Q dan = 1 olinadi.

Ishlab chiqarish yorug'ligini hisoblashda tabiiy yoritilganlik uchun yorug'lik tushuvchi tirqishlarning maydoni, $S_o^t = S_p \cdot e_t \cdot \epsilon_o \cdot k_b \cdot k_z / (100 \cdot \tau_{um}) \cdot e_t$

Bu erda S_o^t = tushuvchi tirqish maydoni m^2 , S_p - xona polining maydoni, m^2 ϵ_o – oyna tirqishining yorug'lik aktivligi koefitsienti, k_b – qarama-qarshi binodan tushuvchi soyani nazarda tushuvchi koefitsient, k_z – zaxira koefitsienti, p -qaytish nurini qayd qilish koefitsienti, τ_{um} – oynalarni umumiy yorug'lik o'tkazishini qayd qilish koefitsienti

Sun'iy yoritilganlikni loyixalashda yorug'likdan foydalanish koefitsienti usuli yordamida yorug'lik manbaining turi, yoritish tizimi, o'rnatiladigan balandligi, joylashishi, yoritgichlarni quvvati va lyuminissent lampalar soni meyoriy talablarga to'g'ri kelishi e'tiborga olinib, hisoblanadi.

$$F_k = E_m \cdot S \cdot z \cdot k_3 / (n \cdot \eta \cdot N), (lm)$$

Bu erda E_m - meyoriy minimal yoritilganlik Q_M va $Q_{23-05-95}$ dan olinadi, lk .

S – yoritilayotgan xona maydoni, m^2 ; z – bir tekisda yoritilmaganlik koefitsienti = 1,1-1,2; k_3 – zaxira koefitsienti = 1,3 - 1,8; p – yoritgichlar soni $\eta \cdot N$ – yorug'likdan foydalanish koefitsienti bo'lib, Q_M va $Q_{23-05-95}$ dan yoritgich

turi, devor va shipning nur qaytarish qobiliyati, xona indeksi orqali aniqlanadigan xonaning maydoni e'tiborga olinadi

$$i = AB/[H(A+B)],$$

bu erda A, V – xonaning eni va bo'yi, m; H – ishchi yuzadan yoritgichgacha bo'lgan balandlik m Hisoblangan yorug'lik oqimining koeffisientini kattaligiga qarab, 10...20 %.chegaradagi xatolikda DS (GOST 2239–79 va GOST 6825–91) dan standart lampa tanlanadi

Ishchi joylarning yoritilganligini foydalanish koeffisienti usulida hisoblash yirik qorong'i bermaydigan predmetlar yuzalarni bir tekis yoritish uchun qo'llaniladi.

Yoritgichlarni joylashtirish quyidagi o'lchamlar asosida olib boriladi:

N = 3 m. – xona balandligi

hc = 0,25 m. – yoritgichlarning to'siqlardan pastda turish masofasi

hp = H - hc = 3 - 0,25 = 2,75 m. – yoritgichlarning pol yuzasidan balandligi

hp = hisob-kitob balandligi = 0,7 m

h = hp - hp = 2,75 - 0,7 = 2,05 – LDR (2x40 Vt) rusumli yoritgichlar (parametrlari- uzunligi 1,24 m, eni 0,27 m, balandligi 0,10 m.) o'rnatiladigan umumiy balandlik.

L – Qo'shni yoritgichlar (lyuminessent lampalar qatori) orasidagi masofa,

La (xona uzunligi bo'yicha) = 1,76 m, Lv (xona eni bo'yicha) = 3 m.

l – chekka yoritgichlar yoki yoritgich qatorlari bilan devor orasidagi masofa, l = 0,3 - 0,5L.

$$la = 0,5La, lv = 0,3Lv$$

$$l_a = 0,88 \text{ m.}, l_v = 0,73 \text{ m.}$$

Lyuminessent lampalarni xona bo'ylab qatorasiga o'rnatish tavsiya etiladi.

Har bir yoritgichdagi zaruriy yorug'lik oqimi

$$F = E * r * S * z / N * \eta,$$

Bu erda E – berilgan minimal yoritilganlik = 300 lk., chunki ko'rish ishlari razryadi = 3

r – zaxira koeffisienti = 1,3 (xona va laboratoriyalar uchun)

S – yoritiladigan maydon = 30 m².

z – bir tekis yoritilmaganlikni xarakterlovchi ko'rsatkich, $z = E_o r / E_{min}$ – quyidagi munosabatlarga bog'liq $\lambda = L/h$, $\lambda_a = L_a/h = 0,6$, $\lambda_v = L_v/h = 1,5$. chunki λ yo'l qo'yilgan qiymatlardan yuqor bo'lgani uchun, $z=1,1$ (lyuminessent lamp uchun).

