

Lecture №6.

Production of powders of materials by physical methods

6-MA'RUZA

MAVZU: FIZIKAVIY USULDA MATERIALLARINNING KUKUNLARINI ISHLAB CHIQARISH

REJA:

6.1. Fizikaviy usul bo'yicha umumiy ma'lumotlar

6.2 Erigan metall va qotishmalarni gaz-xavo oqimida sepib kukun ishlab chiqarish.

6.3 Kukunlarni tozalashning magnitik metodi

6.4. Kukunli elektrotexnik materiallar

Tayanch so'zlar va iboralar: fizikaviy usul, elektr o'tkazuvchanlik, elektroliz, tomchisimon va sferasimon zarrachalar, magnitik metod, rentgen spektral xarakteristika, elektr kontakt.

6.1 Fizikaviy usul bo'yicha umumiy ma'lumotlar

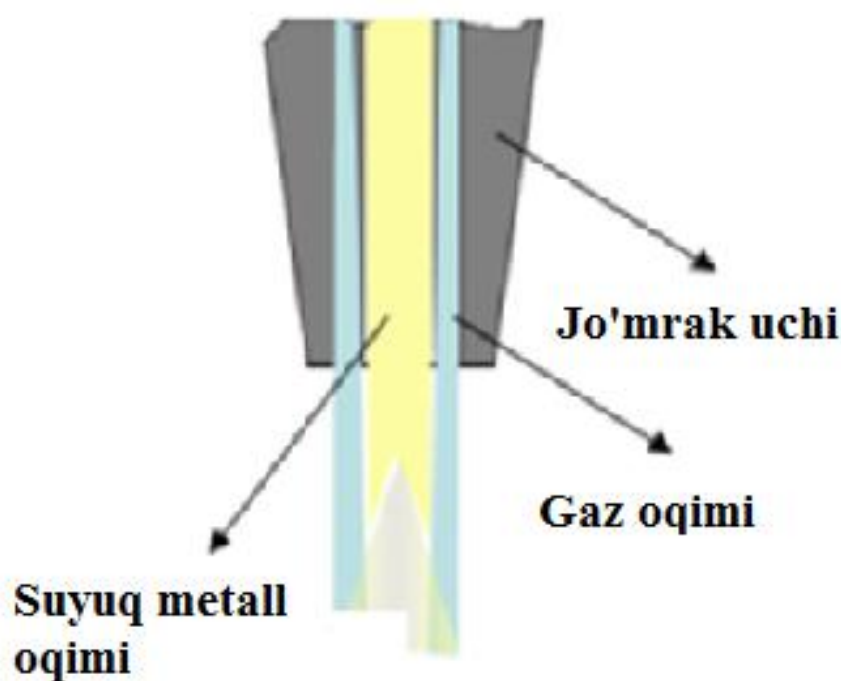
Metall va qotishmalarning kukunlarini fizikaviy usulda ishlab chiqarish asosan ularning fizikaviy xossalaridan kelib chiqqan. Masalan metall va qotishmalarining asosiy fizik xossalaridan biri bu ularning erish temperaturasi, aynan shundan foydalanilgan xolda ularning kukunlari ishlab chiqarish mumkin. Bundan tashqari yana ularning elektr o'tkazuvchanligidan foydalanish, bug'lanishidan foydalanish kabi usullardan foydalanish ko'zda tutilgan bo'ladi. Metall va qotishmalarning kukunlarini fizikaviy usullari juda ko'p bo'lib biz ularning asosiylarini ko'rib chiqamiz ularga 1 – metall va qotishmalarni eritib sepish va 2 – metall tuzlarini o'zgarmas elektr toki yordamida elektroliz qilish.(8-maruza)[1-4-5.,6]

Metall va qotishmalarni eritib sepishning bir nechta usullari bo'lib ulardan ishlab chiqarishda eng keng tarqalgani bu: Erigan metall va qotishmalarni yuqori bosimda gaz-xavo oqimi bilan sepish hisoblanadi. Ushbu usul boshqa usullarga

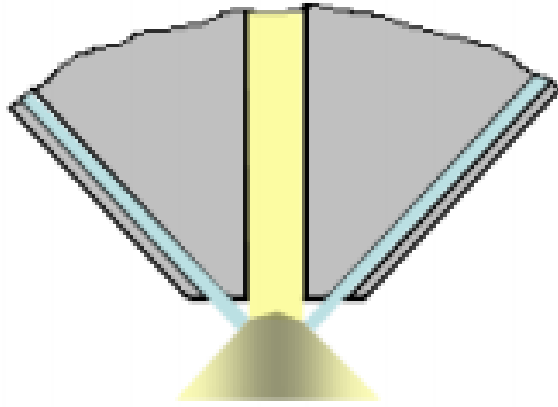
nisbatan ancha samaraliroq usul sanaladi. Bu uslda olingan kukunlarning sifat darajasi va tozalik koeffitsienti ham yuqorigini ko'rish mumkin. Kukun materiallarning fizikaviy xossasiga ko'ra guruxlanishi 1-maruza 2-rasmda keltirilgan.

