

NURMURODOV S.D. RASULOV A.X. RUZIEV U.N.

**EKSTREMAL SHAROITLARDA
ISHLATILADIGAN QATTIQ
QOTISHMALI METALL
KOMPOZITLAR
VA ULARNI TERMIK ISHLASH**



438
621.763
H87

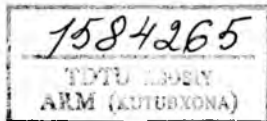
1. NUSXA

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

NURMURODOV S.D., RASULOV A.X., RUZIEV U.N.

EKSTREMAL SHAROITLARDA ISHLATILADIGAN QATTIQ
QOTISHMALI METALL KOMPOZITLAR VA ULARNI TERMIK
ISHLASH

TASNIPLANDI



Toshkent 2016

YŷK 621.74.04:669.14.018

КБК 34.647

H 87

Nurmurodov S.D.

Ekstremal sharoitlarda ishlatiladigan qattiq qotishmali metall kompozitlar va ularni termik ishlash [Matn] / Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Ruziev U.N. - Toshkent, ToshDTU, - 178 b.

Monografiyada bimetall kompozitlarni asosiy tashkil etuvchilari, ularni ishlab chiqarish texnologiyalari ko'rib chiqilgan, issiqlik fizikasi bilan bog'liq parametrlarning kompozitlarni paydo bo'lish sharoitlariga ta'sir jarayonlari modellashirilgan, bimetall kompozitlar birikish mustahkamligi material turi, fizikaviy xossalari hamda geometrik o'lchamlariga bog'langan xolatda optimallashtirilgan, bimetall kompozitlarni termik ishlashning mavjud yutuqlari tahlil qilingan va bir nechta yangi termik ishlov tartiblari taklif etilgan.

Monografiya materialshunoslik, quymakorlik, kukun metallurgiyasi, yangi materiallar texnologiyasi sohasidagi injiner-texnik va ilmiy xodimlar hamda oliy o'quv yurtlarining talabalari uchun mo'ljallangan.

Monografiya ToshDTU Ilmiy - kengash tomonidan nashrga tavsiya qilingan.

Retsenzentlar: t.f.d., prof. G. Bahadirov

t.f.n., dots. T.S. Xalimjonov

ISBN 978-9943-4725-3-2

YŷK 621.74.04:669.14.018

КБК 34.651

MUNDARIJA

Soʻz boshi	6
Kirish.....	8
1-bob.Ekstremal sharoitda ishlovchi asboblarning uchun metall asosli kompozitlarni ishlab chiqarish tadqiqotlari holati.....	15
1.1.Metall kompozitlar olishning usullari. Kompozit materiallarning sinflanishi .	15
1.2. Turli turdagi asboblarning olish uchun metall kompozitlarni quyish usullari	21
1.3. Modeli gazga aylanuvchan quymakorlik usuli.....	31
2-bob.Metall asosli kompozitlardan tayyorlangan asboblarning termik ishlashning nazariy asoslari.....	34
2.1.Poʻlatlarning qizdirganda boʻladigan oʻzgarishlar. Asbobsozlik materiallarini ishlash muddatlarini oshirish yoʻllari.....	36
2.2. Poʻlatni sovitishda boʻladigan oʻzgarishlar (austenitning oʻzgarishlari).....	38
2.3. Yumshatish	39
2.4. Normallashtirish	44
2.5. Toblash	44
2.6. Boʻshatish.....	50
3-bob. Turli maqsadlarda ishlatiladigan asboblarning uchun metall asosli quyma bimetall kompozitlar ishlab chiqarish texnologiyasi.....	52
3.1.Bimetall kompozitlar strukturaviy shakllanishining issiqlik fizikasi asoslari	53
3.2.Kompozitlarda strukturaviy shakllanishining umumiy asoslari	61
3.3. Tezkesar poʻlat - konstruksion poʻlat kompoziti oʻtish zonasi tuzilishi, struktura va xossalari.....	69
3.4. Qattiq qotishma - konstruksion poʻlat kompoziti oʻtish zonasi tuzilishi, struktura va xossalari.....	74
3.5. Molibden qotishma Mo-TiC - konstruksion poʻlat kompoziti oʻtish zonasi tuzilishi, struktura va xossalari.....	77
4-bob. Quyma bimetall kompozitlarning termik ishlash	81
4.1. Bimetall kompozitlarning termik ishlash tartiblarini ishlab chiqarishning umumiy prinsiplari.....	87
4.2. Tezkesar poʻlat - konstruksion poʻlat kompozitini termik ishlash.....	91
4.3. Qattiq qotishma - konstruksion poʻlat kompozitini termik ishlash.....	96
4.4. Molibden qotishmasi Mo-TiC - konstruksion poʻlat kompozitini termik ishlash	102

