

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

“AVTOMATIKA VA ELEKTROTEXNIKA”

FAKULTETI

“MATERIALSHUNOSLIK VA YANGI MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI”

KAFEDRASI

BITIRUV MALAKAVIY ISHI BO'YICHA

TUSHUNTIRISH XATI

Diplom loyihasi mavzusi: Planar texnologiyada himoyaviy va dielektrik pardalar

Bitiruvchi 058-12 guruh talabasi

M. Xakimova

Fakultet dekani:

R. Zulunov

Kafedra mudiri:

Q. Xalmerzaev

Diplom loyihasi rahbari:

X. Madaminov

Maslahatchilar:

A. Eraliyev

N. Qobulova

ANDIJON–2016

DIPLOM LOYIHASINI BAJARISH BO'YICHA

T O P S H I R I Q

Bitiruvchi: “Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” yo'nalishi

058-12 guruhi talabasi Xakimova Maxpuraxon Xomidjon qizi
F.I.SH

Diplom loyihasi mavzusi: Planar texnologiyada himoyaviy va dielektrik pardalar

Institut bo'yicha 2015 yil 25 dekabrda 227-sonli buyruq bilan tasdiqlangan.

2. Diplom loyihasini bajarish uchun ma'lumotlar

- O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarorlari;
- Ilmiy- texnik adabiyotlar;
- **Planar texnologiyada himoyaviy va dielektrik pardalar**
- Hayot faoliyati xavfsizligi va atrof- muxit muxofazasi me'yorlari;
- Texnik iqtisodiy ko'rsatkichlar.

3. Tushuntirish xatida keltiriladigan ma'lumotlar:

1) **Kirish:** _____

2) **Mavzuning dolzarbligi:** _____

3) **Adabiyotlar sharxi:** _____

4) **Asosiy qism:** _____

5) **Texnologik qism:** _____

6) **Iqtisodiy qism:** _____

7) **Hayot faoliyati xavfsizligi:** _____

8) **Xulosa va takliflar:** _____

9) **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:** _____

10) **Ilova:** _____

4. Diplom loyihasini chizmalari ro'yxati:

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5. Diplom loyihasini qismlari bo'yicha maslahatchilar

№	Diplom loyihasini qismlari	Boshlanish muddati	Tugallanish muddati	Imzo	Maslahatchining familiyasi
1.	Kirish	20.01.2016	28.01.2016		X. Madaminov
2.	Mavzuning dolzarbligi	01.02.2016	13.02.2016		X. Madaminov
3.	Adabiyotlar sharxi	15.02.2016	22.02.2016		X. Madaminov
4.	Asosiy qism	25.02.2016	15.03.2016		X. Madaminov
5.	Texnologik qism	18.03.2016	08.04.2016		X. Madaminov
6.	Iqtisodiy qism	12.04.2016	30.04.2016		A. Eraliyev
7.	Hayot faoliyati xavfsizligi	03.05.2016	15.05.2016		N. Qobulova
8.	Xulosa va takliflar	16.05.2016	23.05.2016		X. Madaminov
9.	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	24.05.2016	25.05.2016		X. Madaminov
10.	Ilovalar	27.05.2016	28.05.2016		X. Madaminov
11.	1-chizma				X. Madaminov
12.	2-chizma				X. Madaminov
13.	3-chizma				X. Madaminov
14.	4-chizma				X. Madaminov

6. Topshiriq berilgan sana «27» 12 2015

7. Tugallangan bitiruv malakaviy ishini to'shirish sanasi «09» 06 2016

Diplom loyihasini rahbari:

_____ X. Madaminov
(imzo)

Topshiriq bajarish uchun qabul qilindi:

_____ M. Xakimova
(imzo)

Kafedra mudiri:

_____ Q. Xalmerzayev
(imzo)

	MUNDARIJA	
		bet
1.	KIRISH.....	
2.	MAVZUNING DOLZARBLIGI	
3.	ADABIYOTLAR TAHLILI	
4.	ASOSIY QISM	
4.1.	Kremniyni termik oksidlanish jarayoni uchun model tanlash ..	
4.2.	Suv bug'ida kremniyni termik oksidlashni modellashtirish ..	
4.3.	Quruq kislorodda kremniyni termik oksidlashni modellashtirish	
5.	TEXNOLOGIK QISM	
5.1.	Planar texnologiyada kremniy uchun yupqa oksid himoya pardalar olish texnologiyalari	
5.2.	Kremniy nitridi qoplamalarini olish. Aralash qoplamalar texnologiyasi	
5.3.	Elektroizolyatsiyali kompaundlarni olish texnologiyasi	
5.4.	Anorganik shishalar va ularni olish usullari	
6.	IQTISODIY QISM	
7.	HAYOT FAOLIYAT HAVFSIZLIGI QISMI.....	
8.	XULOSA.....	
9.	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	

1. KIRISH

Muhtaram yurtboshimiz I.A.Karimovning farmon va farmoyishlarida, xukumatning qator qonun va qonunosti hujjatlarida, O'zbekistonda avtomobil sanoatini rivojlantirish, mazkur sanoat sohasini yuksak rivojlangan davlatlar bilan raqobatlasha oladigan soha darajasiga ko'tarish ustuvor vazifalardan biri deb e'tirof etilgan. Mazkur sohanining rivojlanishi ko'p jihatdan biz materialshunoslar va texnologlar oldiga qator vazifalarni qo'yimoqdaki, ularni amalga oshirish uchun, bizlar tinmay o'qib o'rganishimiz, olgan bilimlarimizni ishlab chiqarishga joriy etib, yurtboshimiz istaklariga "labbay" deb javob berishimiz kerak.

Ma'lumki, avtomobilsozlik sanoatning boshqa sohalari bilan chambarchas bog'liq. Shuni e'tiborga olsak, uning rivojlanishi yangi materiallar olish texnologiyalarini o'zlashtirish bilan hamohangligi kunday ravshan bo'lib qoladi.

Hozirgi kunda avtomobil sanoati murojaat qilmaydigan sanoat tarmog'ini topish ancha mushkul hisoblanadi. Ya'ni, mazkur sohaning rivoji elektronika tarmog'i rivoji bilan ham chambarchas bog'liq. Elektronika, esa o'z navbatida elektron asboblari va qurilmalar ishlab chiqarish, zamonaviy mikroelektron qurilmalar yaratish uchun kerak bo'ladigan asosiy bazaviy elementlar ishlab chiqaradi.

Jamiyatning eng oliy boyligi bo'lgan xalq abadiy qadriyatlarni, qudratli salohiyatni o'zida jamlagan. Bu salohiyatni yuzaga chiqarish - jamiyatimizni rivojlantirish va taraqqiy ettirishning juda kuchli omili bo'lib xizmat qiladi. Inson salohiyati - eng faol, eng bunyodkor omil bo'lib, u mamlakatning islohotlar va tub o'zgarishlar yo'lidan tinimsiz ilgarilab borishini ta'minlab beradi [1].

Mazkur jabhada mamlakatni jadal rivojlantirish borasidagi dasturiy vazifalarni amalga oshirishda fanni va ilmiy infrastrukturani rivojlantirish g'oyat muhim ahamiyatga ega [2, 3].

Bugungi kunda e'tiborga molik fanlardan biri hisoblangan – mikroelektronika uchun, texnika va texnologik jarayonlar jadal rivojlanishi, turli xil elektron asboblarni yaratish va ularni fizik xususiyatlarini o'rganish muhim

ahamiyat kasb etmoqda. Bunday asboblar, tuzilmalar, qurilmalar asosan, yangi turdagi materiallar asosida tayyorlanmoqda.

Qattiq jismlarning asosiy turlari bo'lmish metallar, yarimo'tkazgichlar, dielektriklar asosida turli tuzilmalar olinib, ular fan va texnikaning turli sohalarida keng qo'llanilmoqda. Xususan, integral mikrosxemalar (IMS) va metall-dielektrik-yarimo'tkazgich (MDYa) tipidagi tuzilmalar avtomobilsozlik sanoatida, transportsozlikda, elektronikada, mikroelektronikada, elektrotexnikada, aloqada va jamiyat faoliyatining boshqa barcha jabhalarida turli-tuman muhim vazifalarni bajarmoqda [4].

Mamlakatimizdagi Fanlar Akademiyasi qoshidagi ilmiy-tekshirish institutlari va elektronika sanoati korxonalari bilan hamkorlikda yarimo'tkazgichli asboblar va tuzilmalar tayyorlashda, ular ustida ilmiy tadqiqotlar olib borishda katta yutuqlarga erishmoqda. Bunda yosh kadrlarning bilimi, saviyasi, kuchi va iqtidoriga tayaniladi [4].

Aytib o'tilgan mulohazalardan ko'rinadiki, elektronika sanoati talablari uchun materialshunoslik va yangi materiallar olish texnologiyasi asoslarini o'rganish shu kunning dolzarb masalalaridan biridir. Mazkur masalaning echimi zamonaviy elektron texnika va mikroelektronika sanoati uchun bir qator talablarni belgilab bermoqda.

Hozirgi zamon mikroelektronikasi ishlab chiqaruvchilarga qo'yayotgan eng muhim talablardan biri bo'lib, qurilmaning ayrim qismlari, birikuvlar va bir butun qurilma ishonchli va uzoq muddatli ishlay olishini ta'minlash xizmat qiladi.

Mazkur talabning qondirilishi mikroelektronika sanoatining muhim hom-ashyosi hisoblangan yarimo'tkazgich materialning sirt holati va uning atrof-muhit bilan o'zaro ta'sirlashishi jarayonini samarali boshqarilishiga ko'p jihatdan bog'liq. Bu jihatdan olib qaralganda, yarimo'tkazgich moddalardan olingan asboblar sirtini mustahkamlash va himoya qilish vazifasining muhim va dolzarbligi kelib chiqadi. Mazkur vazifa planar usulda turli elementlar olishda ham o'z kuchini yo'qotmaydi.

Planar (plane) so'zi inglizcha bo'lib, tekislik ma'nosini anglatadi. Hozirgi vaqtda tayyorlanadigan asboblarda va integral mikrosxema yarimo'tkazgichning tekis plastinkasida maxsus usullar yordamida ko'p sonli kichik o'lchamli elementlar (pn o'tishlar, kontaktlar, sig'imlar, tranzistorlar va h.k.)dan bir butun tuzilma ko'rinishida olinadi. Ana shu planar texnologiya deyiladi.

Yarimo'tkazgichli asboblarda va integral mikrosxemalarni planar texnologiya bo'yicha tayyorlashda yuqori pardalar katta rol o'ynaydi. Ular himoyaviy dielektriklik vazifasini bajaradi.

Yuqorida aytilganlarni e'tiborga olib, **bitiruv malakaviy ishining maqsadi** sifatida planar texnologiya asosida olinadigan yuqori himoyaviy dielektrik pardalar olish jarayonini modellashtirish yo'li bilan o'rganish deb belgilandi.

Bitiruv malakaviy ishning vazifalari. Mazkur maqsadni amalga oshirish uchun eng muhim yarimo'tkazgich hisoblangan material – kremniyni himoyalovchi pardalar olishdagi quyidagi vazifalarni amalga oshirish zarur deb hisoblandi:

- kremniyni termik oksidlash kinetikasi uchun masalani analitik usulda echish;
- kremniyning termik oksidlash jarayoni modelini belgilash;
- kremniyni suv bug'ida termik oksidlashni modellashtirish;
- kremniyni quruq kislorodda termik oksidlashni modellashtirish.

Bitiruv malakaviy ishining ob'ekti sifatida planar texnologiyada olinadigan himoyaviy va dielektrik pardalar olish jarayoni tanlandi. Ishning **predmeti** sifatida esa himoyaviy va dielektrik pardalarni planar usulda olishda yuz beruvchi jarayonlar va ularni modellashtirish natijalari belgilandi.

Bitiruv malakaviy ishining metodlari:

- Mavjud texnik, texnologik-iqtisodiy, ilmiy-texnik manbalarni o'rganish, tahlil qilish, ularda mavjud ma'lumotlarni umumlashtirish.

Bitiruv malakaviy ishining hajmi va asosiy mazmuni: mazkur bitiruv malakaviy ishi kirish, mavzuning dolzarbligi, adabiyotlar tahlili, asosiy qism,

texnologik qism, iqtisodiy qism, xayot faoliyati xavfsizligi qismi, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati va internet tarmog'idan olingan ma'lumotlardan iborat.

2. MAVZUNING DOLZARBLIGI

Yuqorida keltirilgan kirish kismi ma'lumotlaridan yaqqol ko'rindi-ki, hozirgi zamon elektron texnikasi va mikroelektronikasida eng muhim talablardan biri bo'lib, qurilmaning ayrim qismlari, birikuvlar va bir butun qurilma ishonchli va uzoq muddatli ishlay olishi xizmat qilar ekan.

Bu talabning qondirilishi yarimo'tkazgich sirtining holati va uning atrof-muhit bilan o'zaro ta'sirlashishiga bog'liq. Bunday asboblarni mustahkamlash va himoya qilish vazifasi kelib chiqadi. Mazkur vazifa planar usulda turli elementlar olishda ham o'z kuchini yo'qotmaydi.

Planar (plane) so'zi inglizcha bo'lib, tekislik ma'nosini anglatadi. Hozirgi vaqtda tayyorlanadigan asboblarni va integral mikrosxema yarimo'tkazgichning tekis plastinkasida maxsus usullar yordamida ko'p sonli kichik o'lchamli elementlar (p-n o'tishlar, kontaktlar, sig'imlar, tranzistorlar va h.k.)dan bir butun tuzilma ko'rinishida olinadi. Ana shu planar texnologiya deyiladi.

Yarimo'tkazgichli asboblarni va integral mikrosxemalarni planar texnologiya bo'yicha tayyorlashda yupqa pardalar katta rol o'ynaydi. Ular himoyaviy dielektrik vazifasini bajaradi.

