

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
ABU RAYXON BERUNIY nomidagi TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI

Fakultet: "Elektronika va avtomatika"

Kafedra: "Nazariy elektrotexnika va elektron texnologiyalar"

Qo'lyozma huquqida

Muxitdinov Farrux Alovutdinovich

**YUQORI VAKUUMLI RADIATION TEXNOLOGIYA USULLARINI
O'RGANISH**

5523300 – "Nanotexnologiya (nanomateriallar, elektron asboblari va qurilmalar)"
yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini olish uchun

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Kafedra mudiri:

dots. Abidov Q.G`.

Rahbar:

dots. Mirdjalilova M.A.

Toshkent – 2013 y.

MUNDARIJA

SO`Z BOSHI	5
I BOB. ADABIYOTLAR TAHLILI	6
1.1. Elektromagnit nurlanishlar va zarrachalar manbai	6
1.2. Radiatsion nuqsonlar	14
1.3. Asosiy vazifalar	16
II BOB. ASOSIY QISM. RADIATION TEXNOLOGIYANING ASOSIY USULLARI	17
2.1. Ion dastali texnologiyalar	17
2.2. Ion-plazmali texnologiyalar	22
2.3. Plazmali tezlatgichlar va qurilmalar	24
2.4. Yuqori haroratli impulsli plazmalar va ularning qo`lanilishi	31
XULOSA	37
HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI.....	38
IQTISODIY QISM.....	48
ADABIYOTLAR RO`YXATI	55

SO`Z BOSHI

Radiasion va ion-elektronli texnologiya, tezlashtirilgan zarralarning korpuskulyar oqimini keng qo`llanilishi va elektromagnit nurlarining materiallarni fizik-ximiyaviy va boshqa xossalarning o`zgartirishlari uchun qo`llanilishi hozirgi paytda yanada rivojlanmoqda, bu zamonaviy texnika, mikroelektronika va yarim o`tkazgichli materialshunoslik, reaktorli, termoyadroviy va kosmik materialshunoslik, hamda radioelektronikaga bo`lgan talab bilan chambarchas bog`likdir.

Yarimo`tkazgichli integral sxemalarda mikrominiatyuralashtirishning borishi, mahsulotlarning sifatiga, o`lchamiga, og`irligiga, uzoq vaqt ishlay olishiga, parametrlarining stabilligiga va h.k.z. larga bo`lgan talabning oshishi materiallar xossalarning o`zgartirishda qator texnologiya va usullarning qo`llanilishi uchun asos bo`ldi. Buning natijasida qattiq jism sirtiga va yupqa plyonkalariga atom-molekulalar darajasida ta`sir etib, yangi mukammal strukturalar yaratish mumkin bo`lib, qattiq jism va materiallarning mexanik va fizik-ximiyaviy xossalarning yaxshilanishiga olib keldi.

Radiasion va ion-elektronli texnologiya materiallarning yuqori qatlam sirtiga ta`sir etuvchi nozik instrument bo`lgan holda, keng ma`nodagi tushuncha bo`lib, materialshunoslik uchun ko`pgina yangi «quruq» texnologiyalarni qamrab oladi. Bularni materiallar va mahsulotlarga elektron, ionlar, alfa-zarralar oqimlari, elektromagnit va shuningdek lazer nurlanishlar yordamida qayta ishlov beradigan asosiy texnologiyalarga ajratish mumkin. Qator hollarda texnologiyalarda radioaktiv manbalardan yoki elektronlarning kuchli oqimidan va har xil tarkibli va energiyali ionlardan, hamda lazer nurlarining maxsus manbalaridan foydalanish juda qulay.

Ushbu malakaviy birituv ishining asosiy maqsadi materiallarga yuqori vakuum sharoitida ionli va ion-plazmali ishlov berish usullarini o`rganishdir.

I BOB. ADABIYOTLAR TAHLILI

1.1. Elektromagnit nurlanishlar va zarrachalar manbai

Har qanday radiasion texnologiyani ta'minlashda zarrachalar va nurlanishlarning effektiv manbalari kerak bo'ladi.

Elektronlarning effektiv manbai sifatida termo-, foto-, avto-, ikkilamchi- va ion-elektronli manbalardan foydalanib, kuchli va kuchsiz, nuqtaviy, o'zgarmas tokli va impulsli, yuqori va past energiyali bo'ladi.

Termoemission manbalar termoelektron emissiyaga asoslangan bo'lib, bu namunani shunday qizdirishdan iborat, ya'ni bunda valent elektronlar vakuumga chiqishi uchun etarli energiya oladilar. Bu manbalar ham ikkiga – metallarni to'g'ridan-to'g'ri qizdirish (bevosita) orqali yoki kosvenno (bilvosita) qizdirishli bo'ladi. Elektronlar emitteri katod hisoblanadi [1 – 3].

Bevosita manbalar – nitli (ingichka simli) bo'lib, undan katta zichlikli tok o'tkaziladi. Oddiy bevositali manba tarkibiga elektr bilan ta'minlovchi batareya, ulovchi elektrodlar, ekranlovchi elektrodlar kiradi. Bu manbalarni ishlatish oddiy, ishonchli, parametrlari bo'yicha stabildir. Ko'pincha radiolampalarda va termovakuumli qurilmalarda ishlatiladi.

Bilvosita qizdiriladigan manbalarga turli oksid-katodlar va issiqbardosh birikmali, masalan, gesobarid-lantan kabilar kiradi. Manbaning konstruksiyasi qiyin eriydigan korobkadan iborat bo'lib, uning ichiga bilvosita qizdiriladigan katod (nakal niti) joylashtiriladi, bu katodlar televizion trubkalarda, vidikonlarda va boshqalarda ishlatiladi.

Geksobarid-lantanli manbalar uncha katta bo'lmagan keramikasimon bo'laklardan qilinib, boshqa qizdiriladigan taglikka payvandlanadi. Qo'llanish sohasi xuddi oksidli katodlarnikidek. Aytilganlardan tashqari boshqa katodlar volframli, metalg'ovakli katodlar sistemasi ham qo'llaniladi. Qator hollarda bu manbalar impulsli rejimda ishlay oladilar, bunda elektronlar tokining zichligi shunday modulyasiyalanadiki, katod ishdan chiqib qolmasligi kerak.

Avtoelektronli emitterlarning ishlashi avto-elektron emissiyaga asoslangan, u o'tkir uchli katodlardan iborat bo'lib, bunga kuchli elektr maydoni qo'yiladi. Bu holda kuchli maydon ta'sirida elektron barerni engib vakuumga to'lqinli xarakterda chiqadi. Elektronlar tunnel mexanizmi bo'yicha emitterlanadilar. Emitter sifatida yoysimon bir necha yuz angestremli W simlardan foydalaniladi, unga qo'yiladigan maydonning zichligi 10 V/sm ga etadi. Elektronlar vakuumga teplovoy (issiqlik) energiyaga yaqin energiya bilan chiqadilar. Uchli katodlar elektronlarning nuqtaviy manbalariga yaqindirlar. Ancha kuchli maydon emitterlarni yaroqsiz holga keltiradi, undan manfiy zaryadlangan zarrachalarni ajratib chiqaradi. Uchli metall va yarimo'tkazgichli katodlar ko'p qo'llaniladi va keyingisi ancha chidamli va katta zichlikda elektron tokni olishga imkon beradi [4, 5].

Ma'lum bir zichlikli dastalarni yaratish uchun o'tkir uchli va ko'p uchli katodlar sistemalaridan foydalaniladi va ular maxsus moslamalarga qotirilgan bo'ladi. Bu katodlarni qo'llanilish sohalari xuddi termoemission katodlar kabi bo'ladi, biroq ko'pgina texnologik maqsadlarda ular juda qulaydirlar va ekspluatatsiyada ancha oson va maxsus qizdiriladigan ta'minlash manbalarini talab etmaydilar. Bu katodlarni qo'shimcha afzalligi ularning amaliy inersion bo'lmaganligidadir va emissiya toki zichligining yuqoriligidadir.

Fotoelektron katodlarni ishlashi fotoelektron emissiya hodisalariga asoslangan bo'lib, yorug'lik kvantining qattiq jismga valent elektronlarni yutilishi hisobiga va ularning sathidan yuqorida joylashgan valent (bo'sh) sathlarga o'tish hisobiga bo'ladi. Fotokatodlar odatda yassi, aylana bo'lib, maxsus materiallardan, xususan, yuqori qarshilikli yarimo'tkazgich va dielektrikdan tayyorlanadilar. Ular safiga kislorodli-kumush-seziyli, surma-seziyli, ko'p ishqorli va vismut-kumush-seziyli katodlar kiradi. Katod elementlari tarkibiga albatta seziy kiradi, u ko'pgina materiallarni chiqish ishlarini kamaytiradi va elektron emissiya effektivligini oshiradi. Elektronlarning energetik taqsimlanishi Maksvell taqsimotiga yaqin bo'ladi.

Ayrim fotokatodlarda selektiv fotoemissiya hodisasi kuzatiladi, ularda elektronlarning chiqishi ta'sir etuvchi elektromagnit nurlanishlar uzunligi uchun

elektron chiqishi uning afzalliklariga kiradi. Fotoeffekt hodisasida to`g`ridan-to`g`ri yoki to`g`ridan-to`g`ri bo`lmagan elektron o`tishlar sodir bo`ladi. Keyingi bosqichda uchinchi zarracha qattiq jism kristall panjarasining issiqlik tebranishlarida qatnashishi zarur.

Fotoemissiyaning effektivligi katta zichlikli lazer nurlanishlardan foydalanilganda yanada oshadi. Bunda bir paytda yoki ketma-ket qator yorug`lik kvantlari ishtirokida ta`sirlashuvda ko`p zarrali effekt yuz berishi mumkin. Bu holda uyg`ongan elektronlar muvozanatlashmaydilar va vakuumga energetik gruppada holida chiqaradilar va ular uyg`otuvchi birlamchi kvant energiyalardan farq qiladi [6 – 8].

Fotokatodlar elektron ko`paytirgichlarda foydalaniladi, biroq ular kislorod bilan bog`liq bo`lgan har xil ta`sirlar bilan ta`sirlashadilar.

Ikkilamchi-elektron katodlarning ishlash prinsipi birlamchi elektronlar oqimi bilan bo`ladigan o`zaro ta`siridagi ikkilamchi elektronlar emissiyasiga asoslangan. Katodlarning katta effektivligiga birlamchi elektronlarning energiyasi 100 – 1000 eV bo`lganda erishiladi. Effektiv katodlar hosil qilish uchun chiqish ishi kamaytirilgan materiallardan foydalaniladi. Ikkilamchi elektronlarning energetik taqsimlanishi ancha murakkab hodisadir. Ular uch xil elektronlardan tarkib topadilar: elastik va noelastik sochilishlar hamda xaqiqiy ikkilamchi elektronlardan. Effektiv katodlar materiallari yarimo`tkazgichli va dielektrik materiallar xisoblanib, ularda elektronlarning emissiyalanish kattaligi bitta birlamchi elektronga nisbatan emitterlangan elektronlar 10 ta elektrongacha etadi.

Ikkilamchi-elektronli emitterlar ikkilamchi-elektronlar ko`paytirgichlarning har xil konstruksiyalarida keng qo`llaniladi. Effektiv emitterlar sifatida kislorodda aktivlashtirilgan har xil mis, nikel, kumush, magniy, palladiy, alyuminiylarning qotishmalari qo`llaniladi.

Ion-elektronli emitterlarning ishlashi ion-elektronli emissiya hodisasiga asoslangan. Elektronlar oqimini (yaratish) olish uchun energiyasi 100 dan bir qancha ming eV larda tezlashtiriladigan inert gazlar ionlaridan, kisloroddan, vodorod va ishqoriy metallardan foydalaniladi. Effektiv emitterlar sirtga

oksidlangan mis-berilliy, magniy-kumush hisoblanadi. Radiasion texnologiya uchun ular keng qo'llanilmaydi.

Mikroelektronikada ion-texnologiyalar elektronlarga nisbatan keng tarqalgan, shuning uchun ularning xususiyatlarini va ularga bo'ladigan talablarni aytib o'tish kerak.

Ionlar manbai bu shunday qurilmaki, unda ion hosil bo'lishning turli prinsiplariga asoslanib, zaryadlangan zarrachalar – ionlar hosil qilinadi. Ionlar atom va molekulalarni elektronlar, fotonlar hamda ximiyaviy, temperaturaviy ionlashishlardan hosil bo'ladi [9, 10].

Ionli manbalar ion hosil bo'lishi prinsipi bo'yicha, ish rejimi (impulsli yoki stasionar) bo'yicha, dastlabki moddaning (gaz, suyuq, qattiq jism, plazma) holati bo'yicha, bu moddaning foydalanish ko'ffisienti bo'yicha, quvvat bo'yicha, ularning zichligi va energiyasi bo'yicha, hamda turi va zaryad kattaligi (musbat, ko'pzarraliligi va manfiyligi) bo'yicha, energiya sig'imligi va effektivligi, hamda manbani ekspluatasiya qilish vaqti bo'yicha farqlanadilar.

Ancha keng tarqalgan ionlar manbalariga quyidagilar kiradi: sirtni qizdirishdan ionlashtiruvchi, elektronlar bilan (atomlar yoki ionlar bilan) urib ionlashtiruvchi, elektrostatik maydonda ionlashtirish (maydonli ionlashish), plazmaga asoslangan (tleyumiy yoki yoy razryadli), yuqori chastotali va hokazolar.

Sirtni ionlashtirishga asoslangan manbalarining ishdash prinsipi material sirtidagi neytral zarrachalarni temperatura oshishi bilan ionlashishlari hodisasiga asoslangan. Sirtning musbat ionlashishi uchun bo'ladigan shart – zarrachalarning birinchi potensial ionlashishi material sirtining chiqish ishi kattaligidan kichik bo'lishi kerak, manfiy ionlashish uchun esa katta bo'lishi kerak. Temperatura oshishi bilan sirtida hosil bo'lgan ionlar uchib chiqadilar va vakuumda xajmiy zaryadlarni hosil qiladilar. Shunga o'xshash manbalar temperatura o'zgarishiga moslangan materiallar (ingichka sim, lenta, shayba ko'rinishidagi) sirtlaridan tashkil topishi mumkin.

Bu sirtlarga ishqoriy yoki ishqoriy-er metallari turlarining galogenlari bilan birikmalarini adsorbsiyalashdan (o'tkazishdan) va shundan so'ng bu sirtni qizdirish

tufayli metall ionlarini (musbat) yoki galogenlar ionlarini (manfiy) olish mumkin bo`ladi.