6.2 Erigan metall va qotishmalarni gaz-xavo oqimida sepib kukun ishlab chiqarish.

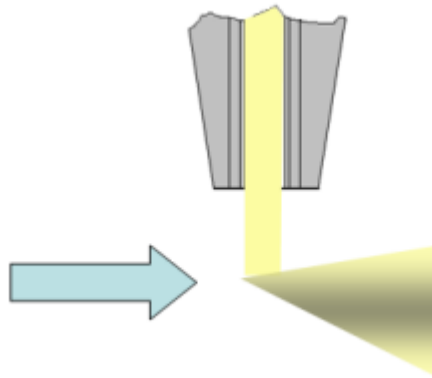
Bu usul ishlab chiqarishda keng tarqalgan bo'lib u yordamida asosan legirlangan po'lat, cho'yan, titan va shunga o'xshash metall xamda qotishmalarning sferasimon yoki tomchisimon kukunlarini ishlab chiqariladi. Bunda asosan uch turdagi sepish sxemasi ishlab chiqilgan bo'lib ularga: 1 – suyuq metal oqim yo'nalishiga gaz-xavo oqimini paralel jo'natga xolda sepish 1-rasm; 2 – suyuq metall oqim yo'nalishiga gaz-xavo oqimini burchak ostida yo'naltirib sepish 2-rasm va 3 – suyuq metal oqim yo'nalishiga 90 °C burchak ostida sepish, 3-rasm.



1-Rasm. Suyuq metal oqim yo'nalishiga gaz-xavo oqimini paralel jo'natga xolda sepish.



2-Rasm. Suyuq metal oqim yo'nalishiga gaz-xavo oqimini burchak ostida jo'natga xolda sepish

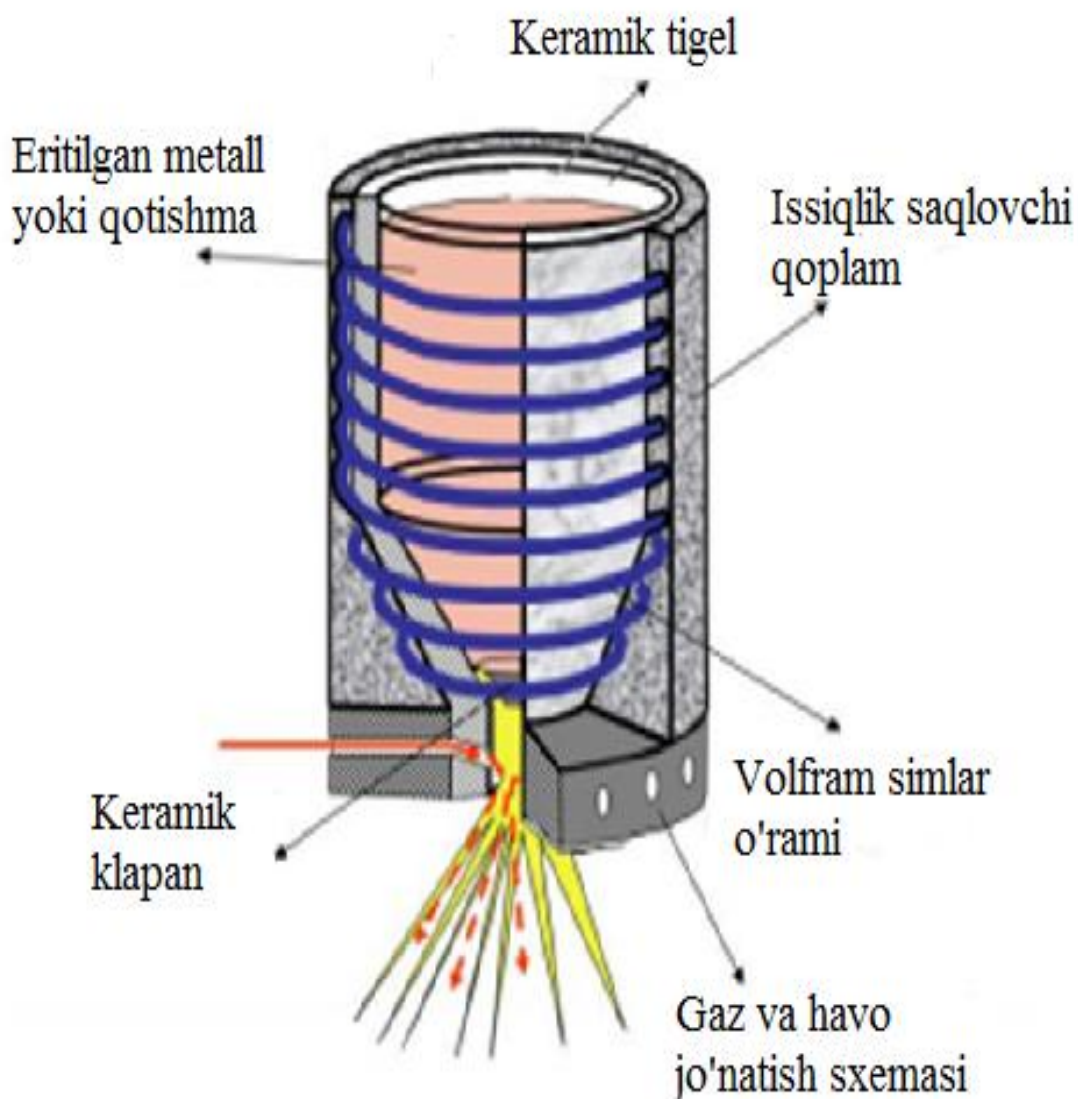


3-Rasm. Suyuq metal oqim yo'nalishiga gaz-xavo oqimini 90° burchak ostida jo'natga xolda sepish