Yupqa pardalar donor va akseptor kirishmalarni mahaliy diffuziya qilishga, mikrosxemaning aktiv va passiv elementlarini bir-biridan izolyatsiyalashga hamda p-n-o'tishlarni tashqi ta'sirlardan himoyalashga imkoniyat beradi. Shuning uchun planar texnologiya himoyaviy dielektrik pardalarga quyidagi asosiy:

- boshlang'ich taglik sirtiga diffuziyalanuvchi elementlarning (bor, surma, arseniy va boshqalar) kirishini to'la himoyalash;
- vaqt o'tishi bilan kimyoviy barqarorlik va turg'unlik;
- bir jinslilik va nuqsonsizlik;
- yuqori solishtirma qarshilik va elektrik mustahkamlik;

- yuqori mexanik mustahkamlik talablari qo'yiladi.

Albatta, bu talablarni to'la javob beradigan moddalarni topish qiyin. Biroq ma'lum talablarga javob beradigan moddalar mavjud. Yoki ayrim moddalar misolida hamma talablarga javob beradigan modda holatlarini modellashtirish usuli bilan ham aniqlash mumkin.

Mazkur bitiruv malakaviy ishida planar texnologiyada olinadigan yupqa himoyaviy pardalar, jumladan oksid pardalar hosil bo'lishini modellashtirish uslubida o'rganish natijalari muhokama qilinadi.

3. ADABIYOTLAR TAHLILI

Keyingi vaqtda himoyalovchi pardalar sifatida amorf shakldagi kremniy oksidi SiO_2 , kremniy nitridi Si_3N_4 , alyuminiy oksidi Al_2O_3 pardalari va ularning birikmalari keng qo'llanilmoqda [5].

Himoya pardalar ko'plab vazifalarni ham bajaradi: ular integral mikrosxemalarda (IMS) legirlovchi muhit, kondensatorining dielektrigi, elementlarni bir-biridan ajratib turuvchi qatlam (izolyator) vazifasini, MDYa-asboblarda va sxemalarda zatvorning dielektrigi, diffuziya yoki ionlar bilan legirlashda niqoblar vazifasini bajaradi [6].

Ammo, himoya parda eng mukammal bo'lganda ham bo'yoqlar, jipslovchilar va boshqa choralar yordamida asbobni yanada mustahkamlovchi qo'shimcha chora-tadbirlar ham belgilanadi. Bu masalalar asosan, yarimo'tkazgich materiallar va yarimo'tkazgichli asboblarning texnologiyasi fanida batafsil ko'riladi [7].

Quyida yarimo'tkazgich asboblarning sirtini mustahkamlash va himoya qilish bo'yicha bir qator chora-tadbirlar bilan yaqindan tanishamiz [8].

Yarimo'tkazgich asboblarning sirtiy xossalari qanday mustahkamlanadi? Ushbu savolga quyida javob berishga harakat qilamiz.

1. Yarimo'tkazgich sirtiga gaz muhiti qattiq ta'sir ko'rsatadi. Shunday ta'sir etuvchilar orasida ayniqsa, kislorod va suv bug'i muhim o'rin tutadi.

Yarimo'tkazgich sirtiga kislorod va suvning so'rilishi o'tkazuvchanlik zonasidan elektronlarni tutib olishga olib keladi, ya'ni ular aktseptorlar bo'ladi. Ammo, yarimo'tkazgich hajmida kislorod donor bo'ladi. Mazkur so'rilgan atomlar (molekulalar) zichligiga, ularning joylashish tartibiga qarab bu sharoitda olingan elektron-kovak o'tishlar xarakteristikalarini har-xil bo'ladi. Asbobning tanasida suv bug'i bosimini boshqarish mumkin, uni jipslash vaqtida suv bug'ining talab qilinadigan bosimi o'rnashtiriladi. Bu esa asbobning ishlatilishi jarayonida uning xossalari mustahkam saqlash imkonini beradi. Bu maqsadga erishish uchun reaktiv yutgichlar, molekulyar elaklar - tseolitlardan va sirtiy oksidlovchi tiklovchi reaksiyalardan foydalaniladi.

2. Elektron-kovak (p-n) o'tishlar sirtini atrofida atmosferadan himoyalash uchun namga bardoshli bo'yoq yoki kompaund qoplamalari qo'llaniladi. Bu usul eng sodda va texnologik qulaydir.

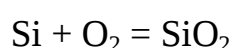
Kremniy asosidagi polimer pardalar muhim qoplamalar bo'lib, ular yarimo'tkazgich sirtiga silanlash usulida o'tkaziladi [9].

Tabiiy sharoitda, masalan kremniy va germaniy sirti hamma vaqt oksid qatlami bilan qoplangan. Ammo bu qatlamlarning himoyaviy xossalari uncha yuqori emas, shuning uchun yarim o'tkazgich sirtini sun'iy oksidlash usullari qo'llaniladi.

Kremniy oksidli SiO_2 pardalaridan yarim o'tkazgich sirtini va ayniqsa, p-n o'tishning sirtiga chiqish joylarini himoyalash uchun foydalaniladi. U juda ko'p maqsadlarni amalga oshirishga imkon beradi. Oksidlash usullari quyidagilar:

- Termik oksidlash;
- Elektrolitda anod oksidlash;
- Kislorod plazmasida oksidlash.

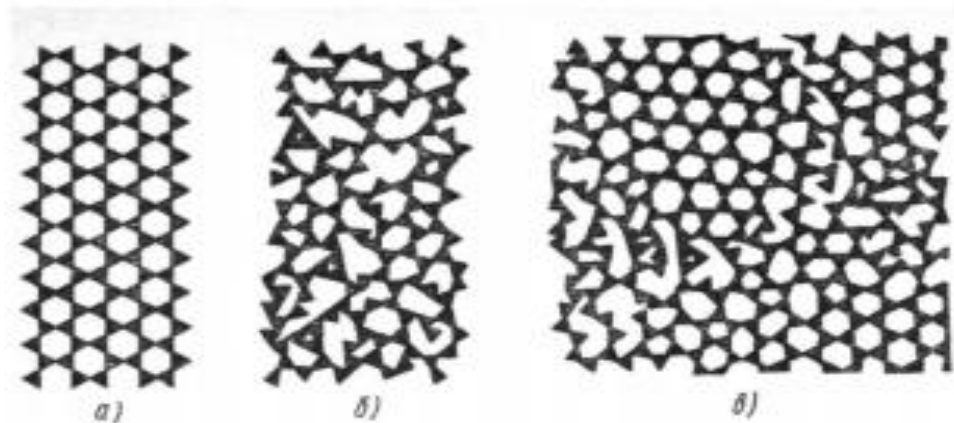
Birinchi usul ko'p qo'llaniladi. Kislorod atmosferasida termik oksidlashda:



reaktsiya amalga oshiriladi.

Kremniyni suv bug'ida oksidlash usuli ham qo'llaniladi. Bu holda ham ancha sifatli oksid pardalar hosil qilinishi mumkin. Boshqa bir necha usullar haqida maxsus adabiyotda batafsil ma'lumot olish mumkin [10].

Sirtini oksidlash yo'li bilan kremniyda yoki uning karbidida yuqori elektrik va niqoblovchi himoyaviy qatlam shishasimon kremniy oksidi bo'ladi (1-rasm).



1-rasm. Kristall va shishasimon holatdagi ikki o'lchamli kremniy dioksidi strukturalari: a-kvarts kristali, b-Zaxarients bo'yicha kvarts shishaning modeli, v-kvarts shishaning polimer modeli.

Bunday qatlamni o'tkazish usullari ishlangan.

Bevosita o'tkazish usullari: Vakuumdagi SiO ni changlab, keyin uni SiO₂ shakliga etkazish; elektronlar nuri ta'sirida kvartsni changlab vakuumdagi SiO₂ ni o'tkazish; kremniyni past bosimda kislorod muhitida bug'lantirish.

Bilvosita usullar: alkoksisilanlar pirolizi; monosilanni oksidlash; kislorod plazmasida kremniyni reaktiv changlash.

Kremniy oksidi SiO₂ qatlami niqoblash xossasiga ega, ya'ni u yuqori temperaturada mahalliy diffuziya jarayoni o'tkazilganda kirishmalarning kirib qolishiga yo'l qo'ymaydi [11].

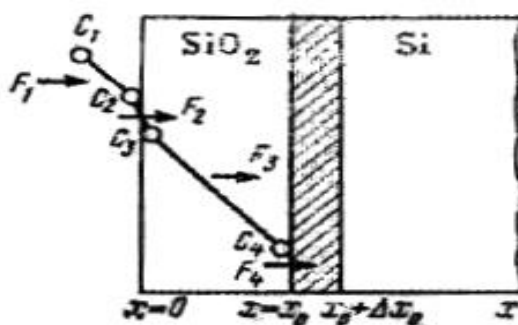
4. ASOSIY QISM

4.1. Kremniyni termik oksidlanish jarayoni uchun model tanlash

Planar texnologiyada yarimo'tkazgichli asboblarda va integral mikrosxemalarda tayyorlashda kremniyni termik oksidlash usuli keng tarqalgan. Bunda boshlang'ich kremniy taglikda oksidlovchi muhitda qizdirish natijasida himoyaviy dielektrik parda SiO_2 olinadi. Bu usul qalinligi va tuzilishi bo'yicha tekis hamda yuqori himoya va dielektrik hossaga ega bo'lgan sifatli niqoblovchi parda olish imkoniyatini beradi. Kislorod muhitida kremniy termik oksidlashda himoyaviy dielektrik parda SiO_2 ning hosil bo'lish jarayoni kinetikasini ko'ramiz.

Termik oksidlanish jarayonini bilish uchun oksidlovchi oqim tushunchasini kiritamiz. "Oksidlovchi oqim" deganda birlik vaqtda taglikning birlik sirtidan o'tuvchi oksidlovchi molekulalar miqdori tushuniladi.

2-rasmda biz tomonimizdan tanlangan kremniyning termik oksidlanish jarayoni modeli ko'rsatilgan bo'lib, u oksidlovchi (gaz) – oksid qatlam – kremniy taglikdan iborat. Bu tizim orqali to'rt oksidga oksidlovchi oqim o'tadi va ularning har biri oksidlovchi tashqi muhit kremniy taglik tizim sohalaridan biriga mos keladi.



2-rasm. Kremniyning termik oksidlanish jarayoni modeli

Rasmdan ko'rinib turibdiki, F_1 oqim kremniy taglik sirti tomon oksidlovchi gaz faza massa ko'rinishiga to'g'ri keladi. Ma'lumki, kremniy sirtida hamma vaqt yupqa oksid qatlami mavjud, unda F_1 oqim, bu holda oksid sirti tomon oksidlovchini ko'chirishga mos keladi. Bu ko'chirish diffuziya jarayoni hisobiga

hamda gaz tashuvchini oqimi bilan majburiy ko'chishi hisobiga amalga oshiriladi. Ko'chish tezligi oksidlanish jarayonining texnologik rejimiga bog'liq bo'ladi.

Sanoat kremniyini termik oksidlash jarayoni uchun aniq bir tezlikda ishchi kamera orqali o'tuvchi majburiy oksidlovchi F_1 oqimdan foydalaniladi:

$$F_1 = h(C_1 - C_2)$$

Bu erda, h - oksidlovchi gaz ko'rinishidagi massaning ko'chirish jarayon tezligi doimiysi; C_1 - hajmda gaz fazadagi oksidlovchining muvozanatli kontsentratsiyasi; C_2 - oksid sirti yaqinida oksidlovchi kontsentratsiyasi.

Oksidlovchi zarralar oksid sirtiga etib borganida, bu sirtida yutilib, erib ketadi. Bunda gaz fazada oksidlovchi kontsentratsiyasi va qattiq fazada eruvchi oksidlovchi kontsentratsiyasi munosabatlaridan taqsimot koeffitsienti aniqlanadi. Oksidda oksidlovchining erish jarayoni harakatdagi kuch gaz oksid sirt sistemasida oksidlovchi kontsentratsiya gradienti bo'ladi. SHuning uchun oksidlovchi oqim:

$$F_2 = \delta(C_2 - C_3),$$

bu erda, δ - oksid qatlamda oksidlovchining erish jarayoni tezligi doimiysi; C_3 - gaz fazali oksid qatlam chegarasidagi oksidlovchi kontsentratsiyasi.

Oksid qatlamda erigan oksidlovchi gaz faza sirti chegarasidan - oksiddan oksid chegara - kremniy taglik tomon diffuziyalanadi. Bu holda oksidlovchi oqim F_3 oksid chegarasidagi kontsentratsiyalar farqiga proporsional va oksid qatlam qalinligiga teskari proporsional. SHunday qilib oksidlovchi oqim:

$$F_3 = D \frac{C_3 - C_4}{x_o},$$

bu erda, D - oksidda oksidlovchining diffuziya koeffitsienti; C_4 - oksid kremniy taglik chegarasida oksidlovchi kontsentratsiyasi; x_o - oksid qatlam qalinligi.

Oksid qatlam orqali diffuziyalanuvchi oksidlovchi oksid-kremniy chegarasidan o'tib kremniy bilan reaksiyaga kirishadi. Natijada, kremniyning oksidlanishi yangi oksid qatlamni hosil qiladi. F_4 oqim oksid kremniy sirt qismida

ro'y beradigan oksidlanish reaksiyasining kimyoviy tezligini xarakterlaydi. Kremniyning oksidlanish tezligi oksidlovchi kontsentratsiyasiga proporsional. Natijada

$$F_4 = kC_4,$$

bu erda, k – oksidlanish reaksiyasi tezligi doimiysi.

Agar muvozanat rejimida barcha oqimlar bir-biriga teng desak, unda $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F$ bo'lsa, oqimlar uchun tenglamani birgalikda echish natijasida oksidlovchining yig'indisi oqimi uchun ifoda olish mumkin.