Ionlarni keyinchalik massalari va zaryadlari bo`yicha ajratib olish magnit yoki elektromagnit maydonlarda olib boriladi. Ionlar oqimi aniq bir ion-optik sistemalarida shakllantiriladi va keyin nurlantiriladigan ob`ektga (namunaga) yo`naltiriladi. Bu manbalar uzoq vaqt ishlay olmaydilar va dastlabki ishchi moddasi kamayib ketishi tufayli uni to`ldirib turishni talab qiladi.

Elektronlar bilan ionlashtiriladigan manbalarni tarkibiga kiruvchi quyidagi turlari bor: elektronlar oqimi bilan doimiy o`zaro ta`sirlashuvchi manba, Penning razryadli, plazmotronli, yoy razryadli, yuqori chastotali maydondagi razryadli manba va hokazo. Musbat ionlashish elektronlarni muhitdagi atomlar yoki molekulalar bilan to`qnashuvidan amalga oshiriladi.

Nira turidagi manba konteyner sifatida bo`lib, ishqoriy-galogenli yoki boshqa birikmali tuzlarning qizishidan hosil bo`lgan moddalarning bug`i ionlashish fazasiga chiqadi va bu erda elektronlar oqimi bilan o`zaro to`qnashib, ionlar hosil bo`ladi. Bu hosil bo`lgan ionlar oqimi ion-optik sistemasiga tushadilar va unda ma`lum bir forma (shakl)ga keltiriladi va ular magnit maydonida massalar bo`yicha separasiya (ajratilgan) qilinadilar. SHundan so`ng ular namuna sirtiga tushadilar [11 – 14].

Ishchi moddasi bu biror bir gaz bo`lishi mumkin va u ishchi kamerada ma`lum bir bosimni hosil qiladi va gaz molekulalarini effektiv ionlashishlari uchun sharoit yaratib beradi.

Penning manbasi aniq bir gaz yoki bug`larning elektrostatik maydonda razryadlanishlariga asoslangandir, hamda to`pga tutadigan elektronlar oqimini hosil qiluvchi termoemission katod nit (ingichka ma`lum bir shaklli sim) ko`rinishida bo`lib, u doimiy magnit maydoni qo`yilgan razryadli kamera bo`ylab tortiladi (o`rnatiladi), ishchi gazi esa maxsus natekatel (gazni sekin oqib kirishini ta`minlovchi moslama) yordamida ishchi kameraga kiritiladi. Emitterlangan elektronlar magnit maydonida spiralsimon (aylana) bo`ylab xarakatlanadilar va deyarli har bir elektron effektiv ionlashishni amalga oshiradi. SHundan so`ng

razryad yonib, ionlar maxsus tirqishdan maydon yordamida tortib olinadilar va keyin ma'lum bir shakl berilib, namuna sirtiga tushiriladi. Zarurat bo'lgandagina magnit maydonida ionlar massalari bo'yicha separasiyalanadilar.

Maydonli ionlar manbaining ishlash prinsipi uchlari o'tkir katodlarga kuchli elektrostatik maydon qo'yiladi, bu maydon ta'sirida molekula yoki atomlar ionlashishlari sodir bo'ladi. (Maydon kuchlanganligi 10 V/sm dan yuqori bo'ladi). Hosil bo'lgan ionlar ingichka ionlar dastalari shaklida yo'naltirilib, magnit maydonida massalari bo'yicha separasiya qilinadi va namuna sirtiga tushishlari ta'minlanadi. Biroq o'tkir katodlarning kuchli maydon ta'sirida tez ishdan chiqishi tufayli bu ionlar manbaining turi texnologiyada keng tarqalmagan.

Yuqori chastotali ionlar manbaining ishlash prinsipi maxsus kamerada gazning bosimini 10^2 dan 10^5 Pa da saqlab turib, keyin esa tashqi yuqori chastotali kuchlanish generatori yordamida razryad hosil qilishga asoslangan. Razryad tufayli hosil bo'ladigan ionlarning maksimal konsentrsiyalarining sohasiga tashqi magnit maydoni qo'yiladi va bu zarrachalarni traektoriyasini buraydi (o'zgartiradi) natijada esa ionlashish effektivligi oshadi. Razryadlarni generatsiya qilish qobiliyati bo'yicha manbalar sig'imli va induktivli turlariga bo'linadilar, maydonni qanday qo'yilishiga qarab esa, manbalar ko'ndalang va bo'ylama (razryad o'qiga nisbatan) turlariga bo'linadilar. Manba shartlarini ishchi gaz bosimini, magnit maydon kuchlanganligini va generatorning chiqish quvvatini o'zgartirish bilan boshqarish mumkin. Bu manbalar ishda va gazni sarflash bo'yicha ekonomiligi bo'yicha yuqori ishonchlilikka egadir. ILU-200 turi sanoat ionlar manbaining hosil qiladigan toki 400 mA ga etadi va bular texnologiyada keng qo'llanilmoqda.

Ionlar manbaining boshqa effektiv turi bu hosil bo'lgan plazmani qo'shimcha siqishga asoslangan yoy razryadli manbalardir. Ionlar konsentrsiyasi ichki kanalni siqilishidan keskin oshib ketadi. Bosim 10^5 Pa bo'lganda katod va oraliq elektrod o'rtasida yoy razryadi yoqiladi. Keyin asosiy anodga kuchlanish beriladi va razryad u tomonga tashlanadi. Kuchli siqilgan, shnurli plazmalar sohasi ionlarni asosiy hosil qiluvchi hisoblanib, so'ngra anod va ionlarni tortib oluvchi elektrod o'rtasiga qo'yiladigan elektr maydon yordamida ionlar oqimi tortib olinib,

namuna sirtiga yo`naltiriladi. Bunday ionlar manbai duoplazmotronlar degan nom olgan va ishchi gazni ionlashish darajasi 90% ga etadi, qo`yiladigan tortib oluvchi kuchlanish 3 dan 100 keV ga, ionlar toki esa 0,25 dan 700 mA ga etadi.

Ishchi moddasi bug`ida yoy razryadining hosil bo`lishiga asoslangan manbalar keng qo`llanishga erishmoqdalar, bunga PLU-4 turi misol bo`la oladi.

Duoplazmotron ionlar manbai yuqori voltli hisoblanadilar, bunda chiqish elektrodi odatda erga ulanadi, manbaning o`zi esa yuqori kuchlanish ostida bo`ladi va u maxsus yuqori voltli izolyatorga montaj qilinadi (o`rnatiladi). Ancha keng tarqalgan ionlar manbai bu, ionli-argonli manbalar bo`lib, ishchi moddasi bug`ining bosimi $0,5 - 3 \cdot 10^4$ Pa va ionlar toki 2 mA (PLU-4) yoki 700 mA («Vezuviy-4») ga tengdir.

Hozirgi kunda manfiy ionlar manbaini keng qo`llashga erisholmadilar. Odatda ular sirtida zarrachalarni manfiy sirtiy ionlashish hodisasiga asoslangan. Bunda sirtning chiqish ishi minimal bo`ladi yoki sirt seziy moddasi bilan qoplanadi. Bundan tashqari manfiy ionlar sirtlarni musbat zaryadlangan ishqoriy metallar (seziy, natriy, bariy) ionlari bilan to`pga tutish yordamida hosil qilish mumkin. Bu holda birlamchi ionlar sirtga kirib boradi va chiqish ishini kamaytiradi va sirtida manfiy zaryadlangan zarrachalar hosil bo`lib, ularni chiqishlariga sharoit yaratadilar [15].

Hozirgi paytda har xil materiallarga sanoatda ishlov berish uchun yuqori quvvatli lazerdan keng foydalaniladi. Lazer texnologiyasining eng muhim elementi u to`g`ridan-to`g`ri quvvatli kogerent nurlanishga ega bo`lgan manba hisoblanadi. Texnologik maqsadlarda induksiyalangan monoxromatik kogerent qutblangan, to`lqin uzunligi 0,1 dan 10 mkm bo`lgan lazer nurlanishlaridan, ya`ni optik kvant generatorlaridan foydalaniladi. Lazer nurlanishlari uchun yuqori yorug`lik va kichik burchakda yoyilishlar xarakterlidir.

Lazerlarning ishlash prinsipi uyg`ongan atomlarning yoki modda molekulasi (gaz, suyuqlik yoki qattiq jism) ichki energiyalaridan foydalanishga asoslangan. Bu paytda ko`p sonli molekula yoki atomlar uyg`ongan holatga o`tadilar va har xil zarrachalarda bir vaqtning o`zida elektronlarning bir xil

energetik sathga o'tishi uchun sharoit yaratiladi, bu radiasion yo'l bilan bir xil chastotali yorug'lik kvantlarini chiqishiga olib keladi (induksiyalangan nurlanish). Keyin bu nurlanish fazoda maxsus ko'zgular va optik elementlar bilan orientirlanadi va tanlangan ob'ektga (namunaga) yo'naltiriladi. Lazerlar uchun zarur elementlar – bular atom yoki molekulalarni uyg'onishini ta'minlovchi optik sistema, aktiv lazerli muhit va ikki xil orientirlangan ko'zgular, bulardan biri ushbu chastotali nurlanish uchun yarimshaffof bo'ladi hamda bu ko'zgular optik rezanatorni hosil qiladilar.

Texnologik lazerlarda ultrabinafshadan to infraqizil - 0,1 – 10,6 mkm to'lqin uzunliklar diapazonlaridan foydalaniladi. Lazerlar uzluksiz ta'sirli va impulsli – davrli bo'ladi.

Asosiy texnologik lazerlar qattiq jisimli va gazli turlariga bo'linadilar.

Qattiq jisimli lazerlarda aktiv elementlar rubin kristallari, neodimli shisha, aktivlashgan shisha va hokazolar hisoblanadi. Gazli lazerlarda esa aktiv muhit toza gaz yoki har xil gazlarning aralashmalari hisoblanadi.

Qattiq jisimli lazerlarga misol qilib rubinli lazerlarni ko'rsatish mumkin, nurlanishi 0,6943 mkm ga teng bo'lib, uzluksiz yoki impulsli ish rejimiga ega, biroq foydali ish koeffisienti (FIK) 0,1 % ga teng. Neodimli lazerlar bir muncha keng qo'llaniladi, chunki FIK biroz yaxshi. Bu lazerni to'lqin uzunligi 1,06 mkm. Uzluksiz va impulsli rejimda lazerlarning odatdagi quvvati 2 dan 125 Vt (LTI-101 – LTI-103 tiplari). Bularning aktiv elementlarini sovitish ancha murakkab.

Gazli lazerlarning ham elektrorazryadli, ximiyaviy va gazodinamik kabi turlari bor. Bu elektrorazryadli lazerlar ancha keng tarqalgan hisoblanadi. Asosiy ishchi gaz SO hisoblanib, bunga ma'lum miqdorli azot, geliy yoki ularni aralashmalari qo'shiladi. Bu lazerlarning FIK 30 – 40 % atrofida.

Gazli lazerlar quvvatining diapazoni 1000 – 10000 Vt gacha etadi. Ancha keng tarqalgan gazli lazerlar turiga LGN-702, Latus-31, ILGN-«Kedr» tiplari kiradi va ularning FIK 15 % gacha boradi.

Texnologik lazer qurilmalar yuqori ishonchli va stabil, minimal massa va tuzilishi oddiy bo'lishlari maqsadga muvofiqdir.

Lazerlar hozirgi kunda ishlab chiqarishda, fan-texnikada keng qo'llanilmoqda, ular yordamida inson organizmlarini murakkab operatsiya qilishda, metallar, yarimo'tkazgichli materiallarni, dielektriklarni, yupqa plyonkalarni, integral sxemalarni xossa va xususiyatlarini o'zgartirish va ularga ishlov berishda keng qo'llanilmoqda.

1.2. Radiasion nuqsonlar

Yuqori energiyali nurlanishlar ta'sirida qattiq jismlarda hosil bo'ladigan nuqsonlarni radiasion nuqsonlar deyiladi. Bunday nurlanishlar – qattiq rentgen nurlanishi, γ – nurlanish, yuqori energiyali elektronlar, neytronlar oqimidir.

Radiasion nuqsonlar nazariyasida birlamchi nuqson Frenkel jufti bo'ladi deb hisoblanadi, keyinchalik boshqa ikkilamchi nuqsonlar yuzaga keladi. Agar atomni tugundan urib chiqarish uchun kerak energiya E_d – bo'lsa, atomga nurlanish tomonidan beriladigan E_A energiya E_d dan katta bo'lsa, atom, albatta tugundan chiqib ketadi, agarda bu atomda E_d dan ortiq energiya qolsa, u boshqa atomni urib chiqaradi va h.q.

Biroq, radiasion nuqson hosil qilishning bo'sag'aviydan pastroq energiyaga tegishli mexanizmlari bor. Bu mexanizmlarning mohiyati shundaki, avval kristallning elektronlari sistemachasi uyg'otiladi, energiya kristall atomlariga uzatiladi va birlamchi radiasion nuqsonlar hosil bo'ladi. Bu uyg'otish kristallning rentgen kvantlari, past energiyali elektronlar va hatto ultrabinafsha fotonlar bilan nurlash yo'li bilan amalga oshiriladi [16 – 20].

Bo'sag'a osti nuqsonlar hosil bo'lishi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Kvantning yutilishi va eksiton hosil bo'lishi;
2. Eksitonning ikki ionda (masalan, ishqoriy – galogen kristallda galogenning ikki ionida) joylanishi, ya'ni kvazimolekula hosil bo'lishi;
3. Kulon itarishish oqibatida kvazimolekulaning tugunlararo atom va vakansiyaga parchalanishi.

Radiasion nuqsonlar hosil bo'lishining boshqa yo'llari ham mavjud (plazmonlar mexanizmi, ionizasion mexanizm va boshqalar).

Radiasion nuqsonlar, odatda, katta kinetik energiyaga ega va shuning uchun ular kristallarda juda harakatchan bo'ladi. Radiasion nuqsonlarning o'zaro va boshqa radiasion bo'lmagan nuqsonlar bilan uchrashuvi ehtimolligi katta. Bu hollarda yuz berdigan ta'sirlashish oqibatida nuqsonlarning birlashmalari va hatto yirik uyumlari hosil bo'ladi.