Erigan metallarni gaz-xavo oqimi orqali sepish jaraenida juda murakkab fizik xodisalar ro'y beradi. Bunda asosan gaz - xavo oqimining ayrodinamikasi, yani gaz oqimining tezligi va uning zichligi, erigan metall yoki qotishmaning qovushqoqligi va sirt tarangligi katta ta'sir ko'rsatadi. Suyuqlikni maydalanishi bir nechta bosqichda bo'lib o'tadi u oldin yirik keyin mayda va undanda mayda tomchilarga bo'linib kukun xosil bo'ladi. Tomchilarning sirt tarangligi ularning geometriyasi shakllanishida katta tasir ko'rsatadi, aksariyat xollarda kukun zarrachalarinig shakli tomchismon va sferasimon zarrachalar aralashmasi shaklida bo'ladi. Sepish jarayonida xosil bo'ladigan kukun zarrachalarning o'lchami, yani diametri asosan quyida keltirilgan empirik tenglama asosida aniqlanadi:

$$d = (585/W_r) (\sigma_{ж}/\gamma_{ж})^{0,5} + 597 (\eta_{ж}/\sqrt{\gamma_{ж}\sigma_{ж}})^{0,45} (10^3 G_{ж}/G_r),$$

bunda: W_g – gaz – xavo oqimining tezligi; ζ_j – suyuqlikning sirt tarangligi; γ_j – suyuqlikning zichligi; G_g – gaz-xavo sarf miqdori; G_j – suyuq metall sarf miqdori. Umuman olganda metall va qotishmalarni eritib sepishda asosiy texnologik parametrlarga metallning suyuqlanganlik darajasi va gaz – xavo oqimining zichligi va tezligi kiradi. Sepish jarayonida erigan metall yoki qotishmaning kristallanishi 103 – 104 °C/sekundda bo'lib o'tadi. 1-1,5 kg erigan metalni sepish uchun gaz miqdori 0,8 – 1,4 m³ tashkil etadi. Metall va qotishmalarni eritib sepishga mo'ljallangan qurilmaning asosiy ishchi qismi 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-Rasm. Metall va qotishmalarni eritib sepish tigeli.

Bu usulning asosiy kamchiligiga bir tamondan sepishga zarur bulgan inert gazlarning qimmatbaxoligi bo'lsa, ikkinchi tamondan sepish jarayonida gazning xarorati metalning sepilish jarayonini to'xtatib qo'yadi. Buni oldini olish maqsadida gaz qizdirib berilishi kerak, bu esa o'z navbatida jarayonni murakablashtiradi.[1-5]

6.3 Kukunlarni tozalashning magnitik metodi

Bu usul oddiy bo'lib, dastlab quritilgan kukunlar magnit maydonidan o'tkaziladi. Magnit maydon manbasi sifatida doimiy magnit yoki o'zgaruvchan elektromagnit maydonlaridan foydalanish mumkin. Bu kukunlarning ifloslanish darajasi bilan aniqlanadi. Xom ashyo bo'laklarini maydalashda qo'llanilgan asbobning materiali, tashqi muhit tomonidan kirib qoluvchi kirishmalarning magnitik xususiyati, ularni yarimo'tkazgichli materiallar bilan birikmalar hosil qilish darajalarini hisobga olish maqsadga muvoffiq. Odatda, kristalchalarni maydalash uchun po'lat bolg'alardan, tegirmondagi sharlar ham po'lat materialdan iborat bo'ladi. Maydalash jarayonida bolg'a hamda po'lat sharlardan ham temir bo'laklari kukunlar tarqibiga kirib qolishi mumkin. Jarayon xona haroratlarida olib borilgani uchun tashqi muhit tomonidan kirib qoluvchi kirishma atomlari bilan kukunlar masalan, kremniy kukunlari o'rtasida kimyoviy reaksiya yuz bermaydi. Biroq bu jarayon kukunlarning ifloslanishiga olib keladi.

Kukunlarni tozalash usuli qo'shimcha energiya talab qilmaydi, tannarxi arzon. Dastlab, o'zgaruvchan elektrimagnit maydonida kukunlarni tozalsh usulini ko'rib chiqaylik (5– rasmga qarang). O'zgaruvchan elektromagnit maydoniga vertikal ravishda metal trubka joylashtiriladi. Kukunlar trubka orqali o'tkaziladi. Bunda magnit xususiyatiga ega bo'lgan kukunlar metal trubka devoriga yopishadi. Trubka tozalangandan so'ng nazorat uchun kukunlar qayta trubkadan o'tkaziladi. Kukunlarning tozaligiga ishonch hosil qilingandan so'ng, ishga yaroqli deb topiladi.