Gaz tashuvchi laminar (qatlamdor) oqim va oksidlovchini gaz qattiq jism chegara qismida oksidlovchining kontsentratsiyasi taqsimotini chiziqliy deb ko'rsak,

$$C_1 = aC_2,$$

bu erda $0 < a < 1$.

$$F_2 = F_4 \text{ shartdan}$$

$$d(C_2 - C_4) = kC_4 \text{ yoki } \frac{k}{\delta} = \frac{C_3 - C_4}{C_4},$$

ifodani topamiz. $F_2 = F_4$ shartdan:

$$D \frac{C_3 - C_4}{x_0} = kC_4 \text{ yoki } \frac{kx_0}{D} = \frac{C_3 - C_4}{C_4}.$$

Bu ifodalarni hadma had qo'shib, C_4 ning C_1 ga ($C_1 = aC_2$) bog'liqligini topamiz:

$$\frac{kx_0}{D} + \frac{k}{\delta} + 1 = \frac{C_3 - C_4}{C_4} + \frac{C_3 - C_3}{C_4} + 1,$$

$$C_4 = \frac{C_2}{1 + \frac{k}{\delta} + \frac{kx_0}{D}} = \frac{\frac{C_1}{a}}{1 + \frac{k}{\delta} + \frac{kx_0}{D}}.$$

F_4 oqim ifodasiga C_4 qiymatni qo'yib, oksidlovchining yig'indi oqimini aniqlaymiz:

$$F = \frac{\frac{k}{a} \cdot C_1}{1 + \frac{k}{\delta} + \frac{kx_0}{D}} = k_{ef} \cdot C_1,$$

Bu erda k_{ef} - oksidlanish jarayoni tezligining samaraviy doimiysi.

Agar oksidni birlik V hajmda hosil bo'lishida oksidlash reaksiyasi natijasida N ta oksidlovchi zarracha o'tgan bo'lsa, unda oksid qatlamning o'sish tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{dx_0}{dt} = \frac{F}{N} = FV = k_{ef} C_1 V,$$

$$\frac{dx_0}{dt} = \frac{\frac{1}{a} C_1 V}{1 + \frac{k}{\delta} + \frac{kx_0}{D}} = \frac{\frac{1}{a} C_1 V D}{(\frac{1}{k} + \frac{1}{\delta}) D + x_0}.$$

Belgilashlar kiritamiz:

$$A = 2(\frac{1}{k} + \frac{1}{\delta})D \quad \text{va} \quad B = 2\frac{1}{a} C_1 V D,$$

Unda

$$\frac{dx_0}{dt} = \frac{B}{A + 2x_0}.$$

Bu tenglamaning ikkala tomonini integrallab, olamiz:

$$\int (A + 2x_0) dx = \int B dt,$$

yoki

$$x_0^2 + Ax_0 - Bt = 0$$

ga ega bo'lamiz.

Bu kvadrat tenglamani echib, vaqt funksiyasida oksid qalinligi uchun ushbu ifodani olamiz:

$$x_0 = -\frac{A}{2} + \frac{A}{2} \sqrt{1 + \frac{4Bt}{A^2}},$$

yoki

$$\frac{2x_0}{A} = \sqrt{1 + \frac{4Bt}{A^2}} - 1.$$

Kremniyning termik oksidlanish jarayonini ikkita chegaraviy hollar uchun ko'ramiz. Oksidlanish jarayoni vaqti katta, ya'ni $t \gg \frac{A^2}{4B}$ bo'lganda,

$$\left(\frac{2x_0}{A} \right)^2 = \frac{4Bt}{A^2}$$

ifodani olamiz. SHunday qilib, bu chegaraviy hol uchun oksidlanish termik jarayonining parabolik qonuniga ega bo'ldik. Bu erda B koeffitsient - oksidlanish tezligi doimiysi sifatida ko'riladi.

Boshqa chegaraviy holda, oksidlanish vaqti kichik bo'lganda, ya'ni $t \ll \frac{A^2}{4B}$ shartda

$$\frac{2x_0}{A} \approx \frac{1}{2} \left(\frac{4Bt}{A^2} \right);$$

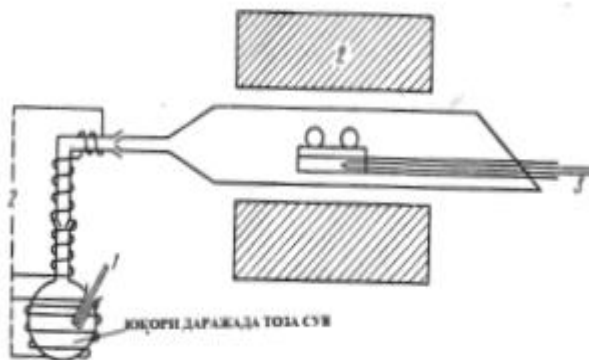
$$x_0 = \frac{B}{A} t$$

ifodani olamiz.

Oksid qatlamning termik oksidlanish jarayoni o'tkazish vaqtga bog'liqligi ikki chegaraviy hol uchun 3-rasmda ko'rsatilgan.

4.2. Suv bug'ida kremniyni termik oksidlashni modellashtirish

Kremniy sirtida yuqori tozalikdagi ($10\text{-}20 \text{ MOm} \cdot \text{sm}$ tartibdagi) himoyaviy dielektrik parda olish uchun suv bug'ida termik oksidlanishda foydalaniladi. Bug' miqdori reaksiya tezligini chegaralamaganda, suv bug'i bilan kremniyning yuqori temperaturadagi reaksiyalardan foydalaniladi. Suv bug'lari partsial bosimini ushlab turish uchun kremniy plastinkalar sirtida suvni qizdirib turish kerak (4-rasm). Oksid pardani tuzilmali shakllanishi kremniy sirtida oksid qatlam orqali suvni diffuzion ko'chishi hisobiga bo'ladi. Oksid pardaning tuzilmali shakllanishiga oksidlanish reaksiya jarayoni natijasida vodorodning paydo bo'lishi va uning plastinka ichki tomon diffuziyasi ta'sir ko'satadi. Chunki, vodorodning 1050°C temperaturada diffuziya koeffitsienti $2 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^2 / \text{s}$ bo'lib, suvning shu temperaturada diffuziya koeffitsientidan ($9 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^2 / \text{s}$) ancha yuqori, unda kremniy oksid chegara qismida gidroksidlarning paydo bo'lishiga faqat suv molekullari mavjudligigagina emas, vodorodning ham bo'lishligi bilan tushuntiriladi.



4-rasm. Suv bug'i oqimida kremniyni oksidlash qurilmasi:

1-termometr; 2-qarshilik qizdirgich pechkasi; 3-termopara

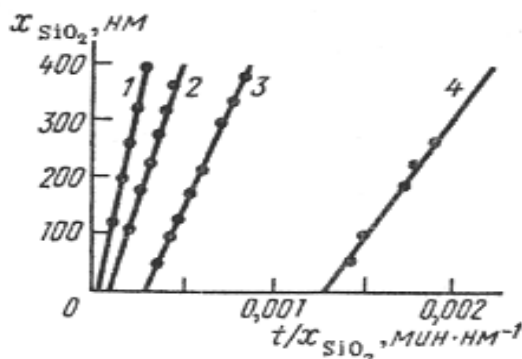
Oksidlanish jarayoni 1100°C dan yuqori temperaturalarda oksid parda hosil bo'lishi parabolik qonun bo'yicha, ya'ni $x^2 = Bt$ qonuniga mos keladi. 1100°C past temperaturalarda jarayon quyidagi qonuniyat ko'rinishida ketadi:

$$x^2 + b_1x = b_2t.$$

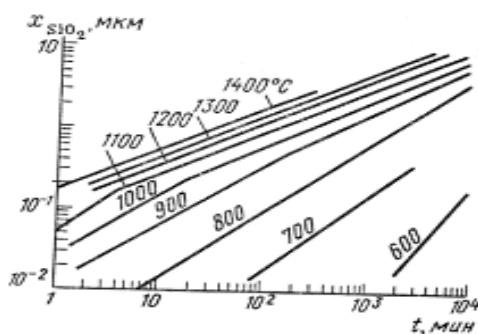
Oksidlanish temperaturasi qancha kichik bo'lsa, oksid qatlam hosil bo'lish qonuni chizig'iylikka yaqin bo'ladi. Oksid qatlam chizig'iy o'sishini $500\text{-}800^\circ\text{C}$

temperaturalarda yuqori bosim ($2,5 \cdot 10^5 - 4,0 \cdot 10^7 \text{ Pa}$) ostida suv bug'ida olish mumkin.

Suv bug'i muhitida turli oksid parda qalinligi o'zgarishini jarayonning o'tkazish vaqtiga bog'liqligi 5- va 6-rasmida ko'rsatilgan.



5 - rasm. Suv bug'ining turlicha ($1 > 2 > 3 > 4$) miqdorlaridagi nam kislorod muhitida oksidlanishda kremniy oksidi qatlamining vaqtga bog'lanishi



6-rasm. Atmosfera bosimidagi suv bug'ida turli temperaturalarda kremniyni oksidlash kinetikasi

Albatta, oksid qatlamning o'sish tezligi taglikning yo'nalishiga, elektr o'zgaruvchanlikning turiga va namuna taglikdagi kirishmalar konsentratsiyasiga ham bog'liq.

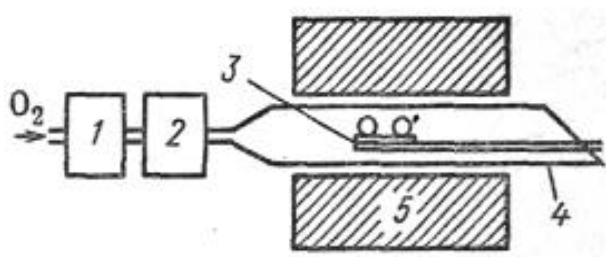
4.3. Quruq kislorodda kremniyni termik oksidlashni modelashtirish

Quruq kislorodda yuqori temperaturali oksidlash usuli kremniyni oksidlash usullaridan keng tarqalgan bo'lib, u yuqori sifatli niqob hossasiga va kremniy

oksid chegaa qismida bog'lanish zaryadlarining kichik zichligidan, ya'ni 10^{10} sm^{-2} dan kam olishni ta'minlaydi.

Atmosfera bosimida oksidlash jarayonining temperaturasi 850° C - 1200° C oralig'ida bo'ladi. Oksidlashni ancha past temperaturalarda ham olib borish mumkin. Biroq bu holda oksid o'sishi sust bo'ladi. Past temperaturalarda kislorod bosimini oshirish oksidlanish jarayonini tezlashtirish imkonini beradi.

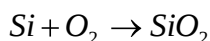
Kislorodda kremniyni termik oksidlash uchun qurilma sxemasi 7-rasmda ko'rsatilgan.



7-rasm. Quruq kislorodda oksidlash qurilmasining sxemasi

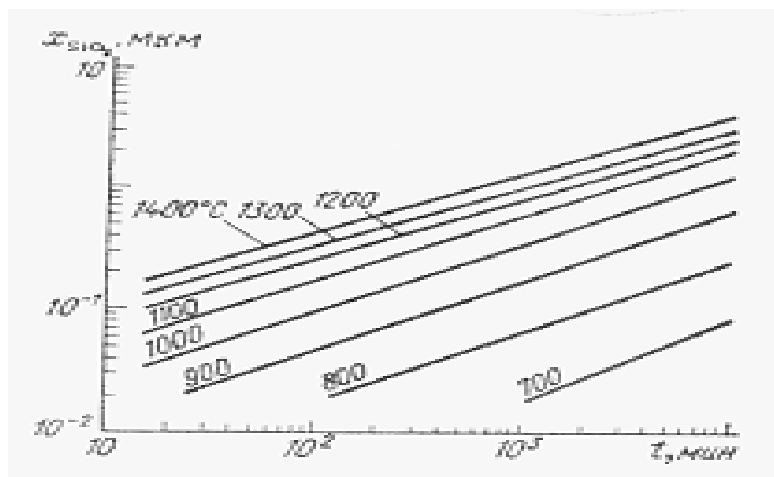
Qurilma kirishma diffuziyasi jarayonini o'tkazish uchun qo'llaniladigan qarshilik pechkasi (5)dan iborat. Ishchi zonada temperatura $900-1200^{\circ} \text{ C}$ oralig'ida o'zgartirilishi mumkin. Biroq temperatura aniqligi $\pm 1^{\circ} \text{ C}$ sathda ushlab turiladi. Pechkaning ishchi kanaliga reaktor (4) joylashtiriladi. Ushlagich (3) ga plastinkalar o'rnatilgandan so'ng reaktorga joylashtiriladi. Reaktorni tashqi reaksiyon muhitdan ajratish uchun shlif bilan ta'minlangan. Reaktor kirishi kislorodni beruvchi sistemaga ulangan, unga kislorod manbai (odatda bug'lantirgich bilan ta'minlangan suyuq kislorodli Dyuar idish), quritgich (1) va filtr (2) kiradi. Uzatuvchi magistralga jo'mrak ulangan bo'lib, kislorod sarfini boshqaradi va rotometr uning sarfini o'lchash uchun ulangan. Gaz oqimi tezligi soatiga bir necha o'n litrni tashkil etadi.

Kislorodda kremniyning termik oksilanishi natijasida parda hosil bo'lishi quyidagi reaksiya bo'yicha ifodalanadi:



Kremniyning oksidga o'tish jarayoni uning tuzilmasi va $Si - SiO_2$ o'tish sathi tuzilmasini aniqlaydi. Kremniy bilan kislorod o'zaro kimyoviy ta'siri oksid kremniy sirt qismida oksid sirtida, oksid ichida bo'lishi mumkin.

Oksid o'sish tezligini temperaturaga va parda qalinligiga bog'liqligiga turli bosqichlarda nazorat qilish mumkin. Oksidlanish tezligi past temperaturalarda, asosan kremniy oksid chegara qismidagi kimyoviy reaksiya kinetikasi bilan aniqlanadi (8-rasm).



8 - rasm. Quruq kislorod muhitida turli temperaturalarda kremniyning oksidlash kinetikasi

YArimo'tkazgichli asboblarda va IMS lar ishlab chiqarishda kremniyning oksidlashning ikki va uch bosqichli usullaridan keng foydalaniladi. Bu usullar yuqorida ko'rilgan usullarning umumlashgan ko'rinishidir. Bunda oksidlovchi sifatida quruq kislorod, nam kislorod yoki suv bug'i va yana quruq kisloroddan ketma-ket foydalanishga asoslangan. Bunday texnologik jarayonda hosil bo'lgan kremniy oksidining himoyaviy dielektrik pardasi quruq kislorod muhiti tartibli parda hosil qiladi, lekin o'sish tezligi kichik, nam kislorod va suv bug'ida o'sgan parda tuzilishi uncha takomillashmagan bo'ladi, lekin o'sish tezligi ancha yuqori.