Kristall atomlarining o'z tugunlaridan γ – kvantlar ta'sirida jilib ketish ehtimoli kichik. Lekin γ – nurlanish fotoeffekt, Kompton effekti, elektronlar va pozitronlar juftlari tug'ilishi oqibatida vujudga keladi.

Neytronlar oqimi moddaga tushganda uning bir qismi yutilib, nuqsonlar paydo qiladi.

Keyingi davrda moddashunoslik sohasida bir vaqtda qattiq jismda mavjud bo'lgan (kiritilgan) turli kirishmalar bir – biri bilan ta'sirlashishi oqibatida moddaning ayrim fizik xossalari jiddiy o'zgarishi mumkinligi va bu o'zgarishlardan amalda samarali foydalanish mumkinligi aniqlanmoqda.

Umumiy radiasion ta'sirlar natijasida quyidagi nuqsonlar hosil bo'lishi mumkin:

A) nuqtaviy (nol o'lchovli) nuqsonlar, ularga o'lchamlar $x < a$, $u < a$, $z < a$ bo'lgan nuqsonlar mansub, bunda a – kristall panjarasi doimiysi;

B) chizig'iy (bir o'lchovli) nuqsonlar, ikki yo'nalishda ularning o'lchamlari kichik ($< a$) va uchinchi yo'nalishda o'lchami har qancha bo'lishi ($>> a$) mumkin;

V) yassi (ikki o'lchovli) nuqsonlar, ularning bir yo'nalishda o'lchami kichik, xolos.

G) xajmiy (uch o'lchovli) nuqsonlar, ularning ba'zilar makro nuqsonlarga taaluqli bo'ladi.

1.3. Asosiy vazifalar

1. Qattiq jism yuzalarida nuqsonlarning turlari va ularning vujudga kelish sabablarini tahlil qilish.
2. Ion dastali texnologiyalar usulini o`rganish.
3. Plazmali texnologiyalar va qurilmalarni tahlil qilish.
4. Yangi materiallar olish va yuzalarni modifikasiya qilishda ion-plazmali texnologiyalarni qo`llash usullari bilan tanishish.

II BOB. ASOSIY QISM. RADIATION TEXNOLOGIYANING ASOSIY USULLARI

Radiatsion dastali texnologiyalarni energiyani tashuvchilar va asosiy modifikatsiyalovchi faktor bo'yicha guruhlariga ajratish mumkin:

1. Ion dastali texnologiyalar:

- a) monoenergetik ionlar dastasi;
- b) polienergetik ionlar dastasi.

2. Plazmali texnologiyalar:

- a) stabil plazma;
- b) stabil bo'lmagan plazma.

3. Ion plazmali texnologiyalar:

4. Kentsentrlangan energiya oqimini ishlatishga asoslangan texnologiyalar.

Kentsentrlangan energiya oqimlari:

- a) lazer nurlari;
- b) kuchli elektron impulsli dastalar;
- v) kuchli ion impulsli dastalar;
- g) yuqori haroratli impulsli plazma oqimlari yordamida hosil qilinadi.

2.1. Ion dastali texnologiyalar

Monoenergetik yoki polienergetik ko'rinishdagi tezlashtirilgan ionlar (atomlar) dastalari ion - nurli va ion - plazmali texnologiyalarning ishchi qismi bo'lib xizmat qiladi. Qattiq jism yuzasini bombardimon qilish uchun ion manbada hosil qilinadigan turli xil kimyoviy elementlarning (gaz va metall) ionlaridan foydalaniladi. Ion dasta parametrlarini (ionlar energiyasi, oqimi, dozasi) hal qilinishi lozim bo'lgan masalaga qarab tanlanadi. Hozirgi paytda ion - nurli texnologiyaning ishlab chiqarishga joriy etilishi amalga oshirilmoqda. Bu jarayon ikkita texnologik yo'nalish bo'yicha bajarilmoqda:

1. Yangi materiallarni hosil qilish:

a) maxsus tanlangan nishonni changlatish yo'li bilan berilgan namuna yuzasida yupqa qatlam hosil qilish.

b) yupqa qatlamlarni hosil qilish jarayonida adgeziyani yaxshilash va hosil qilinayotgan qatlamlarni zichligini oshirish uchun taglik qatlamni o'stirish jarayonida bombardirovka qilib turish.

c) nishonga tanlab olingan ionlarni implantatsiya qilish va buning oqibatida yangi materialni hosil qilish.

d) yarimo'tkazgichli tizimlarni yaratishda ion dastali epitaksiya.

2. Materiallarni modifikatsiya qilish:

a) yuzada atomlarni changlatish yo'li bilan kerakli relefni hosil qilish.

b) implantatsiya yo'li bilan strukturani o'zgartirish.

c) implantaiya yordamida element tarkib va fazaviy holatni o'zgartirish.

Ko'rinib turibdiki, eng keng tarqalgan texnologik operatsiya implantatsiya ekan. Bunga sabab implantatsiyaning afzalliklari. Implantatsiyaning afzalliklariga quyidagilarni kirgazish mumkin: jarayonning diffuziyaga bog'liq emasligi; materialning hajmida o'zgarishlar bo'lmasligi; kiritilayotgan elementlarning yuqori konsentratsiyasini (30 % gacha) hosil qilish imkoniyati; olingan natijalarning yaxshi takrorlanishi.

Bu texnologiyaga ba'zi bir kamchiliklar ham xos: materiallarga ishlov berish ion dastasi ta'sir qilayotgan sohadagina amalga oshirilishi mumkin; modifikatsiya qilingan qatlamning chuqurligi kichikligi; nishon changlanib ketishi mumkinligi uchun kiritilayotgan elementlar soni chegaralanganligi.

Ionli legirlash qurilmalarining asosini ion to'pi tashkil etadi. Uning turli-tuman o'illari mavjud. Adabiyotlarda ionlar energiyasining 10 keV dan 300 keV gacha oralig'ida ishlashi uchun mo'ljallangan tezlatgichlarning tafsiloti mavjud.

Bu yerda qattiq jism $E_0 \leq 10\text{keV}$ energiyali ionlar bilan legirlanganda sirtidagi o'ssalarining o'zgarishi va yangi o'susiyatli qatlamlar (plyonkalar) hosil bo'lishi muhokama qilinadi. Biroq hamma tezlatgichlarning ishlash prinöipi bir o'il.

Tezlatgichlar quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan: ion manbai, manbadan ionlarni tortib oluvchi, tezlashtiruvchi va fokuslovchi elektrodlar, ionlarni massalari bo'yicha taqsimlovchi (separator-tanlovchi), skanlash (yoyish) qurilmasi. Ular bir-biridan odatda faqat tezlatish va fokuslash usullari bilan farq qiladilar.

Metall ionlari bilan legirlash qurilmasining tuzilish sōemasi 2.1-rasmda tasvirlangan.

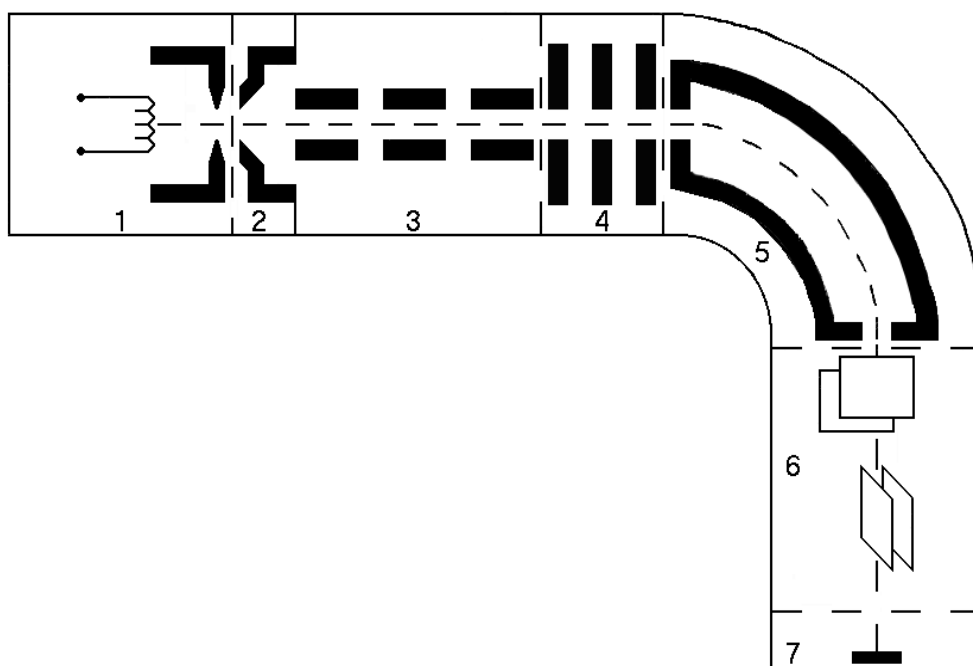
2.2 – rasmda gaz atomlari ionlari bilan legirlash imkoniyatini beradigan qurilmaning sxemasi keltirilgan.

Bu qurilmalarning tarkibiy qismlarini ko'rib chiqamiz.

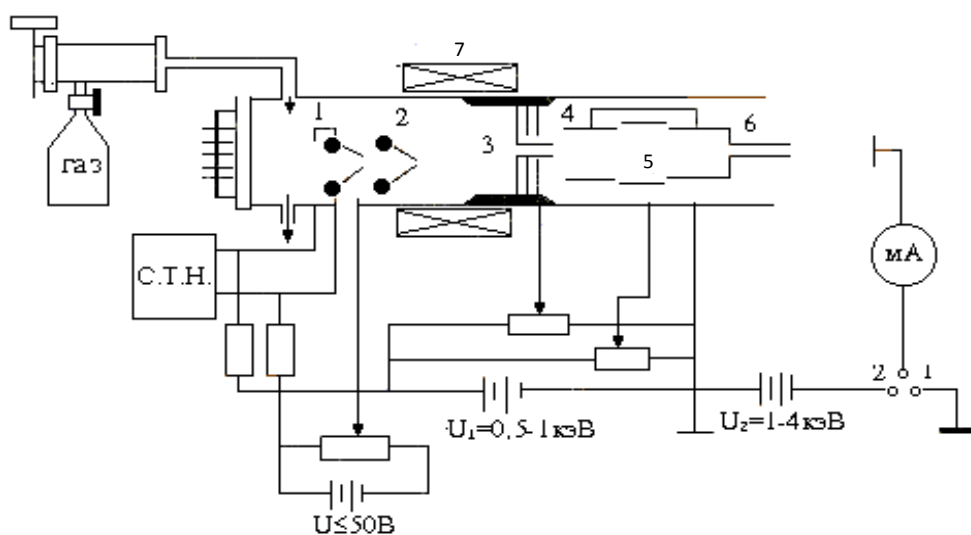
1. Ionlar manbai. Ion manbaida atomlar aralashmasining ionlashishi amalga oshiriladi. Gazsimon moddalardan ham, qattiq moddalardan ham ion dastalarini olish imkonini beruvchi manbalar keng qo'llaniladi. Qo'llanish maqsadiga qarab quyidagi manba turlarining biridan foydalaniladi: cho'g'lanuvchi katodli manba, yuqori chastotali manba, Penning razryadli manbai, duaplazmatron plazma generatori - plazma oqimi olinadigan razryadli qurilma, changlanishdan foydalaniladigan manba va atomlarning sirtiy potensial ionlashishiga asoslangan manba.

Ion turiga nisbatan universalligi hamda intensiv ion dastasi olish imkoniyati tufayli hozirgi vaqtda cho'g'lanuvchi katodli manbalardan ilmiy izlanishlarda ham, sanoat qurilmalarida ham keng foydalanilmoqda. Katod va anod orasidagi fazoda zarur gaz yoki qattiq jism bug'larining yuqori bosimi (odatda $10^{-3} \div 10^{-1}$ Pa) hosil qilinadi. Ionlarni olish prinōipi atomlarning tezlashtirilgan elektronlar bilan to'qnashishi natijasida ionlashishiga (elektron qabul qilishi yoki yo'qotishi) asoslangan. Razryad volūframdan yasalgan katod va anod o'rtasida yonadi. Elektronlarning razryadda bo'lish muddatini uzaytirish, ya'ni ionlashish intensivligini kuchaytirishga tashqi magnit maydoni yordamida erishiladi.

Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining bir zaryadli ionlarini olish uchun odatda sirdagi musbat ionlashish hodisasiga asoslangan manbalardan foydalaniladi.



2.1 – rasm. Metall ionlari to`pining qurilmasi: 1 – ionlar manbai; 2 – ionlarni tortib chiqaruvchi diafragmalar tizimi; 3 – fokuslovchi linza; 4 – ionlarni tezlatish tizimi; 5 – ionlarni neytral zarrachalardan ajratish qurilmasi; 6 – ionlarni skanlash (yoyish) tizimi; 7 – nishon.



2.2 – rasm. Gaz ionlari to`pining qurilmasi: 1 – cho`g`lantirish tolasi; 2 – anod; 3 – diafragmalar tizimi; 4-6 – fokuslovchi va tezlashtiruvchi diafragmalar tizimi; 7 – elektromagnit; S.T.N. – cho`g`lanish tokining stabilizatori.

Qayd etilgan metallar atomlarining ionlashish energiyasi kichik ($E_i \leq 6$ eV) bo'lganligi tufayli bu atomlar cho'g'langan volfram simining sirti bilan to'qnashganda ionlashadi va shuning uchun ham anod va volüfram sim orasida razryad hosil qilishning va magnit maydonlaridan foydalanishning zarurati qolmaydi. Hosil bo'lgan ionlar tortuvchi elektrodlar yordamida manbadan chiqarilib, so'ngra fokuslovchi elektrodlar maydoniga tushiriladi.

2. Fokuslash va tezlatish. Ionlar dastasini fokuslash ionlarni tezlashtirishdan oldin amalga oshiriladi. Fokuslash fokuslovchi va tortuvchi elektrodlardan tuzilgan elektrostatik linza yordamida bajariladi. So'ngra bu ionlar tezlatuvchi elektrod maydonida tezlashtiriladi. Ionlarni quyi ($10 \div 15$ keV) energiya olguncha tezlatishga mo'ljallangan qurilmalarda odatda bitta tezlatuvchi elektrodan, ancha yuqori energiyalar uchun esa bir nechta elektrodlardan (tezlatuvchi seköiyali bo'limlardan iborat naydan) foydalaniladi.