5 – rasm. Kukunlarni o'zgaruvchan magnet maydonida tozalash sxemasi.



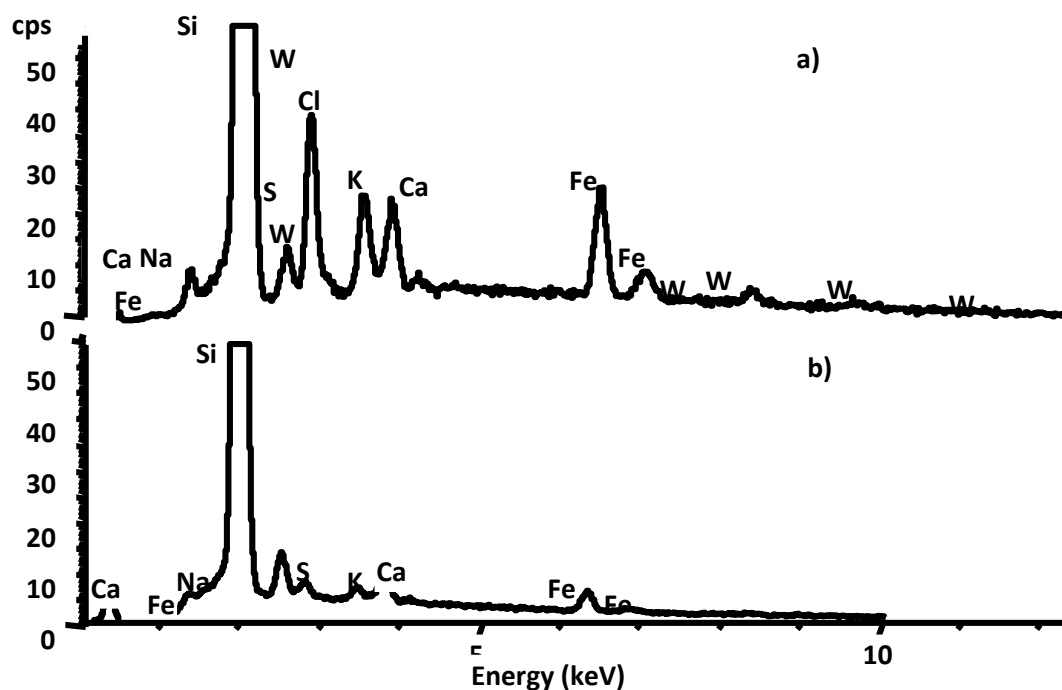
6 – rasm. Kukunlarni o'zgarmas magnet maydonida tozalash sxemasi.

Endi doimiy magnet maydonida kukunlarni tozalash jarayonini ko'rib chiqaylik. Buning uchun $80\div 85$ gradus burchak ostida joylashgan magnet yuzasiga filtr qog'ozini qo'yiladi. 6-rasm. Kukunlar filtr qog'oz sirtiga kerakli miqdorlarda tushib turadi. Kukunlar filtr qog'ozini bilan ishqalanish jarayonida magnetik xususiyatiga ega bo'lgan kirishmalar qog'oz sirtida qoladi. Natijada filtr qog'ozning sirtida kirishmalardan iborat qatlam hosil bo'ladi. Filtr qog'ozini sirtida magnet xususiyatiga ega bo'lgan kirishmalarning saqlanib qolish jarayonini qiyidagicha tushuntirish mumkin.

Magnetostatikadan ma'lumki, doimiy magnetlarning magnetlanishi ularda mikro toklarning mavjudligidan dalolat beradi. Magnet maydaniga kiritilgan moddalarda magnetlanish jarayoni ko'zatiladi. Magnetlanish jarayoni ham zaryadlanish jarayoniga o'xshash jarayondir. Ayniqsa, bu hodisa metallarda kuchli yuz beradi. Magnet maydonidan kukunlar o'tkazilganda metal zarrachalari maydon ta'sirida magnetlanadi yoki zaryadlanadi. Natijada ular magnet sirtidagi filtr

qog'ozida saqlanib qoladi. Bunda filtr qog'ozlarini bir necha marta almashtirish va tozalash jarayonini qayta bajarish talab etiladi. Filtr qog'ozini har bir almashtirishda qog'oz sirtidagi kirishma atomlarining miqdori kamayib boradi. Bu jarayon filtr qog'ozining tozalik darajasi 100 % saqlanguncha amalga oshiriladi. Bizning tadqiqotlarimizda filtr qog'ozlarni 4 marta almashtirish yetarli ekanligi aniqlangan. Quyida ushbu tadqiqot natijalarini ko'rib chiqaylik.

7 – rasmda kukunli texnologiya yordamida olingan kremniy plastina sirtidagi kirishmalarning rentgen spektral xarakteristikalarini keltirilgan. Dastlabki xom ashyo sifatida, tarqibida ishqoriy metal atomlari mavjud bo'lgan polikristal tuzilmali kremniydan foydalanilgan.



7– rasm. Kirishmalarning rentgen spektral xarakteristikalarini.