Termik o'stirilgan pardalarning chegara qalinligi 1-1,5 mkm dan oshmaydi. Planar texnologiyada amaliy maqsadlar uchun oksidli himoya pardalarning qalinligi 0,2-0,8 mkm ni tashkil qilishi kerak. Undan oshsa, talab darajasidagi mikrotasvir o'lchamini olish qiyin bo'ladi, kamaysa pardada teshiklar va yoriqlarning bo'lish ehtimoli oshadi.

5. TEXNOLOGIK QISM

5.1. Planar texnologiyada kremniy uchun yupqa himoya pardalar olish texnologiyalari

Planar texnologiyada kremniy uchun yupqa himoya pardalar olishning turli-tuman usullari mavjud. Bitiruv ishining mazkur qismida ular bilan qisqacha tanishib o'tamiz.

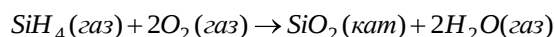
Kremniy oksidlarini ancha sodda texnologik usul bilan kremniysiz tagliklarda kremniyning turli organik birikmalarini pirolitik parchalanishidan olish mumkin. SHunday qilib, bu usul kremniy oksid pardani har qanday materiallardan tayyorlangan materialga o'tkazishi mumkinligini ko'rsatadi. Bu usulning zaruriy afzalligi shundaki, bu jarayon ancha past temperaturalarda o'tkaziladi. Ushbu usulning ikki xilini ko'rib o'tamiz.

1. Tetraetoksisilanning termik parchalanishi. Bu jarayonda reaksiya mahsulotlari to'g'ridan-to'g'ri taglik sirtiga yoki alohida kameraga beriladi. Tetraetoksisilan $Si(OC_2H_5)_4$ parchalanish reaksiyasi $700 - 750^{\circ}C$ temperaturalarda bo'ladi. Reaksiya natijasida kremniy to'rt oksidi, kremniy oksidi, uglerod oksidi va gaz ko'rinishidagi organik radikallar ajralib chiqadi. Bu reaksiyada kislorod manbai bo'lib tetraetoksisilan o'zi hizmat qiladi.

Agar tetraetoksisilanni parchalanishi taglik bilan bitta kamerada o'tkazilsa, unda taglik temperaturasi piroliz temperaturasi bilan bir xil bo'ladi. Agar parchalanish reaksiyasi bir kamerada, taglik boshqa kamerada bo'lsa, unda taglik temperaturasi piroliz temperaturasiga nisbatan ancha kichik bo'ladi.

2. Silanning kislorod bilan oksidlanishi. YArimo'tkazgichlar texnologiyasida monosillanni kislorod bilan oksidlash afzal usullardan biri bo'lib, u kremniy oksid pardani $A^{III}B^V$ va $A^{II}B^{IV}$ turdagi birikmalarning stexiometrik tarkibiga ta'sir qilmagan holda o'tkazish imkonini beradi.

Kremniy to'rt oksidi hosil bo'lishida reaksiya o'tishi uchun tashqi qizdirishning zarurati yo'q, biroq yuqori sifatli kremniy oksidi pardasini olish uchun jarayon $150-300^{\circ}C$ da olib boriladi:



Bu jarayonlarni o'tkazish uchun boshlang'ich moddalar bo'lib monosilan SiH_4 argon yoki azot (gaz tashuvchi) va kislorod aralashmasidan foydalaniladi. Kuchli inert gazlar bilan aralashtirilgan silan (3-10%) keng oraliq temperaturada kremniy to'rt oksidini o'tirish tezligi 10-50 nm/min ga erishish mumkin.

Kisloroddan tashqari oksidlovchi sifatida kislorodi mavjud birikmalar N_2O, CO_2, H_2O lardan foydalanish mumkin.

YUqoridagi usulda olingan SiO_2 parda plastinka sirti bo'ylab qalinligi bo'yicha tekis, kimyoviy tarkibi barqaror va diffuziya jarayonini o'tkazishda yaxshi niqob xossaga ega. Bu usulda olingan SiO_2 parda asosiy xususiyatlaridan biri ularda edirish tezligini ancha yuqoriligidadir.

Keyingi usul anod oksidlash deb nomlangan bo'lib, uning iki xili mavjud: suyuq elektrolitda kremniy sirtini oksidlash va gaz plazmada oksidlash. Birinchi hol uchun jarayon elektrolitik anodlash, ikkinchisi uchun gazli anodlash deyiladi.

1. Elektrotik anodlash. Ma'lumki, oddiy sharoitda kremniy doimo oksid qatlami bilan taxminan 3 nm qalinlikda qoplangan, kremniy va muhit oralig'ida oksidlovchi agent mavjud. SHuning uchun anod oksidlashda o'sish faqat shu parda orqali reagentlar diffuzion yoki dreyf ko'chishi hisobiga ro'y berishi mumkin.

Anod oksidning xususiyati yarimo'tkazgich-elektrolit chegara qismi orqali o'tuvchi ion tokining parametri bilan aniqlanadi. Anod oksidlanish asosan o'zgarmas tok rejimida o'tkaziladi. Bu rejimni amalgam oshirish uchun kerakli sharoitni yaratish kerak. Bunda parda qalinligi o'sishi bilan oksidga qo'yilgan kuchlanish U chizig'iy ortadi. Agar oksidda E maydon bir jinsli deb ko'rsak, uning qiymati vaqtga bog'liq bo'lmaydi, unda

$$\frac{dV}{dt} = E \frac{dx}{dt} = \frac{JEM}{aF\rho}$$

bo'ladi. Bunda J - chegara qismida ion tok zichligi; M - oksidning gramm-mollardagi miqdori; ρ - uning zichligi; aF - bir gramm-mol oksid hosil qilish uchun kerakli elektr miqdori; $F=9,65 \text{ Kl/mol}$ - Faradey soni.

Formuladan ko'rinib turibdiki, kuchlanishning o'zgarish tezligi ion toki zichligiga proporsional. Demak, tok zichligi qancha kichik bo'lsa, oksidlanish shuncha sekin o'sadi. Anod oksid xususiyati elektrolit tarkibiga ham bog'liq. Elektrolitlar sifatida odatda suv miqdori oz bo'lgan organik eritmalaridan foydalaniladi va undan tashqari oily spirt yoki glitserindan ham foydalanish mumkin. Elektrolit o'tkazuvchanligini boshqarish uchun HNO_3 , H_3PO_4 , NaOH , NaNO_2 va boshqalarni kiritish mumkin. Bu birikmalarning anionlari oksidlovchi holida elektrokimyoviy jarayonlarda qatnashadi.

2. Kremniyni gazli anodlash. Bu usul elektrolitik anodlashga o'xshaydi, farqi shuki, bunda elektrolit o'rniga gazdan foydalaniladi. Gazli anodlash qalin oksid pardalar olish uchun qo'llaniladi. Yuqori chastotali maydon bilan qo'zg'atilgan kislorod plazma, manfiy zaryadlangan kislorod ionlari manbai vazifasini bajaradi. Plazmadagi kislorod ionlari kremniy plastinkalar bilan ta'sirlashadi. Oksidning o'sishi anod oksidlash o'tkazish rejimiga, ya'ni ishchi kameraning bosimiga, temperaturaga va plazma zichligiga bog'liq.

Yuqoridagilardan tashqari nisbatan intensivroq bo'lgan oksid qatlam olish usuli ham bor. Ushbu usul kremniyni past temperaturali ion-plazma oksidlash hisoblanadi. Kremniyni ion-plazma oksidlash, boshqa yarimo'tkazgichlar singari taglikda, hatto uy temperaturasida yuqori tezliklarda pardalar olish imkonini beradi. Bu jarayon yaxshi boshqariladi. Olingan pardalar yuqori elektrik tavsifnomaga ega.

Oksid o'sish tezligini oksid orqali yario'tkazgich atomlari yoki oksidlovchi agent zarrachalar diffuziyasi yoki dreyfi belgilaydi. Past temperaturalarda diffuziya tezligining ortishi o'suvchi qatlamda diffuziyalanuvchi zarrachalar kontsentratsiyasi gradienti hisobiga; yarimo'tkazgich sirt qismi - oksid va oksid - tashqi muhit orasidagi tezlashtiruvchi maydon o'sishi bilan dreyf tezlikning ortishi

hisobiga bo'ladi. Bu ikki omil kislorod tarkibli plazmada oksidning o'sish mehanizmiga ta'sir qiladi.

Kislorod plazmada oksidlanish 50-200 Pa bosimda olib boriladi. Razryadni qo'zg'atish yuqori chastotali maydon (2,5 GHz gacha) bilan amalga oshirilib, razrayadda quvvat 200 dan 1000 W gacha o'zgarishi mumkin. Qurilma uzluksiz nazoratda bo'lib, chiqindilar hajmdan chiqarilib turladi. Reaktsion chiqindilarni hajmdan uzluksiz chiqarishni prezitsion jo'mrak yig'uvchi yordamida nazorat qilinib, kislorod oqimida plazma dinamik rejimda ushlab turiladi. Plazmaning o'rtacha parametrik quyidagicha: elektron temperatura $5 \cdot 10^4 K$, taglikka nisbatan anod potentsial +35 V, plazma zichligi $-10^{13} el / sm^{-3}$, ionlanish darajasi $(5-6) \cdot 10^{-2} \%$. Kremniy plastinka erga ulangan katodga nisbatan musbat potentsial (+50 ÷ +400V) ostida turadi. Kremniyning oksidlanishida oksidning o'sish tezligi 8-10 nm/min tashkil qiladi.

5.2. Kremniy nitridi qoplamalarini olish. Aralash qoplamalar texnologiyasi

Kremniy to'rt oksididan olingan himoya qatlamlarini ba'zi bir hollarda qo'llash mumkin bo'lmay qoladi. Bunga *Al*, *Ga*, *In* kirishmalarning diffuziyaga nisbatan maska (niqob) vazifasini bajaraolmasligi, oksid qatlami 0,1-0,5 mkm dan bo'lgan holda, B va P lar uzoq vaqt diffuziyasini niqoblash qiyinligi, ularning elektrik mustahkamligi nisbatan yuqori emasligi va nihoyat, natriyning diffuziya koeffitsienti yuqoriligi kiradi.

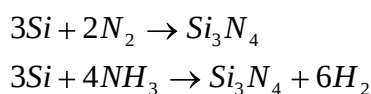
Ba'zi bir hollarda niqoblash uchun kremniy nitrid Si_3N_4 yoki kremniy nitrid va kremniy to'rt oksidi kombinatsiyasi qo'llaniladi.

Kremniy nitrid ancha yuqori kimyoviy issiq barqarorlikka, elektr chidamlilikka, dielektrik singdiruvchanlikka, niqoblash xossasiga ega. Natriy ionlarining diffuziya koeffitsienti kremniy nitridida kremniy to'rt oksidiga nisbatan bir tartibga kam. $Si_3N_4 - SiO_2$ tizimda keng sonli kimyoviy birikmalar – kremniy oksinitridlar hosil qilish mumkinki, ularning turli ko'rinishlarini olib xossalarini u yoki bu tomonga surish mumkin. Keng tarqalgan oksinitridlardan biri Si_2ON_2 .

Kremniy nitrid qoplamalarining kamchiligiga $Si-Si_3N_4$ tizimida $Si-SiO_2$ tizimiga nisbatan zaryad zichligi yuqori vca nusxani edirishda vujudga keladigan qiyinchiliklar kiradi. Bu ikkala kamchilikni kombinatsiyalashgan qoplamalar $SiO_2-Si_3N_4$ yoki $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$ larni qo'llash bilan yo'q qilish mumkin.

Kremniy nitrid qatlamini yana kremniy sirtida ham vujudga keltirish mumkin. Buning uchun azot yoki aktiv birikmalarti bilan kremniy sirti nitridlaniladi.

Sirtni to'g'ridan-to'g'ri nitridlash quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Sillanni ammiak bilan azotlashning kimyoviy reaksiyasini qo'llash past temperaturalarda, ya'ni $700-1100^\circ C$ da kremniy nitridini olish imkonini beradi. Bunda 1:20 nisbatda silanni va ammiak $(3\div 5)10^3 sm^3/min$ tezlikda vodorod oqimi bilan birgalikda kremniy plastinkalar joylashtirilgan ishchi kamera orqali o'tkaziladi.

Odatda, gaz tashuvchi reagentlar: silan (1% gacha) va ammiak (3% gacha) lar sifatida foydalanuvchi, vodorod yoki argondan tashkil etuvchi ishchi aralashmadan foydalanib $800-900^\circ C$ da taglikda kremniy nitridini ham o'tkazish mumkin. Bu usulda ishchi aralashma sarfi $1000 sm^3/min$ bo'lib, jarayon vaqti parda qalinligiga qo'yilgan talabdan kelib chiqadi.

Planar texnologiya jarayonida kremniy to'rt oksid va kremniy nitridi himoyaviy dielektrik parda sifatida foydalanilganda uning uchta asosiy ko'rsatgichlari nazorat qilinadi: 1) parda qalinligi; 2) qalinlikdagi ochiq tirqishlar; 3) kremniy-himoyaviy parda chegara qismdagi nuqsonlar miqdori.

Himoyaviy dielektrik parda qalinligi - planar texnologiyada diffuziya jarayonini o'tkazishda kristallarga legirlovchi kirishmalarning eng ko'p kirish chuqurligini aniqlovchi bosh mezon hisoblanadi.

Himoya pardalarda ochiq tirqishlar bo'lishi kristall taglikni zararli legirlanishiga va tranzistor tuzilmalari aktiv sohalari diffuziya jarayonida qisqa ulanib qolishiga olib keladi.

Kremniy parda chegarasidagi nuqsonlar miqdori chegarasidagi zaryadlar zichligi bilan bog'langan. Zaryadlar zichligining ortishi yario'tkazgichli asbobli va IMS elektrik parametrlarini yomonlashtiradi.

YArimo'tkazgichlar texnologiyasida dielektrik parda qalinligi mikrotortish, interferometr va ellipsometr usullari bilan aniqlanadi.

Mikrotortish usuli namuna taglikka dielektrik pardani qoplamasdan va qoplagandan so'ng mikrotortishga asoslangan.

Parda qalinligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{sd},$$

bu erda, P_1 - pardasi taglik massasi; P_2 - pardali taglik massasi; s – parda maydoni; d – parda zichligi.