4.5. Termik ishlov berishda yuzaga keladigan nuqsonlar.....	107
4.5.1. Toblashda vujudga keladigan nuqsonlar.....	108
4.6. Nanotexnologiya va nanokompozitlar.....	110
5-bob. Turli asosli kompozitlar ishlab chiqarish asoslari	118
5.1. Dispers mustahkamlangan kompozit materiallar	135
5.2. Mustahkamlovchi elementi bir o'lchamli tolali kompozitlar. Metall matritsali tolali kompozitlar	137
5.3. Polimer matritsali tolali kompozitlar	138
5.4. Muhandislik plastmassalari	139
5.4.1. Ftoroplast	140
5.4.2. Poliamid	141
5.4.3. Polikarbonat	142
5.4.4. Elektrotexnik izolyasiya plastiklari	143
5.4.5. Turli maqsadlarda qo'llaniladigan plastiklar	144
5.5. To'ldirgichlar va plastifikatorlar.....	145
5.6. Shisha materiallar.....	146
6-bob. Bimetall kompozitlarni tadqiqot va sinash usullari	147
6.1. Bimetall kompozitlar uchun materiallar va ularni olish texnologiyalari	147
6.2. Bimetall kompozit o'tish qatlami strukturasi va tarkibini aniqlash.....	155
6.3. Bimetall kompozit xossalari tadqiqoti.....	158
6.4. Bimetall kompozit birikish mustahkamligini sinash	158
6.5. Bimetall kompozit ishchi elementidagi qoldiq kuchlanish miqdorini aniqlash	159
6.6. Bimetall kompozitlardan tayyorlangan turli sharoitda ishlaydigan buyumlari ishlab chiqarish sharoitda sinash.	161
6.7. Bimetall kompozitlar ishlab chiqarishga joriy etishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.....	162
7-bob. Kukun materiallaridan buyum yasash texnologiyasi. Kukun metallurgiyasi haqida ma'lumotlar.....	162
7.1. №25 stendi kirish qutisi roligini molibden kukuni yordamida ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqish.....	168
Hulosa.....	173
Adabiyotlar.....	175

SO‘Z BOSHI

Kompozitlar insoniyat sivilizatsiyada muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida kompozit materiallarga birinchi darajali ahamiyat berilmoqda, chunki ular asosida turli asboblarni ishlab chiqarish, O‘zbekiston Respublikasining asosiy yetakchi mashinasozlik hamda sanoat korxonalarini ishonchli, tayanch asbobsozlik tarmog‘ini yaratishda muhim ahamiyatga ega.