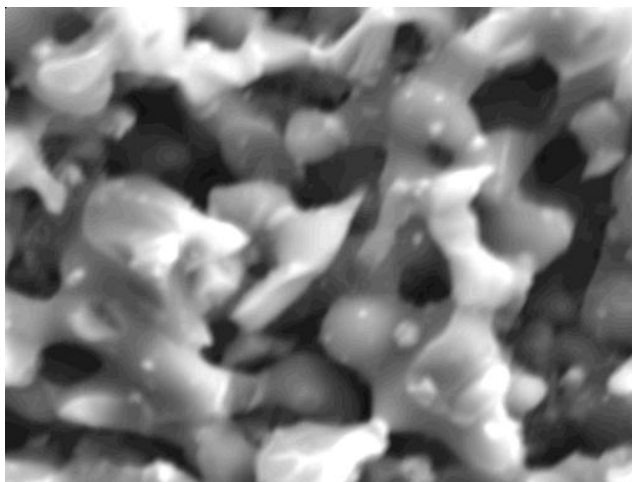
a) tozalanmagan b) magnit usulida tozalangan plastinalarga tegishli.

7 – rasmdan ko'rinadiki, tozalash ishlari amalga oshirilmagan namunalarda turli metal moddalar masalan, Fe, Ca, S va boshqa kirishmalar mavjudligi aniqlangan. Bu kukunlash jarayonida bolg'a yoki po'lat sharchalarga tegishli zarrachalarning kukunlar tarqibiga kirib qolganidan dalolat beradi. Kukunlar magnit maydonidan o'tkazilgandan so'ng yuqorida aniqlangan kirishmalar signallari sezilarli darajada kamayganligi aniqlangan. Tadqiqot natijalaridan

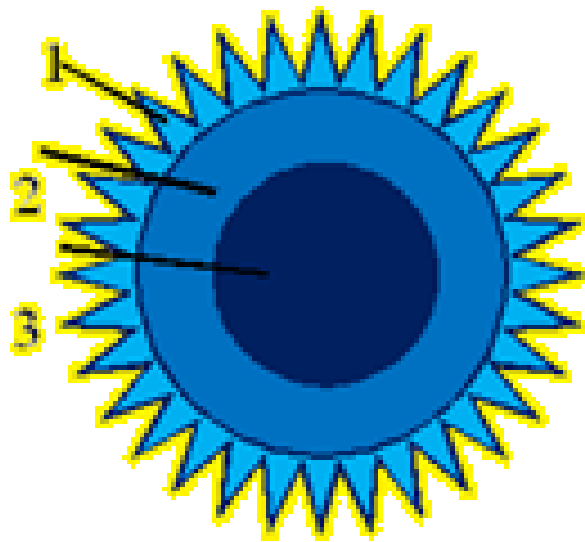
yaqqol ko'rsatadiki, magnitik usul kukunlarini chiqinda kirishma atomlaridan 90÷95% tozalash imkonini beradi.

8–rasmda, ushbu plastinaning mikrofotografiyasi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, bu usulda olingan plastina tuzilishi jihatidan polikristal xususiyatga ega. Termik ishlov berish jarayonida 10 nm o'lchamdagi kukunlarning birikishi jarayonida 1÷10 mkm o'lchamdagi polikristal tuzilma hosil bo'ladi. Kirishmalar kristalcha hajmidan sirt tomonga ortib borgan holatda taqsimlanishi aniqlangan. Kirishmalarining notekis taqsimlanishi tuzilmaning polikristal xususiyatga ega bo'lishiga olib qiladi.

Bu metodning qulayliklaridan biri sintez jarayonida kimyoviy usul bilan olish qiyin bo'lgan birikmalarni, mexanik ta'sir yordamida amalga oshirish mumkinligidir. Masalan, kukunlash jarayonida po'lat sharlar bilan o'zaro to'qnashgan kukunlar qiziydi. Qizish jarayonida kukun kristali hajmi bo'ylab temperaturalar farqi vujudga keladi. Temperaturalar farqiga mos holda kukun tuzilishini 3 qismga bo'lishimiz mumkin. Nisbatan temperaturasi yuqori bo'lgan sirtidagi igna tolali g'adir-budir (1) soha, uni kukun yadrosi (3)dan ajratib turuvchi 2 sohalari(9-rasm). Mexanik ta'sir jarayonida bu sohalarning atomar tuzilishi bir-biridan tubdan farq qiladi. Kimyoviy usulda bunday tuzilmani olish qiyin. Ko'rib o'tganimizdek, kukunlash jarayonida atomar yoki molekulyar tuzilishi turli bo'lgan zarracha hosil bo'ladi.



8– rasm. Kukunli texnologiya yordamida olingan kremniy plastinalarining mikrofotografiyasi.



9 – rasm. Kukunning soddalashgan sxemasi.

Oxirgi o'n yillikda kukunli elektrotexnika materiallari va maxsulotlari keng qo'llanilmoqda. Ular elektr, mashinasozlik, apparatsozlik, boshqa ko'plab soxalarda qimmatbaxo materiallar o'rnida qo'llaniladi. O'z navbatida ularni qo'llash natijasida mashina mexanizmlarini ishlatish ishonchligini ortadi.