Bu usulda aniqlangan parda qalinligining aniqlilik darajasi tarozining sezgirligiga, tortishning aniqliligiga, parda maydoni va parda zichlligini o'lchashlaridagi xatoliklariga bog'liq.

Kremniy 4-oksidi (SiO_2) va kremniy nitrid (Si_3N_4) dielektrik pardalar qalinligini aniqlashning ancha sodda usullaridan biri rang usulidir. U himoyaviy parda taglik sirtiga tushuvchi oq nurning so'ndiruvchi interferentsiyasiga asoslangan. Oq yorug'likning ma'lum bir qismi so'ndiruvchi interferentsiyada qatnashib, parda sirti bir xil rangda ko'rinadi. Oq nurning ma'lum spektral tarkiblovchining qaytgan to'lqinda bo'lmasligi tufayli himoyaviy pardani ko'z bitta rangda qabul qiladi.

Oq yorug'lik nurini himoyalangan parda plastinka sirtiga normal tushishi natijasida so'nuvchi interferentsiya sharti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$2dn = \frac{2k-1}{2} \lambda$$

Bu erda, d – dielektrik pardalarning qalinligi; n – pardaning sindirish ko'rsatkichi; λ - tushuvchi yorug'lik to'lqin uzunligi; $k=1, 2, 3$ – interferentsiya tartibi.

SHunday qilib, himoyaviy parda rangi uning qalinligiga to'g'ri kelib, bunda parda qalinligi oshishi bitta o'sha rang interferentsiya tartibini o'zgarishi bilan qaytariladi.

Kremniy to'rt oksidi va kremniy nitrid dielektrik pardaning qalinligini aniqlash uchun 1-jadvalda ko'rsatilgan rang turlari to'plamidan foydalanish mumkin. Rang usuli bilan parda qalinligini aniqlashda nisbiy xatolik 10% dan oshmaydi.

Ellipsometrik usulda SiO_2 va Si_3N_4 pardalarning qalinligini o'lchash chizig'iy qutblangan nurning himoyaviy parda sirtidan qaytishiga asoslangan. Ma'lum burchak ostida tushgan nurni qaytishiga elliptik qutblangan to'lqin hosil bo'ladi. Odatda, qalinlikni aniqlash uchun tushuvchi va qaytuvchi to'lqinlar fazalari va amplitudalari orasidagi munosabatlardan foydalaniladi. Yorug'lik manbai sifatida lazer nurlaridan ham foydalanish mumkin.

1-jadval.

Rang	Parda qalinligi, mkm							
	1-tartib		2-tartib		3-tartib		4-tartib	
	SiO_2	Si_3N_4	SiO_2	Si_3N_4	SiO_2	Si_3N_4	SiO_2	Si_3N_4
Kulrang	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Jigarrang	0,05	-	-	-	-	-	-	-
Ko'k	0,08	-	-	-	-	-	-	-
Binafsharang	0,1	0,9	0,28	0,21	0,46	0,34	0,65	0,52
Havorang	0,15	0,12	0,3	0,23	0,49	0,36	0,68	0,53
YAshil	0,18	0,13	0,33	0,25	0,52	0,38	0,72	0,57
Sariq	0,21	0,15	0,37	0,28	0,57	0,42	0,75	0,61
Zarg'aldoq	0,22	0,18	0,4	0,3	0,60	0,47	0,78	0,65
Qizil	0,25	0,19	0,44	0,33	0,62	0,51	0,81	0,68

Ellipsometrik usul yordamida yupqa (0,1 ... 10 mkm) va o'ta yupqa (0,1 ... 10 nm) pardalar qalinligi va sindirish ko'rsatkichlarini o'lchash mumkin.

Dielektrik pardalarni tayyorlash jarayoni paytida vujudga kelib qolishi mumkin bo'lgan g'ovaklarni aniqlash uchun misning elektrolitik o'tirishi, diffuzion legirlash va elektrograf usullari qo'llaniladi.

Misni elektrolitik o'tkazish usuli quyidagilardan iborat. Sirtida kremniy to'rt oksidi vujudga keltirilgan kremniy plastinka mis ionli elektrolitga joylashtiriladi. Bu plastinkaga manfiy potentsial beriladi. Ikkinchi elektrod vazifasini bajaruvchi va elektrolitga o'rnatilgan mis plastinkaga musbat potentsial beriladi. Elektroliz jarayonida mis ionlari qayerda g'ovaklar bor bo'lsa o'sha erga o'tiradi. Mis o'tirgan orolcha miqdoriga qarab parda sifati to'g'risida xulosa chiqariladi. Mikroskop yordamida tirqishlar miqdori va ularning geometrik o'lchami aniqlanadi.

Diffuzion legirlash usuli taglik yarimo'tkazgich materialiga diffuziya jarayonida kirishmalar kirib material elektrik o'tkazuvchanligining o'zgartirishiga asoslangan. Diffuziya jarayoni o'tkazilgandan so'ng pardaning qayerida tirqishlar bor bo'lsa, o'sha erdan diffuziya ketib, mahalliy p-n-o'tishlar hosil qiladi. Keyin himoyaviy parda taglikdan ketkaziladi va mahalliy p-n-o'tishlar pardalardagi g'ovaklar miqdori to'g'risida ma'lumot beradi.

Ancha soda va etarlicha samarali usullardan biri elektrografik usul bo'lib, uning yordamida diametri 0.1 mkm gacha bo'lgan tirqishlarni aniqlash imkoniyati bor. Undan tashqari, bu usulda pardani buzmaganda holda pardadagi tirqishlar joylashgan o'rnini, geometrik o'lchami va zichligini aniq va tez aniqlash mumkin.

Elektrografik usulida pardalardagi g'ovaklarni nazorat qilish quyidagicha boradi. Gidroxinonning 3-4% li eritmasida ho'llangan fotoqog'ozlar plastinalar sirtiga joylashtiriladi. Fotoqog'ozli plastinkaga ikkita metall-disk elektrod qisib, ular orqali tok o'tkaziladi. Gidroxinon eritmada ho'llangan fotoqog'oz o'tkazuvchan bo'lganligi uchun pardaning qayerida tirqish bo'lsa, o'sha erdan tok o'tadi. Mahalliy o'tgan toklar fotoqog'oz emulsiyasiga xuddi yorug'lik oqimiga

o'xshab ta'sir qiladi va qora nuqtalar hamda orolchalar ko'rinishidagi tasvirlar hosil qiladi.

Pardadagi nuqsonlar miqdori va o'lchami mikroskop bilan aniqlanadi. Dielektrik-yarimo'tkazgich chegara qism holati, dielektrik osti zaryad tashuvchilar kontsentratsiyasi, sirt potentsiali, dielektrikdagi qo'zg'almas zaryadlar, sirt holatlar zichligi, qo'zg'almas zaryadlar turg'unligi, sirt holatlarining relaksatsiyasi vaqti bilan baholanadi. Bu parametrlarni nazorat qilish uchun MDYA (metall-dielektrik-yarimo'tkazgich) tuzilmalar tayyorlash va ularning volt-farada tavsifidan sirt holatlar zichligi va pardadagi zaryadlar aniqlanadi. Dielektrik-yarimo'tkazgich chegara qismi parametrlarini avtomatik qurilmalarda MDYA-tuzilma volt-farada tavsiflarini ulash bilan ham nazorat qilish mumkin.

5.3. Elektroizolyatsiyali kompaundlarni olish texnologiyasi

Kompaund deb turli izolyatsion moddalar (bitum, efir, smola, selluloza va x.k) ni yetarli darajada isitib, eritib, so'ngra qotirib hosil qilingan aralashmalarga aytiladi. Bunday kompaundlar termokompaundlar deyiladi.

Elektron qurilmalarda tashqi ta'sirlar (temperatura)ga sezgir elementlar borligi uchun kompaundlar muhim ahamiyatga ega, ular maxsus qotirgichlar orqali kiritiladi.

Vazifasiga ko'ra kompaundlar ikkiga bo'linadi: shimdiruvchi va quyuvchi. Ular namlikdan himoya qilish, issiqlik uzatishni yaxshilash, mexanik mustaxkamlikni oshirish va x.k uchun turli detallar orasiga quyiladi.

Xossalriga ko'ra kompaundlar termoreaktiv va termoplastiklarga bo'linadi. Bularga asosan bitum kompaundlar kiradi. Bitum uglevodorodlarning murakkab aralashmasidan tashkil topgan bo'lib, neftdan olingan amorf termoplast hisoblanadi. Termoreaktiv kompaundlar suyuq holatidan ximiyaviy reaksiyalar oqibatida qaytmas qotadi. Ular termoreaktivlardan farqli ravishda isitilganda yumshamaydi. Lekin, termoreaktiv qurilma ishdan chiqqanda qayta tiklanmaydi. Termoreaktiv kompaundlarga poliefir, organik kremniy va epoksid smolalar kiradi.

Bular orasida elektron texnikada epoksid kompaundlar yuqori mexanik mustahkamligi, issiqqa chidamliligi va yaxshi elektr xossalarga ega bo'lganligi uchun keng qo'llanishga ega bo'ldi. Bu kompaundlar epoksid smola va qotiruvchilardan tashkil topgan. Qotiruvchilar turli ximiyaviy birikmalar bo'lib, epoksid smolaning funksional guruxlari bilan ximiyaviy reaksiyaga kirishib, ularni qotirishda katalizatorlik qiladi.

Bundan tashqari ularga pastifikatorlar, to'ldiruvchilar turli qo'shimchalar qo'shilishi mumkin. Tarkibiga ko'ra kompaundlar xona temperaturasida yoki qizitilganda qotishi mumkin.

Epoksid smolalar ikki atomli fenolli xlorlangan glitserinni ishqoriy muhitda polikondensatsiyalanish mahsulotidir. Dianli deb ataluvchi eng ko'p tarqalgan smola epixlorgidrinni glitserinning defenilanpropan bilan o'zaro ta'siridan olinadi.

Kompozitsion materiallar (kompozitlar) biror asosiy modda ichida boshqa moddaning tolalari yoki zarralari muayyan tarzda taqsimlangan materiallardir. Taqsimlangan moddani armatura deyiladi. Armatura tartibli yoki tartibsiz joylashgan bo'lishi mumkin.

Kompozitlarni ishlab chiqish maqsadlari quyidagilardan iboratdir. Texnika va texnologiyada mustahkamligi, qattiqligi, issiqlikka bardoshligi, kimyoviy ta'sirga barqarorligi yuqori darajada bo'lgan materiallar kerak. Bunga erishish uchun davriy sistemaning o'rtasida joylashgan elementlar-C, Al, Si, O, N lardan foydalaniladi, ular o'zaro mustahkam barqaror bog'langan birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalar misollari: kremniy karbidi SiC , nitridi Si_3N_4 , oksidi SiO_2 , alyumniy oksidi Al_2O_3 . Agar ularni mayda zarralar yoki ingichka tolalardan tayyorlansa, mustahkamligi ancha ortadi.

Masalan, oyna shishasi mo'rt modda, ammo shisha tola cho'zilishga nisbatan juda mustahkam bo'ladi.

Tolalarning eng katta imkoniy mustahkamligidan foydalanish maqsadida ularni asosiy modda ichiga joylanadi, bunda asosiy modda tolalarni bir-biriga birlashtirib, materialga qattiq shakl beradi. Shuning uchun tola iplar inshootlar, qurilmalarda ishlatiladigan kompozitlarning muhim tarkibiy qismi bo'ladi.

Tolalarning l uzunligi ularning d diametridan ancha katta bo'lishi kerak ($l/d=100$). Uzun tolalardan foydalanishda sinergizm hodisasi yuz beradi. Sinergetika ichki teskari bog'lanishli sistemalarda o'z-o'zini boshqarishni o'rganadigan fan. Kompozit holida sinergizm tolaning asosiy moddaga (matritsaga) va asosiy moddaning tolaga ta'siridir. Agar cho'zish deformatsiyasi vaqtida tola uzilsa, asosiy modda bu uzilish joylarini qisadi va tola qisqa tolalardek ishlay beradi. Shunday qilib kompozitlarni tayyorlashning asosiy maqsadi undagi tolalarning mustahkamligini saqlashdir.

Kompozitning muayyan temperaturalar oralig'ida ishlay olish qobiliyatini ta'minlaydigan asosiy modda va armaturani tanlash eng muhim vazifadir.

200°C dan past temperaturalarda ishlaydigan kompozitlarni tayyorlashda polimer moddalar qo'llanadi. Masalan, shishaplastik kompozit poliefir smola ichida taqsimlangan qisqa shisha tolalardan iborat. Bu kompozit avtomobil, kema va turli asboblarni tanasini tayyorlashda ishlatiladi.

Termoreaktiv plastiklar deb ataladigan kompozitlar polimerlar asosida tayyorlangan bo'lib, ular da molekulyar zanjirlar orasidagi ko'ndalang bog'lanishlar qattiq uch o'lchovli to'r shaklidagi molekulyar tuzilishni hosil qiladi. Ularning misollari –epoksid smolalar, 350°C gacha qizdirishga chidaydigan polimer smolalar.

Yuqori temperaturada ishlaydigan kompozitlar uchun asosiy modda sifatida metallar olinadi. Metall moddasi issiqlikka chidamlilikdan tashqari, tolalar mustahkamligiga mustahkamlik qo'shadi, metallning plastikligi kompozitga qayishqoqlik xossasini beradi.

Juda yuqori temperaturalarda keramik matritsalar qo'llaniladi. Ularga kiritilgan tolalar keramikada darzlarning kattalashib ketishiga to'siqlik qiladi.

SiC , Si_3N_4 moddalar asosiy qilib olinsa, ular kompozitning ishlash temperaturasini 1700°C gacha ko'taradi. Karbon asosidagi kompozitlar yuqori qattiqlikka ega, kam g'ovaklar bo'ladi. Bunda matritsa sifatida amorf karbon olinsa, armatura tolalari kristall karbon - grafitdan bo'lsa, bu kompozit 2500°C gacha chidash beradi.

Uchuvchi apparatlar uchun materialning mustahkamligini oshirish, zichligini kamaytirish zarur.

Karbon matritsali kompozitning ba'zi kamchiliklarini bartaraf qilish uchun uni chidamliroq SiC yupqa qatlami bilan qoplanadi. Bu kompozit "Shattl" kosmik kemasida qo'llanilgan.