3. Ionli dastaning separatori (analizatori, tahlilagichi). Ionlarni massasi bo'yicha tanlash bevosita ion manbalaridan keyin yoki ular tezlashtirilganidan keyin amalga oshirilishi mumkin. Bu usullarning har biri o'z ustunlik va kamchiliklariga ega. Amalda ionlarni massasiga ko'ra ajratish uchun magnitli, elektromagnit va elektrostatik separatorlardan foydalaniladi.

4. Ionlar dastasini skanlash. Implantaöiyaning bir jinsliligini taúminlash (va baúzi hollarda legirlangan maydonni oshirish) uchun bir necha usullardan foydalaniladi: ionlar dastasini skanlash, namunani siljitish va dastani fokuslash. So'nggi ikki usul uncha katta aniqlik talab qilmaydigan izlanishlar uchun yaraydi.

Implantaöiyanuvchi ionlarning etarli bir tekis (notekisligi $\leq 1\%$) taqsimlanishini ta'minlash uchun $\tilde{O}$ va Y yo'nalishlardagi elektrostatik skanlash eng ko'p qo'llaniladi. Bunda $0,002 \div 10$ kGö oraliqdagi chastotali arrasimon kuchlanish generatorlaridan foydalaniladi.

2.2. Ion-plazmali texnologiyalar

Past haroratli plazma muvozanatlangan ($T_e \approx T_i \approx T_a$) yoki muvozanatlanmagan ($T_a \approx T_i \ll T_e$) bo'lishi mumkin. $T_a \approx T_i \ll T_e$ – mos ravishda plazmadagi atomlar, ionlar va elektronlarning harorati. Plazmada modda almashinuvi diffuziya, konvektiv diffuziya va harorat gradienti ta'siri ostida yo'naltirilgan atom oqimlari hisobiga amalga oshiriladi. Plazmaning ishchi qismi sifatida gazlar (Ar, He, H₂, O₂, N₂ va boshqalar) va havo xizmat qiladi. Plazma ikkita asosiy yo'nalishda ishlatiladi:

1. Materiallarni hosil qilish:

- a) moddalarni kimyoviy sintez qilish;
- b) ekstraktiv metallurgiya;
- c) metall oksidlari va karbidlari ultradisper poroshoklarini olish;
- d) metall va qotishmalarni plazma yordamida eritish.

2. Materiallarni modifikatsiya qilish:

- a) yuzada kerakli relefni hosil qilish;
- b) mahsulotlarga yupqa qatlamlarni purkash;
- c) yuzaga kerakli tarkibga ega bo'lgan kimyoviy birikmalarni sintez qilish;
- d) yuza qatlamlarini azot, uglerod yoki bir paytning o'zida azot va uglerod bilan plazmakimyoviy to'yintirish.

Ion dastali texnologiyaga nisbatan ion-plazmali texnologiyaning qo'llanilishi materialga ishlov berish imkoniyatini kengaytiradi. Bunda sochilish, yupqa qatlamlarni purkash va ion implantatsiya operatsiyalarini ketma-ket qo'llash mumkin. Ion-plazmali ishlov berishda yuzani ionlar va plazma bilan bir vaqtda yoki ketma-ket ishlov berib, turli xil funktsional qoplamlar va materiallarning yupqa qatlamlarini hosil qilish mumkin. Yupqa qatlamlarning taglik bilan yaxshi bog' hosil qilishini ta'minlash uchun bir qator operatsiyalar quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: yuzani dastlabki tozalash, atomlarni changlatish, yupqa qatlamni hosil qilish uchun olib borilayotgan changlatish jarayonida ionlarning aralashib ketishi (peremeshivanie). Buning oqibatida plyonka atomlarining

adgeziyasi yaxshilanadi, zichligi oshadi, plyonka hosil qilish harorati kamayadi. Ko'p qatlamli plyonkalar hosil qilish imkoniyatlari tug'iladi va boshqa afzalliklar yuzaga keladi. Ammo hozirgi paytgacha bunday plyonkalarining hosil bo'lish jarayonlarining fizik kimyoviy xususiyatlari yaxshi o'rganilmagan. Plyonkaning sifati plazma va ionlar dastasi parametrlariga bog'liqligi o'rganilmagan, o'tkazish va bombardimon qilish rejimlarini tanlash qiyinligi, taglik harorati va o'tkazish tezligini boshqarish qiyinligi bu usulning kamchiligiga kiradi.

Yuqori energiyali oqimlarni (o'nlab J/sm^2 va undan yuqori) yuqori quvvatga ega bo'lgan elektronlar va ionlar dastalaridan va yuqori haroratli impuls plazma oqimlaridan foydalanib hosil qilish mumkin. Kontsentrlangan energiya oqimlari uchun quyidagilar umumiy bo'ladi: ma'lum bir shart-sharoitlarda vujudga kelishi mumkin bo'lgan quvvat ($\sim 10^{12} \text{ Vt}/\text{sm}^2$) va energiya ($\sim 100 \text{ J}/\text{sm}^2$) ning yuqori zichliklari, yuqori harorat gradientlari ($10^6 - 10^8 \text{ K}/\text{sm}$), qizdirish va zakalka qilishning yuqori tezliklari ($10^9 - 10^{11} \text{ K}/\text{s}$). Har bir kontsentrlangan energiya oqimi texnologiyasi qattiq jismga o'ziga xos ta'sir qiladi. Bu ta'sirlarning o'ziga xos bo'lishi qattiq jismda energiya uzatish jarayonlarining turlicha bo'lishi bilan bog'liqdir: lazer nurlarini o'z energiyasini elektronlarga, elektron dastalari o'z energiyasini elektron va yadrolarga, ion va plazmali ishlov berishda – elektron va yadrolarga beradi. Buning oqibatida nishon chuqurligi bo'yicha energiya ajralishining xarakteri turlicha bo'ladi va shuning uchun qattiq jismdagi haroratning va issiqlik elektr yurituvchi kuchining taqsimlanishi ham turlicha bo'ladi. Nishonga eng chuqur kirib borishni elektronlar bilan ishlov berishda amalga oshirish mumkin. Energiya zichligi $10^6 \text{ J}/\text{kg}$ bo'lgan kontsentrlangan energiya oqimi metallarga ta'sir qilganda atomlarning bo'g'lanishi, $10^6 \text{ J}/\text{kg}$ dan yuqori energiya bilan ta'sir qilinganda esa erigan moddaning gidrodinamik portlashi va plazma «yostiqchasi» ning vujudga kelishi kuzatiladi. Plazma «yostiqchasi» kontsentrlangan energiya oqimi impulsi «dum» qismining yuzaga ta'sirini ekranlaydi va energiya oqimi ta'sirini kamaytiradi.

Kontsentrlangan energiya oqimlaridan yangi materiallarni olishda va mavjudlarining xususiyatlarini modifikatsiya qilishda foydalanish mumkin.

2.3. Plazmali tezlatgichlar va qurilmalar

Plazma – yuqori darajada ionlashgan gazning xolati bo'lib, uning xususiyatlari plazma tashkil topgan zaryadlangan zarrachalar yordamida aniqlanadi. Plazmadagi musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarning (ionlar va elektronlar) konsentratsiyasi taxminan tengdir. Shuning uchun plazma elektr jihatdan neytral bo'ladi. Plazmaning xarakteristikalariga bosim, zarrachalar konsentratsiyasi va haroratni kiritish mumkin. Plazma tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin. Turli xil plazma birikmalarining zaryadlangan zarrachalari uchun konsentratsiyalari oralig'i va harorati 2.1 – jadvalda keltirilgan.

2.1– jadval

Turli xil plazma birikmalari uchun konsentratsiyalar oralig'i va haroratlari

Plazma birikmasi	Konsentratsiya, chastota/sm ³	Harorat, K
Tabiiy plazma		
Yulduzlar tashkil topgan moddalar	$10^{22} - 10^{25}$	10^8
Yulduzlar atmosferasi	$10^{10} - 10^{16}$	$10^4 - 10^6$
Tumanlar	10^3	10^4
Yulduzlar oralig'idagi modda	$1 - 10^2$	10^2
Erning ionosferasi	$10^{10} - 10^{12}$	$10^2 - 10^3$
Sun'iy plazma		
Termoyadro plazmasi	$10^{12} - 10^{14}$	$10^8 - 10^9$
Siqilgan yoysimon razryadning plazma oqimi	$10^{16} - 10^{18}$	$(1 - 5) \cdot 10^4$
Erkin yonib turuvchi elektr yoyi	$10^{16} - 10^{17}$	$(7 - 10) \cdot 10^3$
Yonishning yog'dusi	$10^6 - 10^8$	$(3 - 5) \cdot 10^3$
Past bosimli yoy	$10^{10} - 10^{12}$	$(1 - 3) \cdot 10^3$
Biqsuvchi razryad	$10^{10} - 10^{12}$	$(3 - 6) \cdot 10^2$

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, hamma sun'iy plazma birikmalari 2 ta bir-biridan keskin farq qiluvchi guruhlariga bo'linadi: yuqori haroratli (10^8 K dan yuqori) va past haroratli ($5 \cdot 10^4$ K dan kichik). Hattoki past haroratli plazmaning harorati eng sekin eruvchi materiallarning erish haroratidan bir necha marta katta, shuning uchun plazma magnit yoki inertsial ushlab qolish imkoniyatiga ega bo'lgan maxsus kameralarga joylashtiriladi. Plazmali qurilmalar qo'llanilayotgan holda bu qurilmalarda hosil qilinayotgan harorat va zichliklardan tashqari plazmani tashkil etgan zaryadlangan zarrachalarning yashash vaqti ham katta ahamiyatga egadir. Materiallarga ishlov berishga mo'ljallangan plazmali qurilmalar qo'llanilayotgan plazmaning haroratiga bog'liq ravishda 2 ta katta guruhga bo'linadi: yuqori haroratli va past haroratli.

Plazmali tezlatgichlar va plazmali to'plarning (PT) asosiy vazifasi – zarrachalarga yo'naltirilgan tezlik berish yordamida yuqori energiyaga ega bo'lgan plazma oqimlarini hosil qilishdan iboratdir. PT lar tashqi yoki «xususiy» magnit maydon hisobiga yuqori haroratli plazma oqimini hosil qiluvchi va tezlashtiruvchi qurilmalardir. Tashqi magnit maydon yordamida tezlashtirishni amalga oshiruvchi tezlatgichlar «xususiy» magnit maydon yordamida tezlashtirishlarni amalga oshiruvchi tezlatgichlarga ($10^3 - 10^6$ A) nisbatan kichik tokli (10^3 A) hisoblanadi. Bu turdagi tezlatgichlarga anod qatlamli plazmali tezlatgichlarni kiritish mumkin. Plazmaning tezlashtirilishi plazma elektronlari dreyf tokining tashqi magnit maydon bilan ta'sirlashishi hisobiga vujudga keluvchi elektromagnit kuch yordamida amalga oshiriladi. Tashqi magnit maydon hisobiga tezlashtirishni amalga oshiruvchi tezlatgichlar 2 bosqichli, ya'ni razryad hosil qiluvchi va tezlatuvchi bosqichlardan iborat bo'ladi.

«Xususiy» maydon hisobiga tezlashtirish amalga oshiriluvchi tezlatgichlar impulsli yoki kvazistatsionar qurilmalar bo'lib, ularda plazmani tezlashtirish elektrodinamik kuchlar hisobiga amalga oshiriladi. Bu kuch plazma elektrodleri orasida hosil bo'lib tokning radial tashkil etuvchisi va shu tok plazmada hosil qilgan magnit maydonning o'zaro ta'sirlashuvidan vujudga keladi.

Agarda plazma elektrodlar orasida tok o'tkazuvchi kalit vazifasini bajarsa relsotron turidagi plazmani tezlashtirish printsipli amalga oshadi. Koaksial elektrodlanga ega bo'lgan plazmali to'plar hozirgi vaqtda keng qo'llanilmoqda. Plazmali to'plarning turli xil sxemalar orasida statsionar va impulsli elektromagnit plazmali tezlatgichlar katta ahamiyatga egadir. Bunday to'plarda plazma Amper kuchi (F) hisobiga tezlashtiriladi:

$$F = \frac{\partial U}{\partial x} = J^2 dL / dx \quad (2.1)$$

bu erda F – kuch, J – konturdagi tok., L – qurilma plazmali qismining elektr konturi induktivligi (2.3 – rasm).

Eng sodda plazmali to'pning (relsotron) sxemasida: (a) – energiya yig'uvchi (odatda yuqori voltli kondensator), 1 – kommutatsiyalovchi element (odatda boshqariluvchi razryad beruvchi qurilma), 2 – ishchi moddani uzatuvchi sistema (tezlashtiriluvchi plazmali kalit), 3 – tezlashtiruvchi element, 4 – tezlashtiruvchi elementlarni kontaktlovchi plazmali kalit.

Tezlatgichga gazni kiritish uchun ko'p hollarda elektrodinamik klapanidan foydalaniladi. Bu klapan taxminan 100 mks davomida tezlatgichga ishchi gazning $10^{19} - 10^{20}$ ta molekulasini kiritish imkoniyatini beradi. Tezlashtiruvchi elementlar sifatida odatda relsli yoki koaksial geometriyaga ega bo'lgan elektrodlardan foydalaniladi.

Impulsli tezlatgichlarda konturdagi razryad davomiyligi (t) ni (2.3, b – rasm) plazmali kalitning tezlatgich uzunligini uchib o'tish uchun ketgan vaqti (τ_0) bilan solishtirish mumkin:

$$t \geq \tau_0 \quad (2.2)$$

Bundan tashqari razryad vaqti statsionar issiqlik rejimiga chiqish vaqtidan ancha kichik bo'lganligi uchun, impuls quvvatining yuqori qiymatlarida tezlatgich

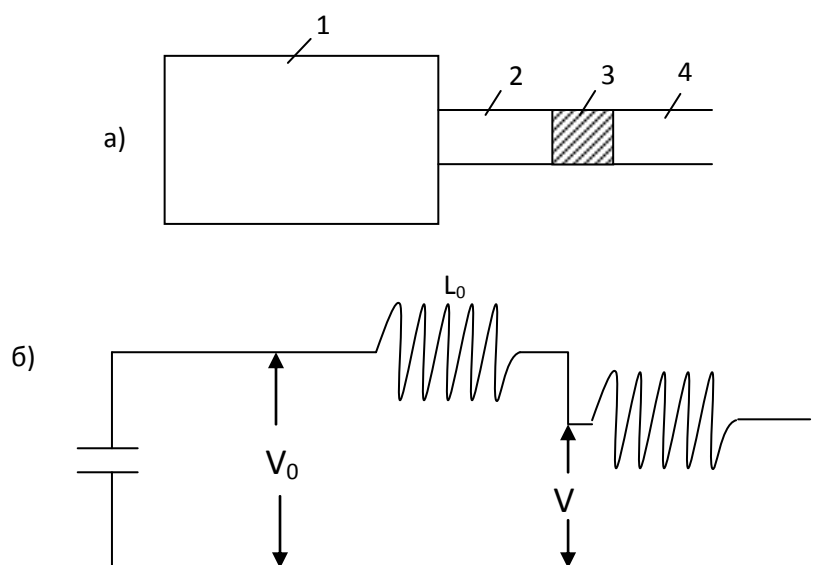
konstruktsiyasi elementlarini ishdan chiqazmagan holda ishlash imkoniyatini beradi.