“Kompozitlar” tushunchasi “Kompozitsion materiallar” ma’nosini anglatadi. Kompozitsion materiallar har xil xossalarni komponentlarni mujassamlashtirish orqali olinadigan - sun’iy materiallardir. Kompozitlarni tashkil etuvchi komponentlardan biri matritsa (asos), ikkinchisi esa mustahkamlovchi (tola, zarrachalar) hisoblanadi. Matritsa sifatida polimerli, metalli, keramika va uglerodli materiallar ishlatiladi. Mustahkamlovchilar sifatida shishali, borli, uglerodli, organik, ipsimon kristallarning (karbid, borid, nitrid va boshqalar) va yuqori mustahkamlik hamda qattiqlikka ega metalli simlar xizmat qiladi. Kompozitlarni ishlab chiqarishda ularni tashkil etuvchilarining individual xossalardan samarali foydalaniladi. Kompozitlar materiallarning xossalari, komponentlarning tarkibiga, ular orasidagi miqdoriy nisbatlariga va birikish mustahkamligiga bog‘liq. Komponentlarni hajmiy nisbatini kombinatsiyalab, talab qilingan mustahkamlikka ega bo‘lgan, issiqbardosh, egiluvchan yoki maxsus xossalarga, masalan, magnit, mexanik, ayrim qismlari boshqa qismlaridan struktura hamda zarur xossalarga ega konstruksion materiallar olish imkoniyati mavjud.

Monografiyada ko‘tarilgan masalalar hamda keltirilgan materiallar bilan tanishish davomida o‘quvchilar materialshunoslikning zamonaviy yo‘nalishlarini rivojlanish bosqichlari haqida ma’lumotlarga ega bo‘ladilar. O‘quvchilar kompozitlarni struktura tuzilishining issiqlik fizikasi bilan bog‘liq parametrlarining o‘zgarish asoslarini, ularning xossalari, sanoatda ishlatilishi va konstruksiyalar uchun material tanlash hamda baholashni o‘rganadilar.

Monografiyaning maqsadi, o'quvchilarni bozor iqtisodiyoti sharoitida kompozitlar yaratishda dunyo hamda mamlakatimizda fan va ishlab chiqarish amaliyotda erishilgan yutuqlar hamda olib borilayotgan ishlar bilan tanishtirish va ushbu yo'nalishning rivojlanish yo'nalishlari to'g'risida ma'lumotlar bilan o'rtoqlashishdan iborat.

Ushbu fanni o'zlashtirishda shu soha bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga hamda ilmiy tadqiqot olib borayotgan katta ilmiy xodim – izlanuvchi va mustaqil tadqiqotchilarga amaliy yordam ko'rsatishdan iborat.

Monografiya so'z boshi, kirish, oltita bob, xulosa va 60 ta nomdan iborat foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Monografiyaning umumiy hajmi 180 betdan iborat bo'lib, 63 ta rasm, 24 jadvalni o'z ichiga oladi.

Monografiyada kompozitlarni yaratish, ularni tadqiq etishda foydalanilgan jihoz, qurilma va uskunalar hamda mualliflarni ilmiy tadqiqot ishlarida olingan natijalari keltirilgan.

Mualliflar monografiyani sifatini boyitishga qaratilgan barcha tanqidiy fikr-mulohazalar uchun kitobxonlarga odindan minnatdorchilik bildiradilar.

KIRISH

Fan–texnika taraqqiyoti natijasida iqtisodiyot va mashinasozlik sanoati jadal rivojlanmoqda. Iqtisodiyot va sanoatning rivojlanishi mustahkamligi yuqori, ishlatishga qulay, arzon, puxta materiallarni izlab topish va ularning chidamliligini oshirish ustida jiddiy izlanishlar olib borishni taqozo etadi.

Materiallarning ular qotishmalarining tarkibi, tuzilish va xossalarini, shuningdek ularning tuzilishi bilan xossalari orasidagi bog‘lanishlarni hamda ularni puxtalash usullarini o‘rganadigan fan *materialshunoslik* deyiladi. Kundalik hayotimizda materiallar ichida eng ko‘p metallar ishlatiladi. Metallar insoniyatga qadim zamonlardan ma‘lum bo‘lib, kishilik jamiyati moddiy madaniyatining rivojlanishida g‘oyat katta o‘rin tutadi. Darhaqiqat, iqtisodiyotning metallar ishlatilmagan biror sohasi yo‘q.