Matritsa moddasi birinchi navbatda kompozitning ishlash temperaturasiga qarab tanlanadi.

Har qanday moddadan tayyorlangan tolalar mustahkam bo'ladi. Ammo boshqa xossalari kuchli darajada farq qilishi mumkin. Masalan, shisha tolalarning cho'zishga nisbatan mustahkamligi karbon tolalarinikidek, ammo ularning qattiqligi har xil: shisha tola kuchli cho'ziladi, karbon tola deyarli cho'zilmaydi. Shuning uchun katta yuklamalar berilganda qattiqligi talab qilinganda shisha tolani qo'llab bo'lmaydi.

Zarbalarga duchor bo'lib turadigan buyumlar, qurilmalarda, masalan, harbiy texnikada ishlatish uchun yuqori zarbaviy mustahkamlikka ega bo'lgan kompozitlar qo'llanadi. Tolani tanlashda uning matritsa moddasi bilan kimyoviy ham mavjud bo'lishligi muhim. Ammo, kompozit tayyorlashda tolani buzadigan kimyoviy reaksiyalar yuz bermasligi kerak. Tola moddasi hali qotmagan matritsa moddasini yaxshi ho'llaydigan bo'lsa, yuqori sifatli kompozit hosil bo'ladi. Ho'llanishni yaxshilash maqsadida ham tola, ham matritsa bilan o'zaro ta'sirlashadigan maxsus qatlamlar o'tqaziladi.

Tola moddasini tanlashda quyidagi to'rtta qoidaga rioya qilinadi: kompozitning mustahkamligi; kompozitning qattiqligi; tolaning ho'llanishi va uning matritsa suyilmasida kimyoviy barqarorligi.

5.4. Anorganik shishalar va ularni olish usullari

Anorganik dielektriklarga shisha, sitall, sopol, slyuda va slyudali materiallar kiradi. Bu materiallar issiqqa chidamlilik, eskirmaslik, turli xil nurlanishga

bardoshlilik, kimyoviy chidamli, siqilishga bo'lgan mexanik mustahkamlik va metall bilan birikkanda zich birikma hosil qilish xususiyatlariga ega.

Anorganik materiallar oddiy usullarda ishlab chiqariladi. Bu materiallarning kamchiliklari sifatida ularni mo'rtligini, cho'zilishidagi mustahkamligining pastligini va zichligi katta qiymat ($2500-8000 \text{ kg/m}^3$) ga ega anorganik materiallar o'zida turli xil metall (alyuminiy, titan, kalsiy, natriy va hokazo) oksidlarini jamlagan murakkab birikmani tashkil etadi. Ular ion tuzilishli moddalar qatoriga kiradi. Normal haroratda anorganik materiallari elektr o'tkazuvchanligi ionli xarakterga ega bo'ladi. Bu asosan, ionli qo'shimchalarning mavjudligi bilan tushuntiriladi. Elektron o'tkazuvchanlik esa faqat yuqori kuchlanishda kuzatiladi. Anorganik dielektrik materiallar uchun $10^{-4} < \text{tg} \delta < 10^{-2}$ oralig'ida bo'ladi. Bu dielektrlarda qutblanishni elektron, ion, elektron-relaksatsiya va spontan ko'rinishlari kuzatiladi. Dielektrik singdiruvchanlik qiymati esa uchdan bir necha o'n minggaacha oraliqda bo'ladi.

Anorganik dielektrlarda elektr issiqlik, kimyoviy ionizatsiya teshilishlari kuzatiladi. Mazkur dielektrik materiallarning elektr mustahkamligi katta oraliqda ($5-700 \text{ MV/m}$) o'zgaradi. Ularning issiqqa chidamliligi $400-1500^\circ\text{C}$ ni tashkil etadi. Ba'zi sopol materiallar signet va pezoelektrik xossalarga ega bo'ladi.

Anorganik materiallarning radiatsiya nurlanishiga bo'lgan chidamliligi organik materiallarga nisbatan ancha yuqoridir. Ana shu xususiyatlar anorganik materiallarni xalq xo'jaligining ko'p sohalarida qo'llash imkonini beradi.

Shisha - anorganik kvaziamorf qattiq modda bo'lib, zarralari joylashuvida yaqin tartibga ega bo'lib, uzoq tartib bo'lmaydi. Ximyaviy tarkibi bo'yicha anorganik shishalar elementar, kalkogenid va oksid shishalarga bo'linadi. Faqat oksid shishalar dielektriklik xususiyatiga ega. Oksid shisha asosini shisha hosil qiluvchi oksidlar tashkil etadi. Bularga SiO_2 , B_2O_3 , GeO_2 , P_2O_4 lar kiradi. Bular orasida ximyaviy mustahkamligi, arzonligi va xomashyosini topish osonligi uchun silikat shishalar eng ko'p qo'llanishga ega. Kerakli fizik xususiyatlarni olish uchun va texnologik tasavvurlarga ko'ra silikat shisha turli metall oksidlari (ko'pincha ishqoriy metallar) qo'shiladi.

Shisha olish uchun quyidagi materiallar ishlatiladi: kvarts, qum, soda, pomash, izvestyak, dolmit, natriy sulfat, boriy sulfat, bor kislotasi va boshqalar.

Xomashyo avval yaxshilab maydalanib aralashtiriladi, so'ngra pechga solinadi. Sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun vannali pech ishlatiladi. Qizdirilgan massa erib, ortiqcha moddalar ajralib chiqib ketadi, qolgan oksidlar ximyaviy reaksiyaga kirishib, shisha xosil bo'ladi.

Maxsulotga shakl berish uchun bosim berish, markazdan qochma ko'chish, tortish, preslash kabi usullardan foydalaniladi. Qayd qilish kerakki, material tez sovitilgandagina shisha holatiga o'tadi. Sekin sovitilganda qisman kristallanish boshlanib, shishaning shaffofligi yo'qoladi va yuqori mustaxkamlikka ega bo'lmaydi.

Qattiq sovitilgan shishaning qovushqoqligi keskin o'zgaradi. Har qanday shisha uchun qovushqoqlikning temperaturaga bog'liqlik grafigida ikkita nuqta bo'ladi: oqish temperaturasi (T_o) va shishalanish temperaturasi (T_{sh}). T_o dan yuqori temperaturalarda shisha suyuq holatga o'tadi. Barcha shishalar uchun (T_o) yaqinidagi qovushqoqlik 10^8 atrofida, T_{sh} atrofidagi qovushqoqlik esa 10^{12} Ps.

T_o va T_{sh} orasidagi temperatura yumshash intervali deyiladi, bu intervalda shisha plastik xossalarga ega bo'ladi. Texnikada ishlatiladigan selekat shishalar uchun $T_o=400^0$ C, $T_{sh}=700-800^0$ C, ya'ni yumshash intervali 300 atrofida. Bu interval qancha kata bo'lsa, texnologik jixatdan shuncha yaxshi bo'ladi.

Ximyaviy tarkibi bo'yicha elektrovakuum shishalar borosilikat va alyumosilikat materiallar guruxiga kiradi. Platinali va volframli nomlari ularning termik koeffitsientlari shishanikiga yaqinligi bilan izoxlanadi. Termik koeffitsient qiymati ishqor oksidlari miqdori ortishi bilan ortadi.

Elektrovakuum shishalar markalanishda C harfidan keyin termik koeffitsientining qiymatida ishlab chiqarish seriyasi ko'rsatiladi. Masalan, C-89-5 termik koeffitsientining qiymati $89 \cdot 10^{-7}$, seriyasi 5 ekanligini bildiradi.

Izolyator shishalar kondensator, diod, transistor kabi turli qurilmalarning metal korpuslarida germetik kirish sifatida ishlatiladi.

Rangli shisha. Odatda silikat shishalar oq yorug'likka shaffof bo'ladi. Ba'zi qo'shimchalar ularga mos ranglar beradi: CaO-ko'k, Cr₂O-yashil, MnO- binafsha va jigarrang va x.k. Ular rangli shishalar, yorug'lik filtrlari, emal glazurlar tayyorlashda ishlatiladi.

Lazer shishalar. Bu shisha qattiq jisimli lazerlarda ishchi jism sifatida ishlatiladi. Dielektrik shaffof matritsada tekis taqsimlangan aktiv ionlar generatsiya markazi bo'lib xizmat qiladi. Odatda shishalardagi aktivlashtiruvchi kirishmalarga chegara yo'q. amalda ko'proq neodim bilan aktivlashtirilgan bariy xrom ishlatiladi.

Lazerlarda ishlatiladigan shishalarning monokristallarga nisbatan asosiy afzalligi-yuqori texnologikligi, optik bir jinsiligi va izotropligidir. Shishadan katta o'lchamga ega bir jinsli sterjen tayyorlash mumkin.

Shisha murakkab tuzilishli birikmalardan tashkil topgan bo'lib, uning tarkibiga turli metall oksidlari kiradi. Shisha tuzilishi jihatidan bir jinsli bo'lmagan amorf moddalar qatoriga kiradi. Boshqa anorganik materiallardan farqli o'laroq, shisha quyidagi xossalari bilan ajralib turadi: yupqa parda va tolalar olinishi; optik jihatdan tiniqligi; turli xil metallar bilan birikishi; yuzasining tekisligi; mo'rtligi; namga chidamliligi.

Shisha tarkibiga shisha hosil qiluvchi oksidlar (SiO₂, B₂O₃, P₂O₅) hamda uning erish haroratini pasaytiradigan ishqorli oksidlar (Li₂O, Na₂O, K₂O) ishqorli yer metallarining oksidlari (CaO, MgO, BaO va ZnO, Al₂O₃, BeO) shuningdek, shisha tarkibini o'zgartiradigan boshqa qo'shimchalar kiradi. Shisha hosil qiluvchi oksidlar silikatli (SiO₂), alyuminsilikatli (Al₂O₃-SiO₂), borsilikatli (B₂O₃-SiO₂), titansilikatli (SiO₂-TiO₂), sirkonatsilikatli va alyumin-borsilikatli (SiO₂-ZnO₂, Al₂O₃-B₂O₃-SiO₂) turlarga bo'linadi.

Texnik shisha quyidagi xillarga bo'linadi:

1. Tarkibida og'ir metall oksidi bo'lmagan ishqorli shisha,
2. Tarkibida bir qancha og'ir metall, oksidlari bo'lgan ishqorli shisha;
3. Tarkibida ishqor bo'lmagan sof shisha (kvars)larga bo'linadi.

Silikatli va borli sof shishalar tarkibida SiO₄, B-O₃ elementlari bo'ladi. Tarkibiga oksidlar kiritilgan shisha g'ovaklashadi. Bir valentli metall ionlari

shishaning dielektrik xossalari, issiqqa va namlikka chidamliligini keskin kamaytiradi.

Shishaning yumshash haroratlarining oralig'i katta bo'lganligi sababli, undan mahsulot tayyorlash jarayoni oddiy bo'ladi. Suyuq shisha harorati 800-900°C atrofida bo'lganda undan turli xil mahsulotlar tayyorlanadi. Shisha mahsulotlari puflash, siqish, cho'zish va bosim bilan ishlov berish usuli yordamida tayyorlanadi. Tayyor shisha mahsuloti tezlik bilan sovitilsa, unda ichki mexanik kuchlanganlik yuzaga keladi. Shisha yemirilishining oldini olish maqsadida uni qayta qizdirib, ichki kuchlanganlik bartaraf etiladi.

Odatda shishaning bir qancha turiga pardozi berish mumkin bo'lib, ular kesilish xossasiga ham egadir. Shishadan aniq o'lchamli juda yupqa mahsulot ishlab chiqarish uchun uning tarkibiga mis, kumush, oltin, platina zarrachalari kiritiladi. Bunda shishaning yorug'likka nisbatan sezuvchanlik xossasi ham oshadi. So'ngra, fotokimyoviy usul yordamida shishadan aniq o'lchamli mahsulot tayyorlanadi.

Nur ta'sir ettirib yoki termik ishlov berib, shisha tarkibida tekis kristallanish amalga oshiriladi. Buning natijasida shishaga kerakli xossalarni berish mumkin.

Shishaning solishtirma hajmiy qarshiligi 10^9 - 10^{18} Om·m bo'lib, bunda s ning yuqori qiymati kvarsiga va quyi qiymati ishqorli shishaga ta'luqlidir. Tarkibida ikki yoki uch xil ishqorli oksidlari bo'lgan shishaga ishlov berish (neytralizatsiyalash) orqali unda elektr o'tkazuvchanlik holati yuzaga keltiriladi. Agar ishqorli shisha tarkibiga ikki valentli metall (Ba, Pb) oksidlari kiritilsa, strukturasi mustahkamlanishi hisobiga s qiymati ortadi; harorat ortishi natijasida ionlarning siljuvchanligi ortib, shishaning elektr o'tkazuvchanligi ko'tariladi.

Odatda, shisha yuzasiga nam o'tirishi natijasida s_s qiymatidan anchagina (10 barobar) past bo'ladi. Shishada r_s qiymatni oshirish uchun, uning yuzasiga himoya qatlami (KO loki) yuritiladi yoki kimyoviy ta'sirga bardoshli shisha qo'llaniladi. Sof shishalarda, asosan, elektron va ion qutblanish sodir bo'ladi.

Sof shisha, ishqorsiz yoki tarkibida og'ir metall oksidlari bo'lgan ishqorli shishalar yaxshi dielektrik hisoblanadi. Shisha harorati oshirilganda, kuchsiz

bog'langan ionlarning soni ko'payishi hisobiga dielektrikning elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Ion-relaksatsiya qutblanishi natijasida shishada tga qiymati yuksala boradi. Yuqori chastota va harorat oraliqlarida shishada tga qiymati o'zgarishsiz bo'ladi.

Yuqori kuchlanishlarda shishada elektr va issiqlikdan teshilish hodisasi sodir bo'ladi. Bir jinsli maydonda, yupqa (50-100 mkm) shishada elektr teshilishi $E_T=100-600$ MV/m, qalin shishada esa, issiqlik teshilishi $E_T=15-30$ MV/m sodir bo'ladi.