Quyida ba'zi bir plazmali tezlatgichlarni ko'rib chiqamiz:

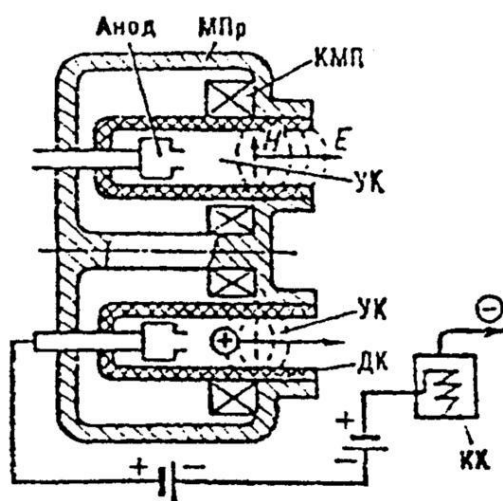
1. O'z «xususiy» magnit maydoniga ega bo'lgan plazmali tezlatgichlar. Bunday tezlatgichlarga yuqorida ko'rib o'tilgan relsotron tipidagi, hamda turli xil koaksial to'plarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Statsionar yuqori tokli plazmali tezlatgichlarni hosil qilish uchun kuchlanishni doimo ushlab turish va to'xtovsiz ravishda ishchi moddani elektrodlar orasidagi oraliqqa uzatib turish orqali erishish mumkin. O'z «xususiy» magnit maydoniga ega bo'lgan statsionar plazmali tezlatgichlarda razryad toki 10 kA bo'lganda 50 km/s tezlikka ega bo'lgan statsionar plazma oqimlarini hosil qilish mumkin. Kvazistatsionar yuqori tokli plazmali tezlatgichlar 10^7 Vt quvvat sohalarida va 10^7 sm/s plazma oqimining tezligida ishlaydi. Bunday qurilmalarda ion yordamida tokni tashish rejimidan foydalanish va katodni issiqlik oshib ketishidan himoya qilish lozim.

2. Tashqi magnit maydonli plazmali tezlatgichlar. Past quvvatga (100 Vt atrofida) ega bo'lgan statsionar oqimlar yoki yuqori tezliklarga (108 sm/s dan yuqori) ega bo'lgan zarrachalar oqimini hosil qilish uchun “yopiq dreyfli” plazmali tezlatgichlardan foydalanilinish qulaydir (2.4 – rasm).

Agar anod va katod orasiga potentsiallar farqi berilsa, elektronlar va ionlar magnit maydon katushkalari (KMP) yordamida hosil qilingan magnit maydon va elektrodlanga berilgan elektr maydonga perpendikulyar ravishda, sikloidaga yaqin bo'lgan egri chiziqlar bo'yicha dreyfli harakatga keladi. Tezlashtiruvchi kanalning uzunligi shunday qilib tanlanadiki elektronlar sikloidasining uzunligi uning uzunligidan ancha kichik, ionlar sikloidasining uzunligi esa ancha katta bo'lishi lozim. Buning oqibatida elektronlar magnitlanib qoladi, ionlar esa magnit maydoni ta'sirida juda kam oqib, elektr maydon ta'sirida deyarli to'g'ri chiziq bo'yicha tezlashtiriladi. Bunday tezlatgichda ionlar oladigan energiya katod va anod oralig'iga qo'yilgan potentsiallar farqini ion zaryadi qiymatiga ko'paytmasiga teng, razryad toki esa tezlashtirilgan ionlar tokiga teng bo'ladi.



2.3 – rasm. Impulsli plazma tezlatgichining sxemasi (a) va uning ekvivalent elektr sxemasi (b).

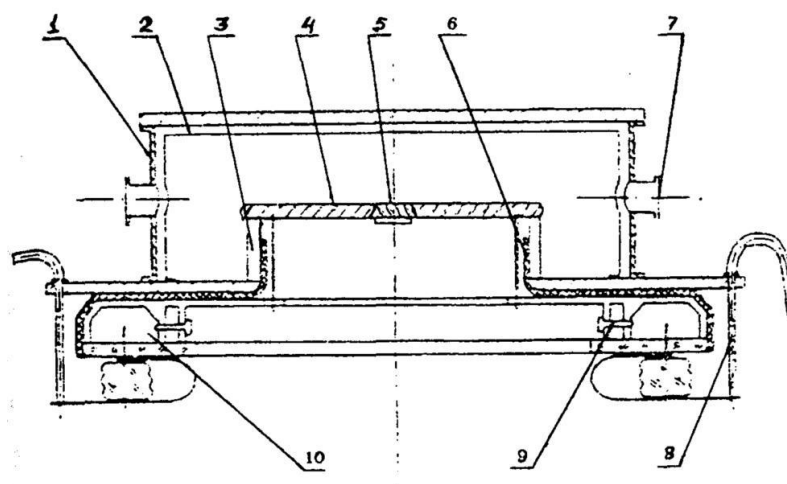


2.4 – rasm. Yopiq dreyfli plazmali tezlatgichning sxemasi: magnit maydon MPr turdagi magnitsim va KMP katushkalar yordamida hosil qilinadi; DK – dielektrik kamera.

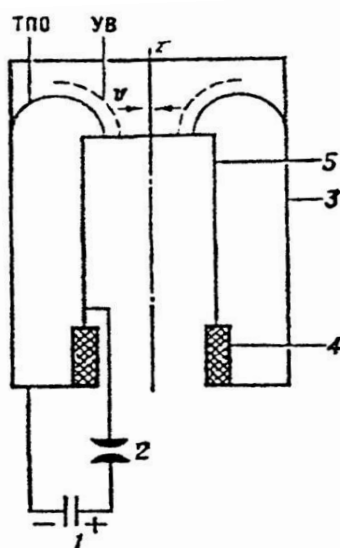
3. *Plazmali fokus.* Plazmali fokus deb turli element tarkibga va yuqori zichlikka ega bo'lgan, statsionar bo'lmagan yuqori haroratli plazma quyqasiga aytiladi. U tez plazma quyqalari, elektronlar, ionlar, rentgen nurlanishi, neytronlar va boshqa nurlanishlar oqimining lokal manbasidir. Plazmali fokus qurilmasi pinch qurilmalari turkumiga kiradi. Bunday qurilmalarda plazmali fokus yuqori voltli kondensator batareyasining ishchi gaz bilan to'ldirilgan maxsus konstruktiviyali kameraga tez razryadlanish hisobiga hosil bo'ladi. Plazmali fokusning qobig'i plazmaning o'qiga yaqinlashishga intilganligi va kameraning konstruktiv xususiyatlari hisobiga hosil bo'lgan plazma voronkasimon shaklga ega bo'ladi. Plazmaning bunday shaklga ega bo'lishi plazmaning energiya zichligini (fokusirovka effekti) oshirish va yuqori impulsarga ega bo'lgan nurlashlarni generatsiya qiluvchi bir qator jarayonlarni rivojlantirishi mumkin. Nurlantiruvchi soha (0,1 – 3 sm) o'lchamlarining kichikligi, konstruktiviyaning arzonligi va ixchamligi bunday manbalardan materiallarni nurlantirishda keng foydalanishga imkoniyat beradi. Plazmali fokus 1954 yilda N.V. Filippov tomonidan yassi metall kamerada silindrsimon Z – pinchlarni kuzatish jarayonida kashf etildi (2.5 – rasm).

Xuddi shunday hodisa 1961 yilda Dj. Meyzer tomonidan ishchi gazning yuqori bosimlarida ishlovchi koaksial plazmali injektorlarda ham kuzatildi (2.6 – rasm). 2.6 – rasmdagi plazmali fokusni hosil qilish qurilmasi impulsli manba 1 (odatda past induktiviyali kondensator batareyasi), kalit 2 (odatda yuqori bosimli razryadnik yoki sovuq katodli tiratron) va korpusi katod vazifasini bajaruvchi (3) razryad kamerasidan iborat bo'ladi. Bu katoddan izolyator (4) yordamida ichki elektrod – anod (5) ajratilgan bo'ladi. havo so'rib olingandan so'ng ishchi kamera bosimi 1 – 4000 Pa bo'lgan ishchi gaz bilan (deyteriy, vodorod, azot, neon, argon va boshqalar) to'ldiriladi. Bundan keyin yangi kameradagi gaz orqali katta quvvatli kondensatorli batareyaning razryadlari o'tkaziladi, ya'ni dastlabki ishga tushirish jarayoni amalga oshiriladi. Bu ishga tushirish jarayonlaridan maqsad:

1. kameraning ichki yuzasi 3 va izolyatorning 4 tashqi yuzasini chetki aralashmalardan tozalash.



2.5 – rasm. Filipov yaratgan FLORA turidagi plazmali fokus sxemasi: 1 – kamera korpusi, 2 – layner (katod), 3 – farfordan qilingan izolyator, 4 – anod, 5 – turli materiallardan tayyorlangan anod vstavkasi, 6 – rezinali izolyator, 7 – diagnostika oynasi, 8 – manba kabeli, 9 – yondiruvchi elektrod, 10 – vakuum razryadniki.



2.6 – rasm. Elektrodleri Meyzer geometriyasida yasalgan plazmali fokus qurilmasi sxemasi.

2. qurilmaning keyingi ishlashi jarayonida tokdagi ionlar qismini ta'minlash uchun anodni ishchi gaz bilan to'yintirish.

3. izolyatorning elektr mustahkamligini oshirish uchun uning yuzasiga metall plyonkani purkash.

4. rentgen rejimiga o'tganda uning yuzasida elektr yoki rentgen portlashni osonlashtirish uchun anodning yuzasiga ishchi gaz atomlari bilan birgalikda metall plyonkasini o'tkazish.

Qurilmani boshlang'ich ishga tushirish bosqichlarida qattiq nurlanishlarning tarqalishi kuzatilmaydi. Ammo ishga tushirish sonining oshib borishi bilan kamera ichidagi tokning qayta taqsimlanishi sodir bo'ladi. Oxir oqibatda izolyator yuzasi bo'yicha gazning elektr proboyi vaqtida yuzaga keluvchi tok izolyatordan uzoqlasha boshlaydi va kameraning markaziga intilib pinch effekti ta'siri ostida gazni o'zi bilan birga olib ketadi, ya'ni tokli-plazmali qobiq hosil bo'ladi. Natijada qattiq nurlanishlar namoyon bo'la boshlaydi.

Har bir qurilma 3 ta bosqichdan o'tadi. Bu bosqichlar bir-birini avtomatik ravishda almashtiradi. Birinchi bosqichni bitta siqilishli rejim, ikkinchi bosqich – ikkita siqilishli rejim, uchinchi bosqich rentgen rejimi deyiladi. Plazmaning o'qqa yaqin bo'lgan kumulyatsiya sohasida turli tuman fizikaviy jarayonlar sodir bo'ladi: plazmaning markazda siqilishi, tokning uzilib qolishi, zarrachalarning o'ramasimon maydonlarda tezlashtirilishi va bu tez zarrachalarning elektrodlar va plazma bilan o'zaro ta'sirlashishi, tokli-plazmali qobiq o'qida plazmaning sgrebaniyasi, ya'ni plazmaning bir nuqtaga yiqilishi.

2.4. Yuqori haroratli impulsli plazmalar va ularning qo'lanilishi

Yuqori haroratli impulsli plazma qattiq jimga ta'sir ettirilganda uning yuzasi xususiyatlarini o'zgartiruvchi quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:

1. Nishonni erish va bo'g'lanish chegarasigacha tez qizdirish.

2. Nishon yuzasidan ma'lum bir masofada joylashgan par va plazmaning hosil bo'lishi.

3. Par va plazmaning hosil bo'lishi natijasida vujudga keluvchi otdacha impulsi ta'sirida nishonda siqilish to'lqinlarining vujudga kelishi.

4. Yuza qatlamida yuqori harorat gradientlari hisobiga nishonda murakkab holatning vujudga kelishi.

5. Plazma komponentlari bilan nishonning ion legirlanishi.

Impulsli plazma qurilmalari 2 turga bo'linadi:

1) MKT turli plazmali tezlatgichlar

2) Z – pinch turdagi impulsli plazmali qurilmalar.

2.7 – rasmda MKT turli elektrodinamik plazmali tezlatgichning sxemasi keltirilgan. Bu tezlatgichning ishlash printsipli quyidagicha: gaz kiritish impulsli klapani (2) orqali elektrodlar (1) orasidagi tirqishga ishchi gaz yuboriladi. Bu jarayon bilan bir vaqtda kondensator batareyalari (3) umumiy zaryadlarining sig'imi razryadnik (4) orqali mis qotishmadan tayyorlangan tezlatgichning elektrodlariga beriladi. Tirqishda razryad vujudga kelib, u ishchi gazni ionlashtiradi va bu ionlashgan gaz elektrodinamik tezlashtirish hisobiga elektrodlar tirqishidan siqib chiqaziladi. Tezlashtirilgan plazma oqimi laynerga (6) kelib tushadi va nurlantirilayotgan nishonga (8) tomon yo'naltiriladi. Bunda transportirovka jarayonida energetik yo'qotishlarni kamaytirish va plazmani layner devorlari bilan kontaktga kelishidan himoyalash uchun plazma oqimi tashqi solenoid (9) magnit maydoni yordamida siqiladi.

Plazma shnurining diagnostikasi laynerga kirish qismidagi va nishon joylashgan sohadagi maxsus texnologik tirqishlar va oynalar (7) yordamida amalga oshiriladi. Plazmani diagnostika qilish va uning parametrlarini (oqimning tezligi, plazmaning zichligi, oqimning energetik holati va boshqalar) aniqlash uchun maxsus qurilmalardan foydalaniladi.