Xozirgi kontakt materiallar metallografit, metalli, metalkarbid, metalloksidli turlarga bo'linadi. Bo'lardan eng ko'p tarqalgani kumush-volfram va mis-volframli kontakt materiallaridir (30-70% volfram), yana kumush va nikel, kumush va kadmiy oksidi yoki mis oksidli, mis (bronza) va grafitli kontaktlardir.

Kukunli kontakt materiallarini yoysundiruvchi qurilmalarda va quvvatli yog'ni, xavoni, vakuumni ulab-o'chiruvchi konstruksiya elementlarida qo'llash, o'ta ko'p yuklangan joylarda elektr tokini iqtisod qilishga olib keladi. Bu kontaktlar qurilmani ishonchli ishlashi imkonini beradi: 2-3 mln ulab-o'chirishga imkon beradi.

Kontaktlarning aloxida turlaridan biri sirpanuvchi kontaktlardir. Bunday materiallar tarqibida grafit borligi, ularni sirpanishi vaqtida, bir biriga yopishib qolishini oldini oladi. Bu materialning asosi sifatida kumush yoki mis qo'llaniladi.

Kichik o'lchamli asbobsozlikni rivojlanishda kukunli metallurgiya asosiy rol o'ynamoqda. Chunki, xar xil magnitli materiallardan bir necha grammligi va uni o'ndan biriga to'g'ri keluvchi og'irlikdagi detallarni kukunli metallurgiya usulida olish mumkin. Bu usulda yana deformatsiyalanuvchi qotishmalardan magnit olish

mumkin. Masalan: temir-kobaltli, temir-alyuminiyli, temir-nikel-kobalt-alyuminiyli, temir-kobalt-volframli, temir-kobalt-alyuminiyli va boshqalar. Xozirgi vaqtda kukunli magnitli dielektriklar tayyorlashga katta e'tibor berilmoqda. Ularda ferromagnit bo'laklari dielektriklar yordamida keramik magnit materiallari (ferrit) dan ajratilgan bo'ladi. Xar xil mashina, qurilma asbob va moslama detallarini kukunli temir, bronza, latun, alyuminiy va ularning qotishmalaridan, uglerodli va legirlangan po'lat, cho'yan va boshqa materiallardan, oddiy va aloxida xususiyatli (emirilishga, korroziyaga chidamli, otashbardosh va boshqa) qilib tayyorlanadi. Bunday maxsulotlarni kukunli metallurgiyada 60-70% tayyorlanadi. Keyinchalik avtomobillarning 50% ortiq detallari xam shu usulda olish mo'ljallanmoqda. Kukunli metallurgiya usulida konstruksion detallarni tayyorlashda kerakli shakllarni olish, asosiy materialni iqtisod qilish, qo'shimcha mexanik ishlov berishni kamaytirish, jarayonlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish imkonini beradi. Natijada maxsulotni tayyorlash osonlashib, tannarxi kamayadi. Bunday detallarni qo'yish yoki prokatlash yo'li bilan olinganiga nisbatan 2-2,5 barobar orzon bo'ladi. Legirlangan va xar xil tolalar bilan armirlagan kukunli materiallarni ishlab chiqilishni kelajagi porloqdir. Xozirgi vaqtda kukun metallurgiyasida shesternyalar, xropoviklar, flyanslar, xar xil gaykalar, shaybalar, podshipnik asoslari va shu kabi shakli sodda va murakkab bo'lgan detallar olinmoqda.

Elektr energiyani ishlab chiqarishni ortib borishi, AS yoki termoyaderli reaktorlar sintezida ishlovchi elektr stansiyalarida, yaqin 100-150 yil ichida ularning yoqilg'i zaxirasi tugashi mumkindir. Bunday masalani xal qilish uchun kukun metallurgiyasiz bo'lmaydi. Chunki yadro reaktorlarining issiqlik ajratuvchi elementlari uran yoki plutoniy kukunidan (metalli yadro yoqilg'isi), uran, toriy yoki plutoniy brikmalari yoki oksidlari kukunidan (keramik yadro yoqilg'isi) olinadi. Yadro rektorlarining aloxida detallari, neytrollarni qaytaruvchilari beriliy kukunidan olinadi.[1-2-5-6]

6.4 Kukunli elektrotexnik materiallar

Kukunli elektrotexnik materiallari maxsus xususiyatlari tufayli elektrotexnika, radiotexnika va boshqa sohalarda qo'llaniladi. Ular elektr kontaktlari va magnit mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun eng keng foydalaniladi.

Kukunli elektrotexnik ulanish (ulovchi, kontakt) materiallari

Hozirgi vaqtda turli maqsadlar uchun elektr kontaktlari uchun juda ko'p miqdordagi ishlab chiqilgan materiallar mavjud. Biroq, juda ishonchli aloqalarni yaratish muammosi to'liq hal qilinmagan, chunki aloqa materialiga bo'lgan talablar doimiy ravishda oshib boradi va o'zgarib turadi.