Shishaning solishtirma og'irligi $2000-8100$ kg/m³, cho'zilishdagi mexanik mustahkamligi 100-300 MPa, shishaning yumshash harorati 400-1600°C oralig'ida bo'ladi. Texnik shishaning dielektrik xossalari: $\epsilon_r=3,8$ yo $16,2$; $\text{tg}\delta=0,002$ yo $0,01$; $r=10^6-10^{15}$ Om·m; $E_T=500$ MV/m ga teng bo'ladi.

Shisha elektr texnikada keng qo'llaniladi. Undan, asosan, yuqori kuchlanishli izolyatorlar, turli izolyatsiya mahsulotlari, shuningdek, egiluvchan, o'ta ingichka (4-16 mkm) uzun tolalar tayyorlanadi. Tola olish uchun shisha siniqlari maxsus teshik-filerlarda eritiladi, so'ngra uni oqizib, o'rab olinadi yoki kerakli uzunlikda kesiladi. Bir nechta shisha tolalarni o'zaro birlashtirib, shisha ipi olinadi. Ulardan tasma, turli matolar ishlab chiqariladi. Shisha tolalarining organik tolalardan ustunligi ularning yuqori haroratga bardoshliligi, yuqori mexanik mustahkamlik va dielektrik xossalarga egaligi va kam miqdorda nam singdiruvchanligidadir. Shisha tolasidan yasalgan qalamchalarning cho'zilishga bo'lgan mustahkamligi po'latning mustahkamligidan qolishmaydi.

Kvarsli shisha kondensatorlarda, induksion g'altaklarda, vakuumli asboblarda va hokazolarda qo'llaniladi. Kam ishqorli va ishqorsiz shishalardan yuqori kuchlanishli va yuqori chastotali asboblarning kondensatorlarida, impulsli generatorlarda keng foydalaniladi.

Ayrim turdagi shishalar lampalar tayyorlashda ishlatiladi. Tola va to'qima tayyorlashda ishqorsiz shisha qo'llaniladi. Shisha tola va to'qimalardan mexanik mustahkamlikka ega shisha plastlari tayyorlanadi. Ular issiqqa chidamli kabel izolyatsiyalarida qo'llaniladi. Shisha to'qimalarining tarkibida havo bo'shliqlari

bo'lgani sababli, ularning dielektrik xossalari shisha tolasinikiga nisbatan yuqoridir. Masalan, shisha tolasida $\text{tg}\delta=4,5\cdot 10^{-3}$; $\epsilon_r=9,2$ bo'lsa, shisha to'qimada $\text{tg}\delta=1\cdot 10^{-3}$; $\epsilon_r=1,8-2,0$ bo'ladi. Shisha to'qimalar issiqlik va g nurlari radiatsiyasi ta'siridan himoya qiluvchi vosita sifatida ham qo'llaniladi. Plyonka shisha qalinlikda ishlab chiqariladi. Agar plyonkaning qalinligi kamaytirilsa, uning egiluvchanligi va E_T , qiymati ortadi. Bunday plyonkalarining elektr mustahkamligi $E_T=70-600$ MV/m ni tashkil etadi. Plyonka shisha elektr mashinasining izolyatsiyasida, kondensator, mustahkam shisha qatlamlari tayyorlashda qo'llaniladi. Ko'piksimon shisha yengil, mexanik mustahkam, yaxshi dielektrik xossali, issiqqa chidamli material bo'lgani uchun u radio qurilmalari va issiqlik izolyatsiyalarida ishlatiladi.

6. IQTISODIY QISM

YArimo'tkazgichli asbobsozlik va mikroelektronikaning paydo bo'lishi jamiyatimizga keskin turtki bo'lishi bilan fan va texnologiyalarni shu davrdagi darajasini ta'minladi. Oxirgi o'n yilliklarda nanotexnologiyalarni juda tez sur'atlar bilan hayotga kirib kelishiga hayratlanarli, aytish mumkinki, mo''jizaviy voqealarni vujudga kelishi sabab bo'lmoqda. Uzoq vaqt davomida mikroelektronikani asosiy materiallari – qattiq, suyuq, amorf xolatdagi yarimo'tkazgichlar, o'tkazuvchan polimerlar bilan kifoyalanib qolgan bo'lsa, hozirga kelib tabiatni o'rganish, olamni tashkil etuvchi asoslarini anglash, ularni boshqarish uchun mikroelektronikaning imkoniyatlari chekli ekanligi ma'lum bo'lib qoldi.

SHuning uchun moddalarning tuzilishini atomlar o'lchamlarida – metrlarning milliarddan bir bo'lagi – nanometrlar darajasida o'rganishga zaruriyat tug'ildi. Qisqa muddat ichida nanotexnologiyalar rivojlanib, nanozarrachalar, nanopaychalar, nanopardalar olish imkoniyatlari tug'ildi. Ular asosida yaratilgan ko'plab nanomoddalar nanoelektronikada, biotexnologiyalarda, mashinasozlikda, tibbiyotda, informatsiyalarni uzatish, kompyuter texnologiyalari va boshqa ko'plab sohalarda qo'llanila boshlandi. Bu moddalarning tizimli o'lchamlari juda kichik

bo'lgani uchun yakka nanozarrachalar fizikaviy va kimyoviy xususiyatlari odatdagi moddalar xususiyatlaridan farqli ekanligini e'tiborga olinsa, ularni o'rganish uchun alohida nazariy modellar va ular asosida texnologik jarayonlar qo'yilishi zarur ekanligi ko'rindi.

O'tgan 20-asrning oxirlarida texnologik jarayonlarni elektron hisoblash mashinalari yordamida boshqaradigan qurilmalar paydo bo'ldi. Yana shu o'rinda planar texnologiya asosida olinadigan yupqa pardalar olishning murakkablashuvi texnologik jarayonlarni boshqarish qiyinlashishiga sabab bo'lishini aytish mumkin.

Bunday vaziyatlarda planar usulda hosil qilinadigan yupqa pardalar va ularni olish jarayonining modellashtirilish muammoni hal qilishga xizmat qiladi va uni amalga oshirishni o'rganish shu kunning dolzarb vazifasi bo'lib qolmoqda.

Mazkur ishlarni amalga oshirish uchun sarf-harajatlar smetasi tuzildi va bitiruv ishining mazkur qismida keltirildi.

Loyiha bajarilishi quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1-bosqich. 01.12.2015-31.12.2015. Ilmiy o'quv adabiyotlari, internet ma'lumotlari, hamda davriy ilmiy nashrlarda loyihaga taalluqlilarini tanlab olinib, tartibga tushiriladi. Ishga guruh a'zolari vazifalari aniqlanib, rejalar tuziladi.

2-bosqich. 01.01.2016-30.02.2016. Yig'ilgan ma'lumotlar asosida loyiha mavzusiga tegishli modellashtirish uslubini tanlash, uni muammoga moslashtirish va yaroqligini test orqali aniqlash.

3-bosqich. 01.02.2016-28.02.2016. Test sinovidan qoniqarli o'tgan modellashtirish uslubidan foydalanib natijalar olish va ular asosida keng ko'lamli modellashtirishni amalga oshirish.

4-bosqich. 01.03.2016-31.03.2016. Olingan natijalarni tahlil qilish, ayrim qismlarini maqola va ilmiy ma'ruzalar tarzida tahrir etish, muhokama uchun seminar qilish, xulosalar asosida bitiruv malakaviy ishlari tarzida rasmiylashtirishga tayyorlash.

5-bosqich. 01.04.2016-30.04.2016. Tayyorlangan bitiruv malakaviy ishlarini to'la holatda tahlil etish, kafedraning ichki himoyasiga tayyorlash, taqrizchi va xulosa beruvchilarni aniqlash.

6-bosqich. 01.05.2016-30.05.2016. Loyiha natijalari asosida shakllantirilgan bitiruv malakaviy ishlarining ichki himoyasini kafedra to'garaklari va kafedraning yig'ilishlarida o'tkazish.

Loyihaning 2015-2016 yilga harajatlar smetasi

Harajatlar smetasi (so'm)							
Guruh	Harajatlar kategoriyasi						
	Mehnat haqqi	Ustama harajat lari	Safar harajatlari	Material lar	Asbob-anjomlar	Boshqa harajatlar	jami
Ijrochi	11200 000	2 240 000	1 000 000	1 300 000	2 670 200	4 779 800	18 890 000
Ja'mi	11200 000	2 240 000	1 000 000	1 300 000	2 670 200	4 779 800	18 890 000

Asos:

Mehnatga haq to'lash fondi—4 nafar loyiha a'zosi uchun 6 oyga taqsimlanadi (ish xajmiga ko'ra), (2-, 3-jadvallarning jami).

Ustama xarajatlar – mehnatga haq to'lash fondi umumiy mablag'ning 20% ni tashkil qiladi (oraliq hisobotlar va loyiha yakunida alohida o'rnak ko'rsatgan loyiha a'zolarini rag'batlantirish uchun).

Safar harajatlari – 1 000 000 so'm. Toshkent shahridagi mutaxassislar bilan maslahatlashish va respublika anjumanlarida ishtirok etish uchun sarflanadi.

Materiallar – 1 300 000 so'm. Qog'oz va boshqa kantselyariya mahsulotlari sotib olinadi.

Asbob-uskunalar: 2 670 200 so'm. Tadqiqotni olib borish, matn ustida ishlash, internet tizimidan optimal foydalanish uchun bir komplekt kompyuter, proektor, nusxa ko'chirish apparati sotib olinishi ko'zda tutilgan.

Boshqa xarajatlar – 4 779 800 so'm. Tadqiqotning dastlabki oylarida rejalashtirilgan ilmiy adabiyotlar, davriy nashrlarni sotib olish va internet

tarmog'iga to'lash, tashqi taqriz va tayyorlangan ilmiy maqola va ma'ruza tezislarini muharrirlash uchun to'lovlarga sarflanadi.

Mehnat harajatlarning asosi (2-jadval)

Loyiha ijrochilari	Soni	Oylik ish haqqi	Ish davomiyligi (oylarda)	Jami
Loyiha rahbari	1	767 000	6 oy	4 602 000
Ijrochi	3	418 333	6 oy	2 510 000
Oylik chegirma (25%)		296 334	6 oy	1 778 000
Jami (ish xaqqi + chegirma)		1 481 667	6 oy	88 900 000

Vaqtinchalik ijodiy guruh tarkibi va vazifalari (3-jadval)

№	Vazifa (qisqacha tafsilot)	Ishning davomiyligi (oylarda)	Ish xaqqi (jami)
1	Planar texnologiya asosida olinadigan yupqa pardalarni modellashtirishga doir materiallarni tahlil qiluvchi	3 oy	385 000*3=1 155 000
2	Dasturchi	3 oy	385 000*3=1 155 000
	Jami		2 310 000

Sotib olinadigan materiallar va texnik vositalar (4-jadval)

Xarajatlar ro'yhati	Hajmi	Narxi	Jami
Qog'oz (A4)	65 kg	20 000	1 300 000
Kompyuter	1 komplekt	1 470 200	1 470 200
Proektor	1 ta	1 200 000	1 200 000
Jami			130 000+2670 200

Sotib olinadigan moddalar asoslari (5-jadval)

№	Xarajatlar ro'yhati	Sotib olinadigan moddalardan foydalanish
1	Kantstovarlar qog'oz (A4)	Ma'lumotlarni shakllantirish maqsadida (maqola va hisobotlar uchun)
2	Kompyuter to'plami	Hisob-kitoblar, modellashtirish va jamoa mehnatini boshqarish uchun

Safar xarajatlari

Safar yo'nalishi	Safarlar soni	Yo'l xarajatlari	YAshash xarajatlari	Boshqa xarajatlar	Ja'mi
Toshkent	2	400000	400000	200000	1000000
Jami	2	400000	400000	200000	1000000

Safarga borish asoslari

Safar yo'nalishi	Safarlar soni	Safarning maqsadi
Toshkent	2	Kutubxonalarda ishlash, natijalarni ishlab chiqarishdagi mutaxassislar va etakchi dasturchilar bilan muhokama qilish
Jami	2	

Boshqa xarajatlar

Xarajatlar yo'nalishi	Xajmi, miqdori	Sotib olinadigan buyumlar narxi	Ja'mi
Ilmiy adabiyotlar, davriy nashrlarni sotib olish			1000000
Internet trafik uchun to'lovlar	40000 Mb	25	1000000
Tashqi taqriz, muharrirlik uchun	10 soat	50000 (soatiga)	500000
Muhokama, seminarlar tashkil etish	2 kun	1139990	2279800
Jami			4779800

7. XAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI QISMI

ISHLAB CHIQUARISHDA MEHNAT SHAROITINI YAXSHILASH

Ishlab chiqarishda mehnat sharoitini yaxshilash hamda sog'lom va xavfsiz ish sharoitini tashkil etish birinchi navbatda mehnat muhofazasini yaxshilash bo'yicha rejali tadbirlar ishlab chiqish talab etadi. Bu rejali tadbirlar kasaba uyushmalari qo'mitasi bilan kelishilgan holda tuzilmog'i zarur va kerakli mablag'lar bilan ta'minlanishi lozim. Mehnat muhofazasini yaxshilash bo'yicha bajariladigan barcha ishlar bir yilga, besh yilga va kelajakka mo'ljallangan kompleks rejalar asosida amalga oshiriladi.

Mehnat muhofazasini yaxshilash bo'yicha tuziladigan bir yillik rejada ko'zda tutiladigan tadbirlar tashkilot ma'muriyati bilan kasaba uyushmasi qo'mitasi o'rtasida tuzilgan mehnat muhofazasi bo'yicha jaoma shartnomasida o'z ifodasini topadi. Jamoa shartnoma loyihasi yil boshida ishchilarning umumiy majlisida muhokamaga qo'yiladi va u ma'qullangach tashkilot ma'muriyati hamda Kasaba uyushmasi qo'mitasi tomonidan tasdiqlanadi.

Mehnat muhofazasini yaxshilash bo'yicha tuziladigan tadbirlar asosan quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi:

A) ishlab chiqarishda baxtsiz hodisalarni oldini olish:

- barcha yangi qurilayotgan ob'ektlar mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi masalalarini qamrov olgan ishlab chiqarish ishlari loyihasi bilan ta'minlash;

- sodir bo'lgan baxtsiz hodisalarni yana takrorlanmasligi uchun ularni tahlil qilib berish;

- xavfsiz mehnat sharoitini ta'minlaydigan yangi moslama va vositalar ishlab chiqarish.