Yuqori haroratli impulsli plazma oqimi murakkab tuzilishga ega bo'lib, bu oqimning parametrlari ma'lum bir o'q va radial yo'nalishlarda keskin o'zgaradi. Ma'lum bir o'q (vaqtga bog'liqligi) va radial yo'nalishda plazma oqimi asosiy

parametrlarining tipik taqsimlanishi 2.8 – rasmda keltirilgan. Impulsli plazma oqimi bosh va dum qismlardan iborat bo'lib, bu qismlarning har biri umumiy energiyaning yarmini o'zida mujassamlashtirgan bo'ladi. Oqimning bosh qismi tez ionlar va elektronlardan tashkil topgan bo'lib, ularning maksimal tezligi 10^6 m/s ga tengdir. Plazma oqimining bosh qismi davomiyligi 2 – 10 mks oraliqda, dum qismining davomiyligi esa 50 – 100 mks oraliqda o'zgaradi.

Z – pinch turidagi impulsli plazma qurilmalari soddaroq konstruksiyaga ega bo'lib (2.9 – rasm), ishchi kamera simmetriya o'qiga o'zi-o'zidan tortiluvchi yuqori haroratli plazma oqimini hosil qilish imkoniyatini beradi. Shuning uchun bunday qurilmalarda bir impuls davomida silindrik shaklga ega bo'lgan mahsulotlarga har tomonlama ishlov berish mumkin.

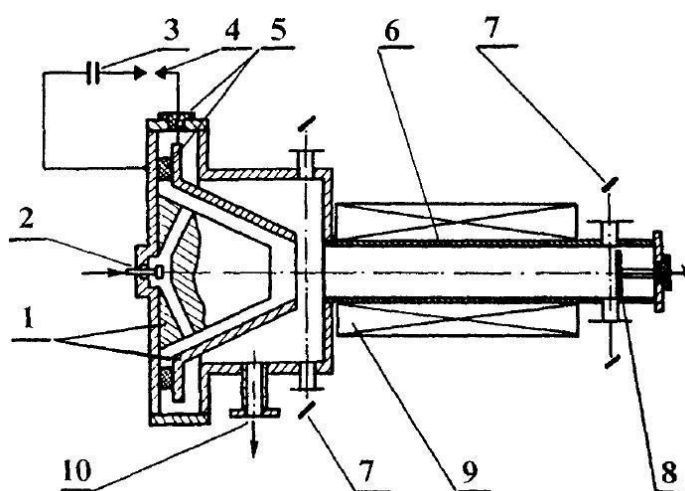
2.2 – jadvalda yuqori haroratli impulsli plazma oqimining asosiy parametrlari keltirilgan. Ishchi modda sifatida turli xil gazlar jumladan azot, geliy, argon, vodorod (deyteriy), kislorod va ularning aralashmalaridan foydalaniladi. Misol uchun partsial bosim ostidagi 50 % H_2 va 50 % He gazlari aralashmasi. Materiallarga ishlov berish darajasi bo'yicha ishlov berish rejimlari 3 turga bo'linadi:

1. Keskin ta'sir etish ($q \geq 5 \cdot 10^6$ Vt/sm², $N > 10$)
2. O'rtacha ta'sir etish ($1 \cdot 10^6 \leq q \leq 5 \cdot 10^6$ Vt/sm², $1 \leq N \leq 10$)
3. Kichik darajada ta'sir etish ($q < 1 \cdot 10^6$ Vt/sm², $1 \leq N < 10$)

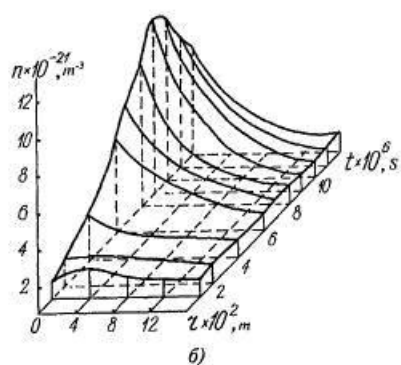
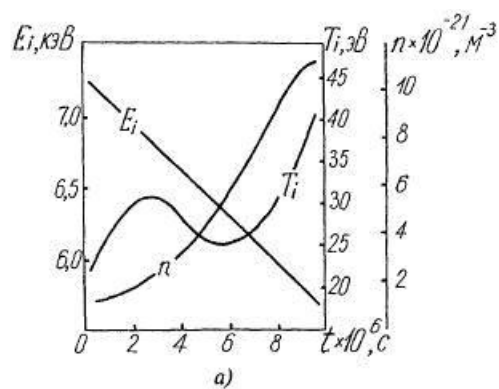
bu erda N – yuqori haroratli impulsli plazmaning impulslari soni, q – yuqori haroratli impulsli plazma oqimining quvvat zichligi. Bunday rejimlarga ajratish ishlov berishdan so'ng nurlantirilayotgan materialning turli darajada qizishi va yuza topografiyasi o'zgarishi bilan bog'liqdir: keskin ta'sir etish materialning erishi va qaynashiga; o'rtacha ta'sir etish – yuza qatlamlarining erishiga; kichik darajada ta'sir etish – material yuza qatlamlarining qizishiga va ba'zi bir hollarda lokal ravishda erishga olib kelishi mumkin.

Hozirgi davrda qo'llanilayotgan yuqori haroratli impulsli plazma oqimini hosil qiluvchi qurilmalarning asosiy parametrlari

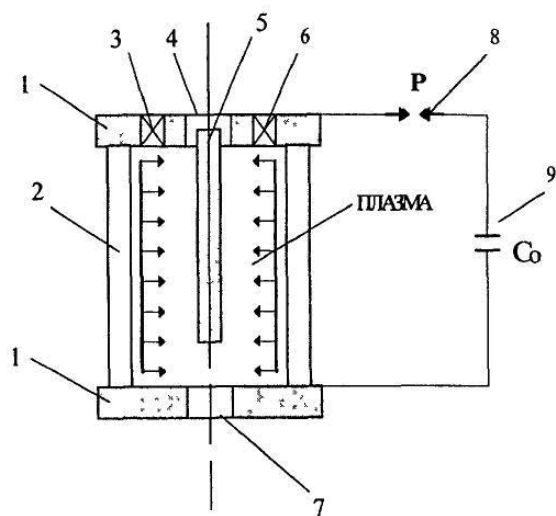
Plazma oqimining xarakteristikalar	Kattaliklar o'zgarishining oralig'i
Kodensatorlarning zaryadlanish kuchlanishi U, kV	30 gacha
Oqimning umumiy energiyasi E_0 , kJ	200 gacha
Oqimning bosh qismidagi ionlarning maksimal energiyasi E_i , keV	10
Oqimning bosh qismidagi plazma zichligi n, ion/m ³	$(1 - 3) \cdot 10^{21}$
Tushayotgan oqimning solishtirma quvvati q, Vt/sm ²	$(3 - 100) \cdot 10^5$
Ionlarning umumiy dozasi D, ion/sm ²	$(3 - 200) \cdot 10^{17}$
Impulsning davomiyligi τ_u , mks	2 – 100
Ishlov berilayotgan nishonlarning o'lchami 1. tsilindrik konfiguratsiya uchun (bir vaqtning o'zida har tomonlama ishlov berish) 2. yassi geometriya uchun (to'qridan-to'qri ta'sir)	uzunligi 250 mm gacha diametri 50 mm gacha yuzaning maydoni $F \leq 0,1 \text{ m}^2$
Ta'sirning impulslari soni, N	ma'lum bir oralig'da o'zgartiriladi



2.7 – rasm. MKT turdagi elektrodinamik plazma tezlatgichining sxemasi.



2.8 – rasm. Ma'lum bir o'q (a) va radial (b) yo'nalishlar bo'yicha plazma oqimi asosiy parametrlarining taqsimlanishi.



2.9 – rasm. Z – pinch turidagi impulsli plazma qurilmasining sxemasi.

XULOSA

1. O`ta yupqa qatlamlar hosil qilishda kichik energiyali ionlarni implantasiya qilish usullari o`rganildi. Jumladan, silisidlarni hosil qilishda aktiv metall va gaz ionlarini kiritish va keyingi qizdirish usullari tahlil kilindi.
2. Ion-plazmali texnologiya ikki xil usul bilan amalga oshirilishi o`rganildi: ion va plazma yuzaga bir vaqtda yoki ketma-ket ta`sir qilish jarayonlari.
3. Yuzalarga plazmali ishlov berish usullari va tezlatgich qurilmalari tahlil qilindi. Yuqori haroratli impulsli plazmalar oqimi hosil qilish qurilmalarining parametrlari o`rganildi.

HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI

Mehnatning havfsizligi haqidagi asosiy tushunchalarni berib o'tamiz. Yuqorida aytib o'tilgani kabi, mehnatning xavfsizligi sharoitida ishchilarga ishlab chiqarishdagi havfli va zararli omillar ta'siri mavjud bo'lmaydi. Har doym ham mavjud ishlab chiqarish sharoitlarida texnologik jarayonni tashkil qilishda ishchilarga ishlab chiqarishning havfli va zararli omillar ta'sirini no'lga tenglashtirish mumkinmi (ya'ni ishchilarga havfli va zararli ishlab chiqarish omillari ta'sir qilmasligi uchun) degan tabiiy savol tug'iladi [21 – 34].

Bu vazifa ptintsip jihatidan havfsiz texnikani yaratish masalasiga teng hisoblanadi, ya'ni bunda mehnatning mutloq havfsizligi ta'minlanishi mumkin. Biroq, ishlab chiqarish jarayonida mehnatning mutloq havfsizligini ta'minlash imkoniyati texnik jihatdan har doym ham mavjud emas, yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq xisoblanmasligi mumkin, ya'ni havfsizlik texnikasini amalgam oshirish qiymati sarf-harajatlari undan foydalanish samaradorligi qiymatidan ortib ketishi kuzatiladi. Shu sababli, zamonaviy yaratilayotgan qurulumalarda maksimal darajadagi havfsizlikni ta'minlay oladigan mashinalarni, qurulumalarni, asbob va uskunalarni ishlab chiqishga katta e'tibor qaratiladi, ya'ni ulardan foydalanishda xatar darajasi maksimal qiymatga erishiladi. Biroq bu ko'rsatkich no'lga teng bo'lishi qiyin masala xisoblanadi, deyarli mumkin emas.

Mavjud bo'lgan me'yoriy havfsizlik qoidalari ikkita guruhga bo'linadi: ishlash sohasining havosida kimyoviy va biologic xususiyatga ega bo'lgan zararli moddaning havfsiz miqdorini tavsiflovchi ruxsat etilgan oxirgi kontsentratsiyasi (ROK), shuningdek turli xil ta'sirlarning (Shobqin, tebranish, ultra va infratovushlar, elektromagnit maydon, ionlashtiruvchi nurlanish) ruxsat etilgan oxirgi darajasi (ROD).

Ayniqsa, ruhiy-fizalogik jihatdan havfli va zararli bo'lgan ishlab chiqarish omillari alohida me'yorlashtiriladi. Ular mehnatga oid ko'rsatkichlar bo'yicha (ishchi) zo'riqishlar va (yoki) bu zo'riqishlarning odam uchun ta'sir ko'rsatkichlari bo'yicha tavsiflanishi mumkin.

Amaliy maqsadlarda xavfsizlik me'yorlari quyidagi ko'rinishda qo'llaniladi. Tasavvur qilaylik, benzin bug'I miqdori ishlash sohasi havosi Tarkibida havfsizligini aniqlash talab qilingan bo'lsin. Me'yoriy xujjatlar bo'yicha (GOST 12.1.005-88 «Ishlash sohasining havosi. Umumiy sanitary-gigienik talablar») bu moddaning ruxsat etilgan oxirgi havfsiz kontsentratsiyasi (ROK) 100mg/m^3 ni tashkil qiladi. Agar ishlash sohasi havosining tarkibida benzin bug'larining miqdori haqiqatdan ham bu qiymatdan oshmasa (masalan, 90 mg/m^3 ni tashkil etsa), u holda bu holatdagi havo ishchilar uchun havfsiz hisoblanadi. Ayniqsa holatlar kuzatilganda esa, havo tarkibidagi benzin bug'larining miqdorini ruxsat etilgan kontsentratsiyagacha pasaytirish bo'yicha maxsus chora-tadbirlarni amalga oshirish talab qilinadi (masalan, umumiy almashinuv, oqim shamollatishdan foydalaniladi).

Ushbu ko'rinishda, fizik tabiatga ega bo'lgan ishlab chiqarish havfli va zararli omillari uchun ruxsat etilgan oxirgi daraja (ROD) qiymati xisoblab topiladi. Masalan, agar elektr tokining havfsiz darajasini aniqlash talab qilinsa, u holda bizni qiziqtirayotgan qiymat ma'lumotnoma adabiyotlar bo'yicha aniqlanishi mumkin. Ushbu ko'rinishda, 50 Гц chastota ega bo'lgan (ishlab chiqarish chastotasi) tebranuvchi elektr toki uchun odam organizmiga ta'sir davomiyligi 1 soatdan ortiq ruxsat etilgan daraja qiymati quyidagicha xisoblanadi: kuchlanish (V)-36V, tok (I) -6mA ($1\text{mA}=10^{-3}\text{ A}$). Ko'rsatilgan qiymat darajasidan yuqori bo'lgan elektr toki odam organizmi uchun havfli xisoblanadi.

Elektr tokining inson organizmiga ta'siri murakkab va o'ziga xos formalarda namoyon bo'ladi. Organizmdan elektr toki o'tishi bilan unga kimyoviy, issiqlik bilan va biologik ta'sir ko'rsatadi. Organizmga elektr tokining kimyoviy ta'sirida qon va boshqa organik suyuqliklar parchalanadi. Elektr tokining organizmga issiqlik bilan ta'sirida esa tananing jarohatlangan joylari ko'yishi mumkin. Elektr tokining organizmga biologik ta'sirida esa og'riq, to'qimalari joyidan qo'zgalishi hamda ixtiyorsiz holda muskullarining qisqarishi kuzatiladi. Elektr toki urishi (shoklantirishi) juda xavfli hisoblanadi. Elektr toki inson tanasidan o'tishi bilan

butun organizmni zararlaydi va bunda qisman yoki to'liq yurak, nafas olish organlarini va asab sistemasini falaj (shol) qilishi kuzatiladi.

Organizmga elektr tokining ta'siri natijasiga quyidagi qator omillar ta'sir qiladi:

- tok kuchi;
- inson tanasining qarshiligi;
- kuchlanishning kattaligi;
- tok turi va chastotasi;
- tok yo'li;
- tok ta'sirining davomiyligi;
- inson organizmining individual xususiyatlari.