Mashina detallari uchun material tanlash masalasi va ularga ishlov berish texnologik jarayonida bir–biriga zid bo‘lgan masalalar mavjud. Masalan, uzoq muddat davomida xavf–xatarsiz ishlashni ta‘minlay oladigan mashina–mexanizmlar yaratishda qo‘llaniladigan detallar arzon, ixcham, bejirim, puxta bo‘lishi bilan bir qatorda yuqori sifatli materiallardan tayyorlanishi lozim. O‘z–o‘zidan ravshanki, bunday materiallarga ishlov berish tannarxning keskin oshishiga sabab bo‘ladi.

Bunday murakkab muhandislik muammolarini yechishda, ushbu monografiyada keltirilgan turli sharoitda ishlatiladigan quyma bimetall kompozitsiyalar ishlab chiqarishning yangi texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etadi. Qolaversa, bu yangi texnologiyalar ko‘pgina muhandislik muammolarini yechishda boshlang‘ich asos bo‘ladi. Kelgusida malakali muxandis xodimlar bo‘lib yetishishni niyat qilgan har bir insondan materiallar haqidagi yangi texnologiyalarni puxta o‘zlashtirish talab etiladi.

Qadim–qadim zamonlarda odamlar tosh, suyak kabi materiallarni ish quroli sifatida ishlatishgan. Bu materiallarni qayta ishlab, yerga ishlov berishda va ov qurollari yasashda foydalanganlar. Asta–sekin yog‘och, teri va loy kabi

materiallardan foydalanish o'zlashtirilgan. Bronza davrida metallurgiya sanoati paydo bo'ldi. Metall qotishmalarining tarkibini o'zgartirib, ularning xossalari boshqarish mumkinligi ma'lum bo'ldi va bu amaliyotda ishlatila boshlandi. *Temir davriga* kelib Osiyoda, O'rta Yer dengizi atrofida va Xitoy hududlarida ilk bor metallarni qayta ishlaydigan korxonalar vujudga kela boshladi.

O'rta Yer dengizi havzasida bronza asridayoq temir keng qo'llanilganligini amerikalik olim Jeyn Ualdbaum ishonchli dalillar bilan isbotlab berdi. Ammo uning tarkibida uglerod miqdori kam bo'lganligidan u sifat jihatidan bronzaga tenglasha olmagan va asosan oshxona anjomlari tayorlash uchun material bo'lib xizmat qilgan. Qadimgi Tailand aholisi temir bilan eramizdan taxminan 1600 yil avval tanish bo'lgan ekanlar.

Qadimgi Yapon metallurlari bundan bir yarim ming yil ilgari ham temir olish usulini bilishgan, ular uchun tarkibida juda ko'p miqdorda temir bo'lgan oddiy qum temir ishlab chiqarishda dastlabki xom ashyo bo'lgan.(Okayama prefekturasi). Qadimgi greklar esa metallarni ikkilamchi xom ashyo sifatida ishlatishga yetarlicha etibor berishgan.(3000 yil oldin). Afrikadagi Viktoriya ko'lining g'arbiy sohilida bundan 2000 yil muqaddam metall suyuqlantirilgan 13 ta metallurgiya pechlari topilgan bo'lib, ularda havo puflash yo'li bilan po'lat olishga imkon bergan.

Suv va havoning ishlatilishi metallshunoslik sanoatida yangi bosqichning rivojlanishida asos bo'ldi. *Metallni eritib, uni tozalash, puflash uchun havodan foydalanish, suyuqlantirilgan metallar haroratini oshirishga imkon yaratdi.* Natijada metallar zararli qo'shimchalardan tozalanib, ularning sifati yaxshilandi.