B) ishlab chiqarishda kasallanishni oldini olish:

- ish joylarida va dam olish xonalarida normal mikroiklim bo'lishini ta'minlash;

- ishchilar va xodimlarni ishga va ishdan avtobuslarda yoki shu maqsadlar uchun maxsus jihozlangan avtomobillardagina tashish;

- belgilangan ish turlari bo'yicha tibbiy ko'riklarni tashkil etish.

V) Mehnat sharoitlarini yaxshilash uchun:

- ishlab chiqarish madaniyatini yuksaltirish, ishlab chiqarishga yangi texnologiyalar va yangi texnikalarni joriy etish;

Xavfsizlik texnikasi holatini yaxshilashga yo'naltirilgan musobaqalar tashkil etish.

G) mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi bo'yicha o'qitish hamda boshqa targ'ibot ishlarini olib borish uchun:

- barcha ishchilar va injener- texnik xodimlarni xavfsizlik texnikasi bo'yicha o'qitishda, yo'riqnomalar berish va bilimlarini sinovdan o'tkazish;

- xavfsizlik texnikasi va favqulodda holatlarda hayot faoliyat xavfsizligi bo'yicha kabinetlar tashkil etish.

Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi bo'yicha o'qitish.

Yengil avtomobil ishlab chiqarishda har bir faoliyat ko'rsatadigan ishchi va xodim o'ziga biriktirilgan ishni xavfsiz bajarish uchun chuqur bilimga ega bo'lishi zarur. Buning uchun esa ularni mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi bo'yicha malakali o'qitish talab etiladi.

Engil avtomobil ishlab chiqarish sexida ishlab chiqarishdagi barcha ishchilar barcha ishlarning xarakteri va xavfsizlik darajasidan qat'iy nazar mehnat xavfsizligi bo'yicha o'qitilib, bilimlari tekshirilib ko'rilgandan so'ng ishga ruxsat etiladi. Sexdagi ishchilarni mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi bo'yicha o'qitish, ularga yo'riqnomalar o'tish orqali amalga oshiriladi.

Yo'riqnomalar asosan kirish yo'riqnomasi, ish joyidagi birlamchi yo'riqnomasi, navbatdagi yo'riqnoma, navbatdan tashqari yo'riqnoma, davriy yo'riqnomalariga bo'linadi. Ishchi xodimlarga bu hamma yo'riqnomalar o'tkazilib va yana kurs o'qishlari o'qitiladi, keyin esa xodimlarga guvohnoma beriladi.

Ishlab chiqarish sexidagi maxsus kiyim boshlar, shaxsiy himoya vositalari va uning profilaktikasi. O'zbekiston Respublikasining "Mehnat qonunlari kodeksi"

va “Mehnatni muhofaza qilish” qonunlarni asosida mehnat sharoiti zararli bo‘lgan ishlarda, shuningdek alohida harorat sharoitida bajariladigan youi ifloslantiradigan ishlarda ishlovchi xodimlarga belgilangan me’yorda maxsus kiyim bosh, maxsus poyafzal va boshqa shaxsiy himoya vositalari tekinga beriladi.

Korxona muassasa yoki tashkilot ma’muriyati maxsus kiyim bosh, maxsus poyafzal va boshqa shaxsiy himoya vositalarini saqlash, yuvish, tozalash va ta’mirlashni ta’minlashi, shuningdek bu vositalardan foydalanishni doimiy nazorat qilib borishlari zarur.

Engil avtomobil ishlab chiqarish sexida ham bunday sharoit to‘liq yo‘lga qo‘yilgan va mas’ul shaxslar tomonidan doimiy nazorat qilib boriladi. Bundan tashqari ifloslanish bilan bog‘liq bo‘lgan ishlarda ishloqchilarga belgilangan me’yorlarda sovun va boshqa xil zararsizlantiruvchi vositalar ham tekinga beriladi.

Maxsus kiyim bosh va shaxsiy himoya vositalarini foydalanish muddatlari o‘rnatilgan bo‘lib, u quyidagicha belgilangandir: korjomalar, poyafzallar 12 oy, qo‘lqoplar 1 yoki 2 oy, himoya kaskalari 2 yil, issiq kiyim boshlar 36 oy.

Ishlab chiqarishda baxtsiz hodisalarni tekshirish va hisobga olish

O‘zbekiston Respublikasi hududida mulkchilikning barcha shakllaridagi korxonalar, tashkilotlar, shuningdik, mehnat shartnomasi bo‘yicha ishlayotgan ayrim fuqarolarda mehnat faoliyati bilan bog‘liq holda yuz bergan hodisalarni va xodimlar salomatligini boshqa xil zararlanishini tekshirish va hisobga olish – Vazirlar Mahkamasining 1997 yil 6 iyundagi 286- son qarori bilan tasdiqlangan Nizom asosida olib boriladi.

Mazkur nizom: ishlab chiqarishda ishlayotgan davrida sud hukmi bo‘yicha jazoni o‘tayotgan fuqarolarga, ish beruvchilarga, pudrat va topshiriqlarga ko‘ra fuqarolik xuquqiy shartnomalar bo‘yicha ishlarni bajarayotgan shaxslarga, tabiiy va texnogen tusdagi favqulotda vaziyatlarni bartaraf etishda qatnashayotgan fuqarolarga, korxonada ishlab chiqarish amaliyotini o‘tayotgan talabalar va o‘quvchilarga ham tadbiq etiladi. Tabiiy o‘lim, o‘zini-o‘zi o‘ldirish, jabrlanuvchining o‘z salomatligiga qasddan shikast etkazishi, shuningdek,

jabrlanuvchining jinoyat sodir qilish chogʻida shikastlanishi holatlari tekshirilmaydi va hisobga olinmaydi.

Ish beruvchi tekshirish tugaganidan soʻng 3 sutkadan kechiktirmay jabrlanuvchiga yoki uning manfaatlarini himoya qiluvchi shaxsga davlat tilida yoki boshqa maqbul tilda rasmiylashtirilgan baxtsiz hodisa toʻgʻrisidagi N-1 shakldagi dalolatnomani berishi kerak.

Ish beruvchi bilan davlat mehnat texnika nazoratchisi oʻrtasidagi anglashilmovchilikni bosh davlat nazoratchisi hal qiladi. Quyidagi baxtsiz hodislar maxsus tekshiriladi:

- bir vaqtning oʻzida ikki va undan ziyod xodimlar bilan yuz bergan baxtsiz hodisalar, oʻlim bilan tugagan baxtsiz hodisalar, oqibati ogʻir baxtsiz hodisalar;
- Guruhiy oʻlim bilan tugun va oqibati ogʻir baxtsiz hodisa toʻgʻrisida ish beruvchi darhol sxemaga binoan quyidagilarga xabar berish kerak: davlat texnika nazoratchisiga, yuqori turuvchi xoʻjalik organiga.

Agar baxtsiz hodisa Oʻzbekiston Kasaba uyushmalari federatsiyasi kengashiga aʼzo tashkilotda yuz bersa, u holda kasaba uyushmalrining bosh mehnat texnik nazoratchisi komissiya tarkibiga kiritiladi.

Besh va undan ziyod kishi oʻlgan baxtsiz hodisalar Oʻzbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarori asosida tuzilgan komissiya tomonidan tekshiriladi.

Maxsus tekshirish komissiyasi 15 kun mobaynida baxtsiz hodisani tekshirib chiqadi, korxonadagi mehnatni muhofaza qilish ahvolini. Agar zarur boʻlsa, tarmoqning boshqa korxonalarda ham tekshirishni tashkil etadi, maxsus tekshirish dalolatnomasini tuzadi.

Ish beruvchi maxsus tekshirish komissiyasi taklif qilgan chora-tadbirlarning bajarilganligi haqida maxsus tekshirish oʻtkazishni boshqargan bosh davlat mehnat texnika nazoratchisiga, “Oʻzsanoatkontexnazorat” davlat qoʻmitasining obʼektlar nazorati ostida boʻlgan mahalliy organlariga yozma ravishda axborot beradi.

8. XULOSA

1. Planar texnologiyaning murakkablashuvi texnologik jarayonlarni boshqarish qiyinlashishiga sabab bo'lar ekan. Bunday vaziyatlarda jarayonni modellashtirish muammoni hal qilishga xizmat qiladi va uni amalga oshirishni o'rganish shu kunning dolzarb vazifasi hisoblanadi;
2. Planar texnologiyada keng qo'llaniladigan kremniyning termik oksidlanish jarayoni modeli tanlab olindi va o'rganildi;
3. Kremniyning termik oksidlanish jarayonini ikkita: oksidlanish jarayoni vaqti katta, ya'ni $t \gg \frac{A^2}{4B}$ bo'lganda, $\left(\frac{2x_0}{A}\right)^2 = \frac{4Bt}{A^2}$ munosabat asosida oksidlanish termik jarayonining parabolik qonuniga ega bo'ldik (B koeffitsient - oksidlanish tezligi doimiysi), oksidlanish vaqti kichik bo'lganda, ya'ni $t \ll \frac{A^2}{4B}$ shartda, $x_0 = \frac{B}{A}t$ munosabat asosida oksidlanish termik jarayonining chiziqlilik qonuniga ega bo'ldik;
4. Suv bug'i muhitida oksid parda qalinligi o'zgarishini jarayoni nam kislorod o'tkazish vaqtiga to'g'ri bog'langan bo'lib, chiziqli ko'rinishga ega bo'lar ekan. Bundan tashqari, atmosfera bosimidagi suv bug'ining temperaturasi ortishi bilan oksid qatlam qalinligi ortishi orasidagi to'g'ri munosabat aniqlandi. Va albatta, oksid qatlamning o'sish tezligi taglikning yo'nalishiga, elektr o'zgaruvchanlikning turiga va namuna taglikdagi kirishmalar kontsentratsiyasiga ham bog'liq;
5. Quruq kislorodda yuqori temperaturali oksidlash usuli kremniyni oksidlash usullaridan keng tarqalgan bo'lib, u yuqori sifatli niqob hossasiga va kremniy oksid chegaa qismida bog'lanish zaryadlarining kichik zichligidan, ya'ni 10^{10} sm^{-2} dan kam olishni ta'minlar ekan. Atmosfera bosimida oksidlash jarayonining temperaturasi 850°C - 1200°C oralig'ida bo'lib, oksidlashni ancha past temperaturalarda ham olib borish mumkin ekan. Biroq, bu holda oksid qatlam o'sishi sust bo'ladi. Past temperaturalarda kislorod bosimini oshirish oksid qatlam o'sish jarayonini tezlashtirish imkonini beradi;

6. YArimo'tkazgichli asboblari va IMS lar ishlab chiqarishda, odatda kremniyning oksidlashning ikki va uch bosqichli usullaridan keng foydalaniladi. Bu usullar yuqorida ko'rilgan usullarning umumlashgan ko'rinishidir. Bunda oksidlovchi sifatida quruq kislorod, nam kislorod yoki suv bug'i va yana quruq kisloroddan ketma-ket foydalanishga asoslangan. Bunday texnologik jarayonda hosil bo'lgan kremniy oksidining himoyaviy dielektrik pardasi quruq kislorod muhiti tartibli parda hosil qiladi, lekin o'sish tezligi kichik, nam kislorod va suv bug'ida o'sgan parda tuzilishi uncha takomillashmagan bo'ladi, lekin o'sish tezligi ancha yuqori;
7. Termik o'stirilgan pardalarning chegara qalinligi 1-1,5 mkm dan oshmaydi. Planar texnologiyada amaliy maqsadlar uchun oksidli himoya pardalarning qalinligi 0,2-0,8 mkmni, ya'ni yupqa pardalar uchun belgilangan chegaraga mos kelishi kerak. Undan oshsa, talab darajasidagi mikrotasvir o'lchamini olish qiyin bo'ladi, kamaysa pardada teshiklar va yoriqlarning bo'lish ehtimoli oshar ekan;
8. Planar texnologiya asosida o'stiriladigan yupqa, dielektrik pardalarni modellashtirishni amalga oshirish uchun ilmiy-tadqiqoti uchun loyiha sarf-harajatlar smetasi tuzildi va bitiruv ishining iqtisodiy qismida keltirildi;
9. Modellashtirish bog'liq bo'lgan hayot faoliyati havfsizligi qoidalari o'rganildi va tegishli sharoitning optimal ko'rsatkichlari (kompyuterda ishlash muddati, xona va ish joyining yoritilishi, namlik va harorat kabilar) ko'rsatib o'tildi.

9. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. I.A. Karimov. “O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka taxdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari”. T: “O'zbekiston”, 1997 y.
2. I.A. Karimov. “Bizning bosh maqsadimiz - jamiyatni demokratlashtirish va yangilash, mamlakatni modernizatsiya va isloh etishdir”. T: “O'zbekiston”, 2005 y.
3. I.A. Karimov. “O'zbek xalqi hech qachon hech kimga qaram bo'lmaydi”. T: “O'zbekiston”, 2005 y.
4. A. Teshaboev va boshqalar. “Yarimo'tkazgichli asboblarning fizikasi”. Andijon, “Hayot”, 2002 y.
5. V.I. Fistul. Noviy material. M.: “MISIS”, 1995 g.
6. A. Teshaboev va boshqalar. Yarimo'tkazgichlar va yarimo'tkazgichli asboblarning texnologiyasi. –T.: Talqin, 2006. -336 b.
7. E.I. Verxovskiy. Lazernaya texnologiya v proizvodstve integralnix mikrosxem. Moskva, «Visshaya shkola», 1990.
8. I.A. Malisheva. Texnologiya proizvodstva integralnykh mikrosxem. Moskva, «Radio i svyaz», 1991. -324 s..
9. A.I. Kurnosov. V.V. Yudin. Texnologiya proizvodstva poluprovodnikovix priborov i integralnix mikrosxem. Moskva, «Visshaya shkola», 1986.
9. YU.M. Tairov., V.F. TSvetkov. Texnologiya poluprovodnikovix i dielektricheskix materialov. Moskva, «Visshaya shkola», 1990.
10. I.G. Pichugin, Yu.M. Tairov. Texnologiya poluprovodnikovix priborov. Moskva. «Visshaya shkola», 1984.
11. B.I. Boltaks. Diffuziya v poluprovodnikax. Moskva, «Fizmatgiz», 1961.