Tok kuchi organizmni jarohatlashda hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Tokning quyidagi ta'sir ko'rinishlarini misol qilib keltirish mumkin.

1.sezilarli tok (2 mA gacha) – organizm orqali o'tganda sezilarli og'riq kuzatiladi;

2.qo'yib yubormaydigan tok (10...25 mA) – organizm orqali o'tganda o'tkazgichni qisgan qo'lni qisqargan muskullarini bo'shatib bo'lmaydi;

3.fibriliyasion tok (50 mA dan yuqori) – organizm orqali o'tganda yurak fibriliyasioniga (yurak muskullarining tartibsiz qisqarishiga) olib keladi.

Elektr tokidan jarohatlanishda inson tanasining qarshiligi katta ahamiyatga ega bo'ladi. Tananing elektr tokiga qarshiligi R_z 100000 om dan 1000 om gacha qiymatlarda o'zgaradi va u teri qoplamasi holatiga (quruq, nam, jarohatlangan yoki jarohatlanmaganiga), tegish maydoni va tegish zichligiga, tokni kuchi va chastotalariga hamda uning ta'sirini davomiyligiga bog'liq bo'ladi.

Jarohatlanish natijasiga organizmdagi tokning yo'li ham ta'sir qiladi. Elektr toki qo'l orqali oyoqqa etganda eng katta xavf tug'diradi, ya'ni bunda tok organizmning eng ko'p organlarini (yurakni va o'pkani) qamrab oladi. Elektrdan jarohatlanish statistikasidan ma'lumki, inson qo'lining orqa tomonidan, chakkalardan, umurtqadan, tizzalardan, asab tolalarning birikish joylar va boshqa

joylardan nisbatan uncha katta bo'lmagan toklar o'tganda ham halokatlarga olib keladi.

Elektr tokidan jarohatlanish natijasida insonning individual xususiyatlariga sezilarli darajada bog'liq bo'ladi.

Masalan, bir xil miqdordagi tok ikki kishidan o'tganda birinchisida kuchsiz sezgi uyg'otsa, ikkinchi kishining muskullarini qisqarishiga olib kelishi mumkin. Kishiga ta'sir etuvchi tok qiymati insonning jismoniy va ruhiy holatiga bog'liq holda o'zgaradi.

Insonni mast holatida bo'lishi, uning organizmini elektrga qarshiligini kamaytiradi va shunga ko'ra uning jarohatlanishi xavfini ko'paytiradi. Yurak, o'pka, asab kasalliklari bilan xastalangan insonlar uchun tok xavfli ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun elektr qurilmalarida ishlashga tibbiy ko'rikdan o'tgan va maxsus ma'lumotli kishilarga ruxsat etiladi.

Ishlab chiqarish inshootlarida mikroiqlimning asosiy ko'rsatkichlari

Mehnat jarayoni davomida ishlab chiqarish inshooti ichida odam ma'lum bir meteorologik sharoit, yoki mikroiqlim-ushbu inshootning ichki muhiti iqlim sharoitlari ta'siri ostida faoliyat olib boradi. Ishlash sohasining havosi mikroiqlim ko'rsatkichlarining asosiy me'yorlariga harorat (t , $^{\circ}\text{C}$), nisbiy namlik (φ , %), havoning harakat tezligi (V , m/s) kabilar kiritiladi. Shuningdek, odam organizmi holatiga mikroiqlim ko'rsatkichlari sifatida turli xil isigan yuzalardan issiqlik nurlanishi jadalligi (I , Wt/m^2) ham ta'sir ko'rsatib, natijada ushbu harorat ta'sirida ishlanayotgan inshootning ichki harorati oshishi kuzatiladi.

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

Sanoat korxonalarining issiqlik tsexlarida ko'pgina texnologik jarayonlar yuqori haroratda amalgam oshiriladi. 500 °C gacha qizigan yuza 740...0.76 mkm to'liq uzunligida infraqizil issiqlik nurlarni sochadi. Undan yuqori haroratlarda esa ultrabinafsha nurlar ham yuzaga keladi.

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

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

Atrof-muhit bilan insonlarning o'zaro issiqlik almashinuvi mikroiklim parametrlariga bog'liq bo'lib, harorat tabiiy sharoitda -88 dan +60 °C gacha, havo harakati odan 100 m/s gacha, atmosfera bosimi 680 dan 810 mm.s.u. o'zgaradi.

Ishlab chiqarishda yoritish-mehnatning muhim gigienik ko'rsatkichi, uni ilmiy tashkil etishning ajralmas qismi va ishlab chiqarish madaniyati hisoblanadi. Yorug'lik orqali biz tashqi omillarning sifati shakli haqidagi informatsiyalarni ko'zimiz orqali miyamizga etkazamiz. Yorug'lik orqali biz narsalarni o'lchami, rangini osonlik bilan seza olamiz. Yorug'likda biz uzoq vaqt charchamasdan, sifatli va unumli ishlash mumkin. Yorug'likni ta'sirida ishlab chiqarishda jarayonlarni xavfsiz bajarish mumkin. Normal yorug'lik, ishlovchilarning ruhiy holatiga ijobiy ta'sir etadi. Yoritish tabiiy (bevosita quyosh yordamida uning nurlarini fazodagi diffuziyasi orqali) va sun'iy (elektrik lampalar yordamida amalga oshiriladigan) bo'ladi.

Havoning nisbiy namligi ma'lum bir haroratdagi havoning tarkibidagi mavjud bo'lgan suv bug'lari miqdorining D (g/m^3) ushbu haroratdagi to'yingan havoga nisbatini ifodalaydi:

$$D_0=(\text{g/m}^3): \varphi=(D/D_0) \cdot 100\%$$

Agar, ishlab chiqarish inshooti ichki qismida turli xil issiqlik manbalari mavjud bo'lsa, ya'ni ularning xarorati odam organizmi haroratidan yuqori bo'lsa, u holatda bu issiqlikning bir qismi o'z-o'zidan sovuqroq jismga, ya'ni odam tanasiga o'tishi kuzatiladi. Ma'lumki, issiqlikning uch xil printsip jihatidan farqlanuvchi tarqalish usullari mavjud: issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektsiya va issiqlik nurlanishi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik- bevosita bir-biriga tegib turuvchi qisimlar bo'ylab, issiqlikning tartibsiz ko'rinishidagi mikro zarrachalarning (atomlar, molekulalar yoki elektronlar) harakatlanishi (issiqlik) tarzida uzatilishidan iborat.

Konvektsiya- makroskopik hajmdagi gazlar yoki suyuqliklarning harakatlanishi yoki aralashishlari natijasida issiqlikning tarqalishi xisoblanadi.

Issiqlik nurlanishi- bu turli xil to'liq uzunliklariga ega bo'lgan, atom va molekulalarning issiqlik harakatlanishlari natijasida yuzaga keluvchi elektromagnit tebranishlar tarzida tarqalishidan iborat. Ma'lum bir sharoitda issiqlik ko'rsatib o'tilgan usullardan biri bo'yicha tarqalishi yoki majmuaviy holatda tarqalishi kuzatiladi.

Ishlab chiqarish inshooti ichki qismida turli xil manbalardan tarqaluvchi issiqlik inshootning ichki qismida mavjud bo'lgan havoning harorati o'zgarishiga olib keladi. Yuqori darajada issiqlik ajraluvchi ishlab chiqarish inshootlarida taxminan 2/3 qism issiqlik miqdori nurlanish tarzida tarqaladi, deyarli qolgan qismi esa konvektsiya hiobiga amalga oshadi.

Konvektsiya yo'li bilan atrofdagi havoga uzatilgan issiqlik miqdori (Q_k , Vt), davomiy tarzdagi issiqlik uzatilishi jarayonida Nyutonning issiqlik uzatilishi qonuni asosida xisoblab chiqilishi mumkin, bunda davomiy tarzdagi issiqlik uzatilishi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$Q_k = \alpha S(t - t_v)$$

bu yerda, α -konvektsiya koeffitsienti, $Vt/m^2 \cdot grad$;

S -issiqlik uzatilish maydoni, m^2 ;

t -issiqlik manbasining harorati, $^{\circ}\text{C}$;

t_v -atrof muhit havosining haroratini ifodalaydi, $^{\circ}\text{C}$.

Ishlab chiqarish sharoitlarida issiqlik nurlanishi manbalari sifatida eritilgan yoki qizdirilgan metallar, ochiq olovlar, issiq yuzaga ega bo'lgan qurilmalar ko'rsatiladi.

Davomiy tarzdagi issiqlik nurlanishida nisbatan issiqroq, ya'ni T_1 K haroratga ega bo'lgan jismdan nisbatan sovuqroq jismga, ya'ni T_2 K haroratga ega bo'lgan jismga uzatiladigan issiqlik nurlanishi miqdori (Q_i , D_j) quyidagi formula asosida xisoblab topilishi mumkin:

$$Q_u = C_{1-2} \cdot S \tau \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \Theta$$

bu yerda, S -nurlanish yuzasi, m^2 ;

τ -vaqt, s;

C_{1-2} -o'zaro ta'sirdagi nurlanish koeffitsienti, $\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}^4$;

Θ -o'rtacha burchak koeffitsientini ifodalaydi, bu qiymat issiqlik almashinishida ishtirok etayotgan yuzaga o'lchamlari va shakllarini tavsiflovchi, ularning o'zaro joylashish oraliq masofalari va fazoviy holatini ifodalovchi holat xisoblanadi.

Odam organizmi mehnat faoliyati davomida doimiy tarzda tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi sharoitida bo'ladi. Organizmda me'yoriy fiziologik jarayonlar kechishi uchun uning ichki organlarining harorati doimiy holatda deyarli bir xil haroratda bo'lishi (taxminan $36,6^{\circ}\text{C}$) talab qilinadi. Odam organizmining doimiy holatdagi haroratni ta'minlay olish xususiyati termoregulyatsiya (issiqlikning idora qilinishi) deb ataladi. Odam organizmida termoregulyatsiya jarayoni hayot faoliyati davomida xosil bo'lgan issiqlik energiyasini atrof muhitga tarqatishi orqali taminlanadi.

Odam organizmining issiqlik ajratish qiymati uning jismoniy yuklamalari va ishlab chiqarish inshooti ichki qismidagi mikro iqlim holatiga bog'liq bo'lib, bu

qiymat tinch holatdagi 85 Vt ni tashkil qiladi, jismoniy ish bajarish davomida esa bu qiymat 500 Vt gacha ortishi kuzatiladi.

Odam organizmidan tashqi muhitga issiqlik ajratilishi quyidagi usullarda amalgam oshadi: kiyim orqali issiqlik uzatilishi Q_T ; tana konveksiyasi orqali Q_K ; atrof muhit yuzasi bo'ylab nurlanish Q_I ; teri yuzasi bo'ylab namlikning bug'lanishi orqali $Q_{\text{bug'lanish}}$; shuningdek, nafas olish havosining isishi orqali Q_H amalga oshadi, ya'ni bunda umumiy qiymat quyidagicha xisoblab topilishi mumkin:

$$Q_{\text{umumiy}} = Q_T + Q_K + Q_I + Q_{\text{bug'lanish}} + Q_H$$

Keltirilgan ushbu tenglama issiqlik muvozanati tenglamasi deb ataladi.

Yuqorida keltirilgan issiqlik uzatilishi yo'llarining ulushi doimiy tarzda emas va bu ishlab chiqarish inshootining ichki qismida mavjud bo'lgan mikro iqlim sharoitlari ko'rsatkichlariga bog'liq xisoblanadi, shuningdek odam tanasini o'rab turgan tashqi yuza (devor, shift, qurilmalar va boshqalar) haroratiga bog'liq bo'ladi. Agar bu yuzalarda harorat odam tanasi haroratidan past bo'lsa, u holda issiqlik almashinuv nurlanishi odam tanasidan ushbu muhitga o'tishi, ya'ni issiqroq jismdan sovuqroq jismga uzatilishi amalgam oshadi. Aksincha holatda esa, qarama-qarshi yo'nalishda issiqlik uzatilishi, ya'ni issiq jismlardan odamtanasiga issiqlik o'tishi amalgam oshadi. Konveksiya usuli yordamida issiqlik almashinuvi ishlab chiqarish inshootining ichki havo haroratiga va uning ishlash joyi sohasida harakat tezligiga bog'liq xisoblanib, bug'lanish orqali issiqlikning uzatilishi esa-havoning nisbiy namligi va harakatlanish tezligi bilan belgilanadi.

Jaroxatlanish uch turga bo'lib qaraladi. Birinchi ishlab chiqarishda, ish joyida jaroxatlanish, ikkinchi ish bilan bog'langan lekin ishlab chiqarish bilan bog'lanmagan jaroxatlanish va uchunchisi ishlab chiqarish va ish bilan bog'lanmagan jaroxatlanish.

Ishlab chiqarishda, ish joylarida olingan jaroxatlanishga, ishchi ma'muriyat tomonidan buyurilgan ishni bajarish borasida ish joyida sexda olgan jaroxatlanishlar kiradi.

Ikkinchi tur jaroxatlanishga ishga borib-kelish vaqtida transport vositalarida, komandirovka vaqtida, yoki korxona ma'muriyatning topshirig'iga mavofiq ishlab chiqarish xududidan tashqaridagi ba'zi bir ishlarni bajarganda olingan jaroxatlanishlar kiradi.

Uchunchi tur jaroxatlanishga mast bo'lish natijasida olingan jaroxatlar, davlat mulkini o'g'irlash va boshqa shunga o'xshash xolatlardagi jaroxatlanishlar kiradi.

Baxtsiz xodisalarni turlarga bo'lishdan maqsad, sanoat korxonasi ishlab chiqarishda sodir bo'lgan har qanday baxtsiz xodisaga javobgar hisoblanadi. Ma'muriyat birinchi ikki turdagi baxtsiz hodisa ya'ni jaroxatlanish ishlab chiqarish bilan bog'langan taqdirda javobgar hisoblanai va baxtsiz hodisaga uchragan kishining jaroxatlanish natijasida yo'qotilgan kunlari uchun to'liq xaq to'lanadi.