N - = hisob-kitobdan oldingi mo'ljallangan yoritgichlar soni. Avval mo'ljallangan qatorlar soni n N o'rniga qo'yiladi unda, F – bir qator lampalar yorug'lik oqimi .

$N = F/F_1$, bu erda F_1 – har bir yoritgichdagi yorug'lik oqimi .

η - foydalanish koeffisienti. Uni topish uchun xona indeksi i topiladi va shipdagi aks etish koeffisienti baholanadi $p_{sh}(\text{ship}) = 70\%$, $p_d(\text{devor}) = 50\%$, $p_r(\text{pol}) = 30\%$.

$$F = 300 * 1,3 * 25 * 1,1 / 2 * 0,3 = 21450 \text{ lm.}$$

2x40 Vt lampali umumiy oqimi 5700 lm ni tashkil qilgan yoritgichlarni ikki qator qilib joylashtirish tavsiya etiladi.

VI. XULOSA

Hozirgi zamon texnologiyalarida, integral mikrosxemalar va diskret yarimo‘tkazgichli asboblarni ishlab chiqarishda monokristallar o‘stirish jarayonlari keng oldingi o‘rinni egallaydi.

Ushbu bitiruv malakaviy ishida monokristallarni o‘stirish usullari, xom-ashyo va kristallarni tozalash, asosiy yarimo‘tkazgichli monokristallar va ularning xususiyatlari to‘g‘risida ma’lumotlar berilgan, bu ma’lumotlar “Elektronika va asbobsozlik” yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan.

Monokristallarini o‘stirish uchun qorishmalar, bug‘ fazasi va kristallashtirilayotgan moddaning eritmasidan foydalanish mumkin. Bu usullarning qaysi birini qo‘llash moddaning fizik va kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish asosida tanlanadi.

Yarim o‘tkazgich (YaO‘) monokristallarini o‘stirish nazorat qilinadigan va qaytadan takrorlanishi mumkin bo‘lgan moddalar o‘shishni maqsad qilib qo‘yadi.

Shu sababli tanlangan usul boshlang‘ich moddalarning tozaligini va kristall panjaraga kerakli kirishma kiritish imkoni bo‘lishini ta’minlashi kerak bo‘ladi.

Asosiy masalalardan biri qilib monokristallarni tozalash va qorishma kiritish olingan.

BMI da qorishmalarda yarim o‘tkazgich (yao‘) monokristallarini o‘stirishning texnologik usullari, yo‘naltirilgan kristalizatsiya usuli bilan olingan kristallarda aralashmalar taqsimoti o‘rganib chiqilgan.

BMI da yana iqtisod va hayot faoliyati xavfsizligi masalalari ham yoritilgan.

VII. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.

1. Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д., Технология приборостроения. Учебное пособие, – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008 – 336 с.
2. С. С.Горелик, М.Я. Дашевский "Материаловедение полупроводников и диэлектриков", М., "Металлургия", 1991г.
3. Суранов А.Я. Справочник по функциям. М.:ДМК Пресс, 2005.
4. Третьяков Ю.Д. (Под ред.). М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. «Нанотехнологии. Азбука для всех».
5. М.С.Бахадирхонов, С.З.Зайнобидинов, Х.М.Мадаминов. Электрон техникаси моддалари. Дарслик. Ташкент ш. 2016г. 350
6. Qurbanova O‘.H., Abdurahmanov B.A, Rahmanov B.R. Elektronika element bazasi va mikroelektronika. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent, Noshir, 2013, 208 b.
7. Langford R. M Philipp M. N, Gierak J., Fu, Y. Q. Focused Ion Beam Micro-and Nanoengineering// MRS Bulletin. – 2007. – Vol. 32.- P. 417-423.
- 8.Yormatov G‘.Y. va boshqalar. Hayot faoliyati xavfsizligi. –T.: “Aloqachi”, 2009. – 348 b.
9. Yormatov G‘. Y. va boshqalar. Hayot faoliyati xavfsizligi. O‘quv qo‘llanma. - T.: 2005.
10. O‘. Yo‘ldoshev va boshqalar. Mehnatni muxofaza qilish. -T.: Mehnat, 2005.
11. Nigmatov I., Tojiyev M. X. "Favqulodda vaziyatlar va fuqaro muhofazasi" Darslik.-T.: Iqtisod-moliY. 2011. -260 b.
12. Tojiyev M. X., Nigmatov I., Ilxomov M. X. «Favqulodda vaziyatlar va fuqaro muhofazasi» O‘quv qo‘llanma. –T.: “Iqtisod-moliya”, 2005. -195 b.

13. <http://www.computerra.ru>
14. <http://www.delftechnology.com>
15. <http://www.ferra.ru>
16. <http://www.ichip.ru>
17. [http:// www.nano.gov](http://www.nano.gov)
18. <http://www.nanoenot.pisem.net>