Materiallar termal, kimyoviy va mexanik chidamli bo'lishi kerak, elektr qarshiligi past, elektr yoyi ta'sirida issiqlik o'tkazuvchanligi va eroziya qarshiligi yuqori bo'lishi kerak va kontaktlarning yopilishi va ochilishida payvandlash yoki ko'priknining qarshiligi.

Elektr kontaktlarini kukunli metallurgiya usuli bilan ishlab chiqarishning turli xil usullari mavjud bo'lib, ular nafaqat ma'lum kimyoviy tarqibi bilan, balki xususiyatlarning optimal kombinatsiyasini belgilaydigan ma'lum bir tuzilishga ega mahsulotlarni olish imkoniyatini beradi.[4]

Kontaktlarni ishlab chiqarish sxemasi kerakli nisbatlarda aralashmalarni tayyorlashdan, ishlov beriladigan qismlarni presslashdan va ularni kamaytiruvchi yoki oksidlovchi muhitda yoki vakuumda yuqori haroratli pishirishdan iborat.

Kerakli moddiy xususiyatlarga erishish uchun ko'pincha tarqibiy qismlarning taqsimlanishini tartibga solishning turli usullarini o'z ichiga oladi, shu jumladan berilgan yo'nalishlarda, bu xususiyatlarning biroz qattiqlashishi va anizotropiyasini ta'minlaydi.

Elektr sanoatida asosan ikki turdagi aloqa ishlatiladi:

- uzuluvchan (ajratuvchi, uzuluvchi);
- sirpanuvchan (sirpanuvchi)

Kukunli texnologiya asosida olingan ajratuvchi elektr kontaktlari turli xil elektr uzatish moslamalari va qurilmalaridagi elektr zanjirlarini yopish uchun ishlatiladi. Ular uchun eng mos materiallar volfram, molibden, tantal, reniydir.

Ular yuqori erish nuqtasiga va elektr zaryadsizlanish qarshiligiga ega, kuchlilik xususiyatlarini oshirgan va ko'prik hosil bo'lish tendentsiyasiga ega emaslar.

Kumush, mis, oltin, platina aloqa materiallarining tarqibiy qismlari sifatida qimmatli xususiyatlarga ega. Ular yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanligiga, korroziyaga chidamliligiga va past aloqa qarshiligiga ega.

Ba'zi aloqa materiallarining tarqibi va xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan.

Materiallarning xususiyatlariga strukturaning nozikligi ta'sir qiladi, bu esa boshlang'ich materiallarning nozikligi bilan belgilanadi. Dastlabki tarqibiy qismlarning kukunlarini tarqalishi zaryadni tebranish tegirmonida aralashtirish yoki tarqibiy qismlarni kimyoviy aralashtirish orqali boshqariladi. Buning uchun gidratlar, karbonatlar yoki kumush, mis yoki nikel oksatlari suvli eritmalardan birgalikda cho'kma hosil qiladi. Cho'kma filtrlanadi, yuviladi, quritiladi va kerakli dispersiya va kimyoviy tarqibi aralashmasi hosil bo'lishini ta'minlaydigan haroratda pasaytiruvchi atmosferada kaltsiylanadi.

1- jadval - Ba'zi aloqa materiallarining tarqibi va xususiyatlari

Kontakt markalari	Tarkibi	Fizik xususiyatlari		
		Zichligi, g/sm ³	Qattiqligi HB, MPa	Maxsus elektrqarshiligi, $\mu\text{Om}\times\text{m}$
KMK-B20	W-Cu-Ni	12,1	1300	0,07
KMK-B21	W-Cu-Ni	14,0	1950	0,08
KMK-B22	W-Cu-Ni	15,0	2400	0,1
KMK-B23	W-Cu-Ni	8,0	5300	0,104
KMK-A60	W-Ag-Ni	13,5	1200	0,041
KMK-A61	W-Ag-Ni	15,0	1900	0,045
KMK-JM	70%Fe+30%Cu	7,8	1200	0,015
KMK-JMB	70%Fe+27%Cu+Bi	7,6	800	0,016

Jadvalda konstruktsiyasining materiallaridan kontaktlarni ishlab chiqarish kam eriydigan komponentning refrakter komponentidan kukunli g'ovakli

ramkaning kapillyar infiltratsiyasi usuli bilan amalga oshiriladi. Infiltratsiya qoplama usuli yoki immersion usul yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Infiltratsiya superpozitsiya usuli bo'yicha amalga oshirilganda, refrakter komponentdan yasalgan Pishirli g'ovakli ramka, ustiga qo'yilgan qattiq infiltratsiyalangan material bilan birga, himoya atmosferasi va tegishli haroratga ega bo'lgan pechga yuklanadi.

Immersion infiltratsiya holatida, oldindan eritilgan past erituvchi komponentga g'ovakli ramka kiritiladi. Olingan material deyarli hech qanday teshiklarni o'z ichiga olmaydi.

Agar infiltratsiya uchun ramka maxsus kukundan emas, balki eriydigan metallning tolalari yoki iplaridan tayyorlangan bo'lsa, mexanik xususiyatlarning oshishiga erishish mumkin. Bu nafaqat kuchni, balki eroziya qarshiligini ham oshiradi, bu esa kontaktlarning aşınma qarshiligining oshishiga olib keladi.