Kasbiy zaxarlanish bir smena davomida yuz bersa uni o'tkir zaxarlanish deyiladi, agar uzoq muddat davomida zaxarli moddalar yig'ilishi natijasida yuz bersa surunkali zaxarlanish deyiladi. Surunkali zaxarlanish kasb kasalliklariga olib keladi. Kasb kasalliklariga qoniqarsiz ish sharoitlarida ishlash natijasida kelib chiqadigan xamma kasalliklar kiradi. Masalan, xavo bosimning ortiq yoki kam bo'lishi natijasida kesson yoki tog kasalligi, sanoatda ajralib chiqadigan chang ta'siridan pnevmokonioz kasaligi, yallig'lanish va zaxarli moddalar ta'siridan dermatit va yazva kasalliklari kelib chiqadi.

Shuning uchun xam ishlab chiqarish korxonalarida yuz bergan xar qanday baxtsiz xodisa xar tomonlama tekshiriladi va xisobga olinadi. Tekshirish va xisobga olish umumiy o'rnatilgan qat'iy tartib asosida olib borilishi kerak. Yo'lga qo'yilgan baxtsiz xodisalar va kasb kasalliklarini xisobga olish va tekshirish, ularning kelib chiqish sabablarini aniqlash bunday baxtsiz xodisa va kasb

kasalliklarining qaytarilmasligi uchun chora-tadbirlar ko'rish imkoniyatini yaratadi.

Jarohatlanish ko'rsatkichlarini aniqlash

Korxonada hisobot davrida 3 ta baxtsiz hodisa sodir bo'lgan va ulardan bittasi o'lim bilan tugagan. Baxtsiz hodisalar tufayli 32 ish kuni yo'qotilgan. Korxonadagi o'rtacha yillik ishchilar soni 460 kishi bo'lsa, jarohatlanish ko'rsatkichlarini aniqlang.

Jaroxatlanish chastotasi

$$K_{ch}=(n_i/n_u) \cdot 1000=(3/3600) \cdot 1000=6,53 \quad I_4 460$$

Jaroxatlanish og'irligi

$$K_0=D_h/n_2=32/2=16$$

Ish kunining yo'qotilganligi

$$K_{ik}=(D_n/n_i) \cdot 1000\%=(32/160) \cdot 1000=64,6$$

IQTISODIY QISM

I.Loyihani texnik-iqtisodiy asoslash

II.Investitsiya hajmini aniqlash

- Bino, inshootlar, dastgohlarning ijara qiymati investitsiya hajmi
- Material ishlab chiqarish zaxirasi qiymati investitsiya hajmi
- Tez yemiriladigan va arzon buyumlarning ijara qiymati investitsiya hajmi
- Nazorat – o‘lchov asboblarning ijara qiymati investitsiya hajmi
- Loyixani ishlab chiqarishga sarflangan investitsiya hajmi qiymati

III. Yillik daromad, iqtisodiy samaradorlikni aniqlang

IV. Harajatlarni qoplanish muddatini aniqlang

I. Loyihani texnik-iqtisodiy asoslash

- loyihaning maqsadi, vazifalari, ahamiyati, hozirgi talablarga javob bera olishi
- loyihaning iqtisodiy samaradorligi, qo‘llanish sferalari

II. Investitsiya hajmini aniqlash

Bitiruv ishi bo‘yicha sarflanadigan xarajatlarni quyidagi keltirilgan jadvallarda keltiramiz

1-jadval.

Material, ishlab chiqarish zahiralari sotib olish investitsiya hajmi

№	Materiallar nomi	Soni	Donasining bahosi	NDS 20%	Umumiy qiymati NDS bilan
1	Si namunasi	2	25.000	10.000	60.000
2	Ionlar manbai	2	25.000	10.000	60.000
3	Jami				120.000 so‘m

2-jadval.

Arzon baholi innventarlar va o'lov-nazorat asboblarini sotib olish investitsiya hajmi

№	Nomi	Soni	Donasining bahosi	NDS 20%	Umumiy qiymati NDS bilan
1	Yuqori vakuumli radiatsion texnologiya qurilmalari	4	1.000.000	800.000	4.800.000
2	Elektron nurlanishlar manbai	2	50.000	20.000	120.000
3	Zarrachalar manbai	2	50.000	20.000	120.000
4	Jami				5.040.000 so'm

3-jadval.

Asosiy fondlar qiymati

№	Asosiy fondlar nomi	Soni	Asosiy fondlar qiymati
1	Laboratoriya	1	1.000.000
2	Qurilma (pribor)		5.040.000
3	Jami		6.040.000 so'm

Amortizatsiya ajratmasi AF 20% tashkil qiladi

$$A_{otch} = 0,2 \cdot OF / 12$$

$$A_{otch} = 0,2 \cdot 6.040.000 / 12$$

$$A_{otch} = 100666,667 \text{ so'm}$$

Joriy ta'mirlash va texnik xizmat uchun xarajatlar AF qiymatining 12%

$$P_T = 12\% \cdot OF / 12$$

$$P_T = 0,12 \cdot 6.040.000 / 12$$

Loyihani ishlab chiquvchi ishchilarning ish haqini hisoblash

№	Bajariladigan ishlar nomi	Lavo- zimi	Kunlar soni	O'rtacha bir kunlik ish haqi	Bajarilgan Ishning qiymati
1	Loyiha mavzusini tanlash va Shakillantirish	SNS	1	17000	17000
2	Mavzu bo'yicha ITA tanlash va O'rganish	MNS	2	9000	18000
3	Tadqiqot ob'ektining tahlili	MNS	1	9000	9000
4	Informatsion ta'lim bilan tanishish	MNS	1	9000	9000
5	Ishni dolzarbligini asoslash	MNS	1	9000	9000
6	Loyihaning texnologik jarayonlarini o'rganish	MNS	1	9000	9000
7	Butlovchi elementlar asosini tanlash	MNS	1	9000	9000
8	Materiallar va butlovchi qismlarga buyurtma	MNS	1	9000	9000
9	Materiallar va butlovchi qismlarni olish va tekshirish	MNS SNS	1 1	9000 17000	9000 17000
10	Yig'ish usullarini ishlab chiqish	MNS	1	9000	9000
11	Tajriba o'tkazish	MNS	1	9000	9000
12	Tajriba natijalarini tahlil qilish	MNS SNS	2 1	9000 17000	18000 17000
13	Mustaxkamligini hisoblash	MNS SNS	1 1	9000 17000	9000 17000

14	Iqtisodiy qism	MNS	1	9000	9000
		SNS	1	17000	17000
15	Mehnatni muxofaza qilish	MNS	1	9000	9000
		SNS	1	17000	17000
16	Taqriz berish	SNS	1	17000	17000
17	Ishni shakillantirish va himoya	MNS	1	9000	9000
	Jami		24		272000

Asosiy ish haqi - barcha ishchilarning ish haqi va 40% miqdorida mukofot pulinig yig'indisi sifatida aniqlanadi

$$Z_{osn}=SOT \cdot 0,4 + SOT$$

$$Z_{osn}=272000 \cdot 1,4$$

$$Z_{osn}=380800 \text{ so'm}$$

Qo'shimcha ish haqi asosiy ish haqining 10% hisobida olinadi

$$Z_D=K_D \cdot Z_{osn}$$

$$Z_D=0,1 \cdot 380800$$

$$Z_D=38080 \text{ so'm}$$

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

$$FOT=Z_{osn}+Z_D$$

$$FOT=380800+38080$$

$$FOT=418880 \text{ so'm}$$

Ijtimoiy ehtiyojlarga xarajatlar FOT dan 25% mikdorida hisoblanadi

$$O_{fss}=25\% \cdot FOT$$

$$O_{fss}=0,25 \cdot 418880$$

$$O_{fss}=104720 \text{ so'm}$$

Transport xarajatlari asosiy ish haqidan 20%

$$P_{TR}=0,2 \cdot Z_{OSN}$$

$$P_{TR}=0,2 \cdot 380800 \text{ so'm}$$

$$P_{TR}=76160 \text{ so'm}$$

Ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun issiqlik xarajatlari

Uzunligi-6

Eni-5

$$V=Uzunligi \cdot Eni$$

$$V=6 \cdot 5=30 \text{ m}^2$$

$$V=30 \cdot 663,05=19891,5 \text{ so'm}$$

Elektr energiyasiga bo'lgan xarajatlar quyidagi formuladan aniqlanadi

$$W=N \cdot T \cdot S$$

N-o'rnatilgan quvvat,

T-ishlatilgan vaqt

S-1 kVt /soat elektr energiya narxi

$$W=1 \cdot 144 \cdot 112,2$$

$$W=16156,8 \text{ so'm}$$

Investitsiya hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$K=MPZ+FOT+A_{of}+\sum P$$

$$K=120.000+418.880+100666,667+172608,3=812154,967 \text{ so'm}$$

5-jadval.

O'rganilgan ishning xarajat smetasi

№	Xarajatlarning nomi	Summa Kiymati
1	Bajarilgan ishning qiymati	1109441,19
2	Ishlab chikarish xarajatlari	853416,3

3	Ishlab chiqarish tannarxi	811528,3
4	Davr xarajatlari	41888
5	Material xarajatlari	156048,3
6	Xom – ashyo	120.000
7	Elektroenergiya	36048,3
8	FOT	418880
9	Ijtimoiy sug'urta	104720
10	Amortizatsiya	100666,667
11	Boshqa xarajatlar	31213,3334
12	Asosiy ish xaqi	272000

6-jadval.

Bajarilgan ishning iqtisodiy samaradorligini aniqlash

№	Ko'rsatkichlar nomi	o'lchov birligi	Summa qiymati	Izoh
1	Bajarilgan ishning qiymati	So'm	1109441,19	Tablitsa
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	So'm	853416,3	Tablitsa
3	Investitsiya	So'm	812154,967	Formula
4	Iqtisodiy samara	So'm	256024,89	Formula
5	Qoplanish muddati	Oy	3,17	Formula
6	Rentabellik	%	31,5	Formula

Iqtisodiy samarani quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$E = (S_1 - S_2) \cdot Q \quad S_1 = S_2 \cdot 1,3$$

S_1 va S_2 – avvalgi va keyingi tannarx,

Q - ishlab chiqarish hajmi,

$$E = (1109441,19 - 853416,3) \cdot 1$$

$$E = 256024,89$$

Rentabellikni aniqlaymiz

$$R = E \cdot 100\% / K$$

$$R = \frac{256024,89 \cdot 100\%}{812154,967}$$

$$R = 31,5$$

Qoplanish muddatini aniqlaymiz

$$T_{OK} = K / E$$

E - iqtisodiy samara

K - kapital

$$T_{OK} = \frac{812154,967}{256024,89}$$

$$T_{OK} = 3,17$$

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Шерстнев Л.Г. Электронная оптика и электронно-лучевые приборы. М.: «Энергия». 1971.
2. Смирнов Б.М. Введение в физику плазмы. М.:Наука. 1982. 240с.
3. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника. Под. ред. Н.Д.Федорова. М.: «Радио и связь». 1998 г.
4. Грибков В.А. Электронные пучки и их применение. Учеб. пособие. М.: Издательский дом МФО, 1999 г. 36 с.
5. Делонс Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. М.: Наука. 1989. 277 с.
6. Грибков В.А., Григорьев Ф.И., Калинин Б.А., Якушин В.Л. Перспективные радиационно-пучковые технологии обработки материалов. М.: «Круглый год». 2001 г. 528 с.
7. Юлдашев Н.Х. Экситон - поляритонная люминесценция и перенос резонансного излучения в кристаллах. Фергана. 2001. 215 с.
8. Технология получения новых наноструктурированных материалов и их комплексное исследование. Москва. 2006. 28 с.
9. Абрамян Е.А., Альтеркоп Б.А., Кулешов Г.Д. Интенсивные электронные пучки. Физика. Техника. Применение. М.: Энергоатомиздат. 1984. 232 с.
10. В.К.Неволин. Физические основы туннельно-зондовой нанотехнологии. Москва. Учебное пособие. 2005. 87 с.
11. Можарова Г.С. Основы геометрической оптики. Учебное пособие. Изд. Логос. 2006. 278с.
12. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. М.: Наука. 2006. 490 с.
13. <http://www.nbtc.cornell.edu/>
14. <http://www.n-t.ru/nj/nz/1986/0501.htm>
15. <http://www.5ka.ru/88/19724/1.html>
16. <http://n-t.ru/nj/nz/1989/0901.htm>

17. <http://www.n-t.ru/nj/nz/1988/0901.htm>
18. <http://www.n-t.ru/nj/nz/1988/0101.htm>
19. <http://www.phys.rsu.ru/web/nano/elements.html>
20. <http://www.fund-intent.ru/science/sinr003.shtml>
21. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. Toshkent, “O‘zbekiston”, 1992 y.
22. Barkamol avlod - O‘zbekiston taraqqiyotining poydevori. Toshkent «SHarq”, 1998 y.
23. O‘zbekiston Respublikasini Mehnat kodeksi Toshkent, 1996 y.
24. O‘zbekiston Respublikasining “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni Toshkent, 1993 y.
25. V.S.Alekseev, E.O.Murodova, I.S.Davdova. Bezopasnost jiznedeyatelnosti «Prospekt» Moskva-2006 g.
26. O.Qudratov, T.G‘aniev. Hayotiy faoliyati xavfsizligi. Toshkent. «Mehnat»-2004.
27. H.E.G‘oipov. Mehnat muhofazasi. Toshkent. «Mehnat»-2000.
28. G‘.E.YOrmatov. Hayot faoliyati xavfsizligi (Ma’ruza matnlari to‘plami), Toshkent-2003
29. Bezopasnost jiznedeyatelnosti. Pod obщey redaksiy doktora texn. nauk, professora S.V.Belova. Moskva, «Vysshaya shkola» 2003.
30. Videoterminallar bilan ishlovchi mutaxassislarining mehnatini muxofaza qilish: Metod, ko‘rsatma / Tuzuvchi: V.I. Barabash / LPI L, 1990.
31. R.Y.Yormatov, YO.U.Isamuxamedov. «xayot faoliyati xavfsizligi» fanidan ma’ruzalar matni. Toshkent, 1999, 57 6.
32. U.Yuldoshev, U.Usmonov, O.Kudratov. Mexnatni muxofaza qilish. O‘quv qo‘llanma. Toshkent «Mezrgat», 2001,180 6.
33. Burlak G.N. Kompyuterda ishlagandagi xavfsizlik; axborot xizmati korxonalaridagi ishlarni tashkil etish: Moliya va statistika, 1998. 141 6.
34. SM. va Q 2,2.2.542-96 Videodisplay terminallarida, shaxsiy elektron-xisoblash mashinalarida ishni tashkil etishning gigienik talablari.