1856–yilda G. Bessemer, 1878–yilda S.Tomas va 1864–yilda P. Marten po'lat olishning yangi usullarini yaratishdi. 1856 yilning 12 fevralida ingliz ixtirochisi Genri Bessmer suyuqlantirilgan cho'yanni havo bilan dam berib tozalagani uchun patent oldi. "Men shuni ixtiro qildimki, deb yozgan edi Bessmer, agar metallga yetarli miqdorda atmosfera havosi yoki kislorod kiritilsa, u suyuq metall zarrachalarining kuchli yonishiga sabab bo'ladi,

haroratni saqlab turadiki yoki uni shu darajagacha oshiradiki, bunda metall cho‘yan holatidan po‘lat holatiga yoki bolg‘alanuvchi temir holatiga o‘tish vaqtida yoqilg‘i ishlatilmasdan suyuq holida qoladi”.

Jahon metallurgiyasi rivojida juda katta rol o‘ynagan, iste’dodli ingliz ixtirochisi nomini texnika tarixiga abadiy yozilishiga sabab bo‘lgan quyma po‘lat olishning bu yangi usuli hayotda shu tariqa o‘ziga yo‘l ochgan edi.

Rus olimi P.P.Anosov metallarning xossalari ularning kristall tuzilishiga bog‘liqligini aniqladi va birinchi bo‘lib metallarni ichki tuzilishini o‘rganishda mikroskopdan foydalandi. Yuqori sifatli po‘lat olishda ayniqsa P.P.Anosovning xizmatlari katta.

Metallshunoslik fanining rivojlanishida rus olimi D.K. Chernovning fazalar o‘zgarishi haqidagi nazariyasi juda katta turtki bo‘ldi.

Temir uglerodli qotishmalarni va termik ishlov berish jarayonlarini o‘rganish 1868 yilda e‘lon qilingan D.K.Chernovning “Lavrov va Kalakutsiyning po‘lat va po‘latdan ishlangan obzori hamda ushbu soha bo‘yicha D.K.Chernovning o‘z tadqiqotlari” maqolasi bilan boshlanadi. D.K.Chernov birinchi bo‘lib po‘latda kritik nuqtalar borligini ko‘rsatdi va temir-sementit diagrammasi haqida dastlabki tushunchani berdi. Keyinchalik temir-uglerodli qotishmalarni qurishga F.Osmond, Le-Shatele (Fransiya), R.Austen (Angliya), A.A.Baykov va N.T.Gudsov (Rossiya), Rozenbaum (Gollandiya), P.Gerens (Germaniya) va boshqalarning ishlari bag‘ishlandi.

Nemis olimi Ledeburning metallar strukturasi tushunchasi, ingliz fiziklari F. Laves hamda V. Yum–Rozerning yangi turdagi fazalarni kashf etishi fan rivojida katta hissa bo‘ldi.

Ichki yonuv dvigatellari kashf etilishi mashinasozlik, avtomobilsozlik, samolyotsozlik va raketsozlik sanoatlari rivojlanishida muhim asos bo‘ldi. Tabiiyki, sanoatning rivojlanishi yangi materiallar yaratish, ularning xossalarini yaxshilash ustida tinmay izlanishlar olib borishni talab etdi. Natijada takomillashgan domna pechlari, po‘lat eritiladigan Marten pechlari barpo etildi.

Po'latlarni payvandlash mumkinligini N.N. Benardos va N.G. Slavyanovlar ilmiy nuqtayi nazardan isbotlab berdilar.

Rus olimi A.M. Butlerov tomonidan 1881–yilda yaratilgan jismlarning kimyoviy tuzilish nazariyasi asosida quyi molekulali organik kimyoviy moddalardan polimerlar olish mumkinligi isbotlandi.