Kukunli kalit kontaktlari, ishqalanish juftligi bo'lib, unda yaxshi elektr kontaktga qo'shimcha ravishda, ishqalanishning past koeffitsienti ta'minlanishi kerak. Bunday holda, aloqa juftligi bir xil turdagi materiallardan iborat bo'lmasligi kerak, chunki bu holda ishqalanish yuzalari ish sharoitida ushlanib qoladi.

Kontakt juftligini tashkil etadigan materiallarning qattiqligi ham boshqacha bo'lishi kerak. Odatda, oqim o'tkazuvchi elementning materiali harakatlanuvchi kontaktga qaraganda qiyinroq bo'lishi kerak.

Antifriksiyani yaxshilash va qattiqlik nisbatini ta'minlash uchun materialga molibden disulfid, rux sulfid, grafit va boshqa qo'shimchalar shaklida qattiq moylash materiallari kiritiladi. Ba'zan past eruvchan metallar kiritiladi, ular aloqa jufti ishlashi paytida suyuq bo'ladi.[6]

Mis yoki kumush ko'pincha sirpanuvchi aloqa materialining asosi sifatida ishlatiladi.

Mis asosidagi sirpanuvchi kontaktlarning ishlashi ishonchli va pantograflar, tok kollektorlari ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Ushbu turdagi kontaktlarning vakillari 70 - 80% mis, qalay, temir, nikel va 2 - 5% grafitni o'z ichiga olgan

bronza-grafit kontaktlardir. Ular elektr motorlari uchun kollektor plitalarini, elektr poezdlari uchun pantograflarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Mis grafit materiallarining xususiyatlarini yaxshilash uchun mis bilan qoplangan grafit ishlatiladi. Bu qattiqlik, yakuniy kuch, elektr o'tkazuvchanligi va ishqalanish koeffitsientining pasayishiga olib keladi.

Ba'zan, mis-grafitli sirpanuvchi kontaktlarni o'rnatishda, materialga maksimal elektr o'tkazuvchanligini beradigan mis ramkasini yaratish kerak bo'ladi. Buning uchun eritilgan mis infiltratsiya orqali g'ovakli grafitga kiritiladi.

Kumush asosidagi sirpanuvchi kontaktlar tegishli komponentlarning kukunlari aralashmasidan tayyorlanadi. Qotishma qo'shimchalari sifatida qalay, nikel, kadmiy, kobalt va boshqa elementlardan foydalanish mumkin. Bundan tashqari, antifricion xususiyatlarini yaxshilash uchun volfram (WS) va sink (ZnS) sulfidlarining molibden disulfidi (MoS₂) shaklida qo'shimchalar qo'shilishi mumkin.

Kumush kontaktlar turli xil iqlim sharoitida mikroamperlardan ampergacha bo'lgan oqimlarda ishlashi mumkin.

Hozirgi vaqtda elektr kontaktlarini siljitish uchun materiallar sifatida temir va nikelga asoslangan bir qator materiallar taklif qilingan. Shunday qilib, pantograflar va kollektor plitalarining aloqa plitalari temirga asoslangan qotishmalardan tayyorlanadi (foizda):

- Nikel - 1 - 10;
- Mis - 5 - 10;
- Qalay - 1 - 5;
- Qo'rg'oshin - 8 - 20;
- Volfram nitridi - 1 - 10.

Pishirilgandan so'ng, ignabargli materiallar qalay va qo'rg'oshin qotishmasi bilan singdiriladi.

Yuqori tezlikda ishlaydigan elektr transportining hozirgi kollektorlari uchun temir qotishmasiga 0,5 - 5,0% Ni kiritiladi; 0,1 - 0,2% S; 0,5 - 5,0% Cu va qo'rg'oshin bilan singdirilgan.

Tekshiruv savollari

1. Metall va qotishmalarning kukunlarini fizikaviy usul bilan olishning asosiy turlari qaysilar?
2. Sferasimon yoki tomchisimon kukunlarini ishlab chiqarishda qaysi usuldan foydalaniladi?
3. Kukunlarni tozalashning magnitik metodini tushuntiring?
4. Kukunli elektrotexnik materiallari qaysi sohalarda foydalaniladi?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kiparisov S. S., Libenson G. A. Poroshkovaya metallurgiya: Uchebnik dlya texnikumov—3-e izd., pererab.— M.: Metallurgiya, 1991-152-402-404ccc
2. Spetsialnost: poroshkovaya metallurgiya. G.A.Libenson. Metallurgiya, Moskva, 1987 (9-24s., 31-44s.).
3. E. O. Umarov Materialshunoslik. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. – T.: Cho‘lpon nomidagi NMII, 2014 .-342b
4. Kiparisov S.S. , Libenson G.A. Poroshkovaya metallurgiya. M.: , 1991.-404c
5. Kukun metallurgiyasi asoslari fanidan o‘quv-uslubiy majmua Andijon 2020
6. Yangi materiallar texnologiyasi” fanidan o‘quv-uslubiy majmua Andijon 2020 -14-18.,62bbb