S.V. Lebedev 1909–yilda xossalari jihatidan tabiiy kauchukka yaqin materialni sun'iy ravishda oldi. Hozirgi vaqtda texnika rivojini sun'iy materiallarsiz tasavvur qilish qiyin. O'tkazuvchanligi yuqori materiallar, yarim o'tkazgichlar, sun'iy olmos hamda uglerod asosidagi boshqa materiallar kashf etildi.

Domna pechlarida sodir bo'ladigan oksidlanish–qaytarilish jarayonlari natijalarini hisobga olish mumkinligi, materiallar tuzilishi va texnologik jarayon haqidagi bilimlar yanada boyidi.

Turli ferroqotishmalar olish, po'lat olishning elektrometallurgiya usullaridan foydalanish po'lat sifatini oshirdi va juda ko'p legirlangan po'latlar olish imkoniyatini yaratdi.

Qotishmalar mustahkamligini oshirishning yangi usullari kashf etildi. Termik–mexanik, mexanik–termik va ikki marta qayta kristallash usulida termik ishlov berish kabi ilg'or texnologik jarayonlar yaratildi. Korroziyabardosh, olovbardosh, maxsus magnit xossalarga ega bo'lgan va ma'lum geometrik shakllarni "esida" saqlab qoluvchi qotishmalar kashf etildi.

Oxirgi yillarda materialshunoslik jadal suratlar bilan rivojlanmoqda. Bu atom energiyasi, elektronikaning rivojlanishi, kosmosni o'rganib tekshirish uchun yangi materiallarga bo'lgan ehtiyoj bilan tushuntiriladi.

O'zbek olimlarida ushbu yo'nalishda ilmiy tadqiqot olib borgan A.A. Muxamedov, V.V. Chekurov, S.U. Alimov, S.M. Shomaqsudov va boshqalarni ishlarini aytib o'tish kerak. A.A. Muxamedov va uning shogirdlari konstruksion po'latlardan tayyorlangan, turli sharoitda ishlaydigan buyumlarni ishlash muddatlarini oshirishda, ularni ikki marta qayta kristallash usulida

termik ishlash jarayonlarini tadqiq etishgan. Mashina detallarining ishqalanishda yemirilishga bardoshligi po'latning ichki strukturasiga bog'liq. Po'latga termik ishlov berishdan oldin uning ichki strukturasida zarur o'zgarishlarni sodir etish lozim. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida po'latning strukturasidagi dislokatsiyalar zichligi, karbid zarralarining miqdori va o'lchami, xamda abraziv zarrachalar ta'sirida metallning yemirilish bardoshligi orasidagi bog'lanishlar aniqlandi.

Hozirgi vaqtgacha po'lat va cho'yan ishlab chiqaruvchi qora metallurgiya, mashinasozlikning asosiy material bazasi bo'lib xizmat qilmoqda. Bu materiallar ko'pgina ijobiy sifatlarga ega va birinchi navbatda mashina detallarini yuqori konstruksion mustaxkamligini taminlaydi. Ammo bu klassik materiallar yuqori zichlik va kichik yemirilishga chidamlilik kabi kamchiliklarga ega. Yemirilishdagi yo'qotishlar po'lat va cho'yan ishlab chiqarishning yillik 20% ni tashkil qiladi. Shuning uchun ilmiy tekshirish ma'lumotlariga qaraganda 20 - 40 yildan keyin davlatni rivojlanishi ommaviy ravishda alyuminiy, magniy, titan asosidagi metall qotishmalariga moslashtiriladi. Bu yengil va mustaxkam qotishmalar dastgoh va mashinalarni 2 - 3 barobar yengillashtirishga, ta'mirlash xarajatlarini 10 barobarga kamaytirish imkonini beradi.

Mashinasozlikni rivojlanishi buyumlarni yuqori xizmat xossalarini ta'minlovchi, shuningdek ularni ishlab chiqarish va ishlatishda materiallar va energiya zahirasi tejavchi materiallar va texnologiyalarni qo'llashni talab qiladi.

Shtamplovchi va metall kesuvchi asboblarni yuqori xizmat xossalariga erishish bir vaqtning o'zida ularni ishlab chiqarishni arzonlashtirishni samarali vositalaridan biri kompozitsion materiallarning potensial imkoniyatlarini ochib berish imkonini beruvchi yangi termik ishlash turlarini ishlab chiqishni bimettall kompozitlarga keng qo'llash hisoblanadi.

Texnikaning turli sohalarida konstruksiyalarni ishlatish tajribasi va ko'psonli tajribalarning natijalari ko'rsatadiki, qoldiq kuchlanish texnikaning

ishonchliligi va umriboqiyligiga, konstruksiyalarning texnologikligi va metall hajmiyligiga, metall sarfi me'yorlari, mahsulot ishlab chiqarish birligi resurslarini tejashga ta'sir qiladi.

Ananaviy qotishmalarga nisbatan yuqori mustaxkamlikka ega, qattiqligi, charchashga qarshiligi va kam zichlikdagi issiqqa chidamliligi yuqori bo'lgan kompozitsion materiallarga bo'lgan qiziqish ancha ko'paydi.

Kompozitlar kobalt, nikel, xrom, molibden, niobiy, volfram kabi kamyob metallarni, shuningdek qora va rangli metallarni hamda ular asosidagi qotishmalarni samarali almashtirmoqda.

Hozirgi vaqtda asbobsozlik materiallarining kamyobligi ortishi bilan shtamlarni quyish usuli bilan ishlab chiqarishga bo'lgan qiziqish ortdi. Asosan bu asbobsozlik materialidan tayyorlangan ishchi element qo'yilmasi va quyma asos qismdan foydalanish yo'li bilan olingan bimetall shtamlar yaratishga tegishli. Ushbu usul ko'proq universal va samaraliroq hisoblanadi. Ushbu ishda shtamlar uchun bimetall kompozitlar ishlab chiqarishning yuqoridagi texnologiyasi asos qilib olingan.

Turli maqsadlarda ishlatiladigan metallkesuvchi, metallga ishlov beruvchi, shakl beruvchi, burg'ulovchi va boshqa asboblarni ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi. Mavjud asboblarni quyma bimetallarga almashtirishdan asosiy maqsad - qimmatbaho legirlangan po'latlar hamda mexnat sarfini qisqartirish, matritsa ishchi qismida siquvchi kuchlar paydo qilish, shuningdek termik ishlash natijasida hosil bo'lgan qoldiq kuchlanishlarni relaksatsion turg'unligini ta'minlash.

Qattiq qotishmali plastinkalarni presslashda matritsa ishchi qismi sifatida BK8 (DS 3882-74) qattiq qotishmasi qo'llanilgan.

O'ta qattiq materiallar sintezlashda ishlatiladigan diametri 150 mm bo'lgan matritsada ishchi qism sifatida BK6 (DS 3882-74) qattiq qotishma hamda molibden asosidagi Mo-TiC (DS 3882-74) qotishma va Mo-TiC-Ni-W-Fe sistemali qotishma ishlatildi.

Asboblarni tana qismi uchun material tanlashda, ularning tannarxi pastligi, oson topilishi, bimetall birikma hosil qilish imkoniyati, ishonchligi, turg'unligiga e'tibor qaratildi. Shu munosabat bilan quyma konstruksion po'latlarga kiruvchi 40XHMJI, 40XHMΦJI markali past legirlangan konstruksion po'latlar sinab ko'rildi.

Ushbu monografiyada quyma bimetall kompozitsiyalar haqida umumiy tushunchalar, metallar, metallurgiya, metallshunoslik, qotishmalar, mexanik sinov usullari, qiyin eriydigan metallar, ularning qotishmalari, qattiq qotishmalar, xossalari, ishlatilishi, ularga ishlov berish usullari, metall va qotishmalarning tarkibi, strukturalari, xossalari, nanotexnologiya, nanokompozitlar, kompozitsion materiallar, qiyin eriydigan metallarni vodorod muhitida tiklash jarayonlari va olingan o'ta disperss kukunlardan kukun metallurgiyasi usulida, juda og'ir sharoitda ishlaydigan metallarga shakl beruvchi asboblarning olishning zamonaviy texnologiyalari haqida ham muhim ma'lumotlar keltirilgan.

1-bob. Ekstremal sharoitda ishlovchi asboblarning uchun metall

asosli kompozitlarning ishlab chiqarish tadqiqotlari holati

Zamonaviy mashinasozlikda ishlatiladigan asbobsizlik materiallariga qo'yiladigan talablar ortib bormoqda. Intensiv o'zgaruvchan issiqlik va mexanik yuklanish ta'sirida ishlatilayotgan asboblarning, ishonchli ishlashini hamda turg'unligini ta'minlash, shuningdek yuqori mustahkamlikka ega va kamyob materiallarni tejashga bo'lgan talablar shular jumlasidandir.

Xozirgi vaqtda ko'p qatlamli metall kompozitlar yaratish muhim ahamiyatga ega. Ularni har xil konstruksiya, qurilmalarda qo'llash, Cr, Mo, Ti, Cu, Ni kabi kamyob va qimmatbaho rangli metallarni tejash imkonini beradi. Umuman yangi konstruksiyalarni ishlab chiqishni soddalashtiradi va buyumlarni ishlash muddatini hamda ishonchliligini oshiradi.

1.1. Metall kompozitlar olishning usullari. Kompozitsion materiallarning sinflanishi

Ko'p qatlamli metall kompozitlar olishning bir necha usullari mavjud bo'lib ularning har biri o'zining afzallik va kamchiliklariga ega. Shuning uchun ular biri birini inkor qilmaydi balki to'ldiradi va ko'p qatlamli kompozitlar kerakli miqdorda sanoat miqyosida ishlab chiqarishda bir necha usul yoki kombinatsiyalar bilan o'zlashtirish mumkin. Ularning har birini imkoniyatlarini bilish buyumning yuqori sifatini ta'minlash va uni tayyorlashda yaxshi iqtisodiy ko'rsatkichlarga erishish uchun konkret ko'p qatlamli kompozitni tayyorlashning nisbatan samaraliroq usulni tanlash imkonini beradi.

Ko'p qatlamli metallar olishning hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan hamma usullarini bir qancha umumiy belgilariga qarab sinflash mumkin:

konstruksiya turini tanlashga ko'ra sinflanadi;

tayyorlash texnologiyasini tanlashga ko'ra sinflanadi.

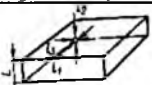
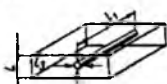
Kompozitlarni mustahkamlovchi (armirolovchi) elementlar geometriyasi va komponentlarning joylashishi bo'yicha sinflanadi (1.1, 1.2, 1.3-jadvallar). Kompozitlarni mustahkamlovchi (armirolovchi) elementlar geometriyasi va

komponentlarning joylashishi bo'yicha sinflanishi haqida to'liq ma'lumot [1, 2] ishlarda keltirilgan.

Kompozitlarni tashkil etuvchi matritsalar turli materiallardan iborat bo'lishi (1-rasm, a) va turli mustaxkamlovchi elementlar (1-rasm, b) dan ham tashkil topishi mumkin.

1.1-jadval

Komponentlarning geometriyasi bo'yicha kompozitlar sinflanishi

Komponent nomlanishi	Komponent geometriyasi	O'lchamlar munosabati
Nol o'lchovli		$\frac{l_1}{L} \ll 1; \quad \frac{l_2}{L} \ll 1; \quad \frac{l_3}{L} \ll 1;$
Bir o'lchovli		$\sim \frac{l_1}{L} \sim 1; \quad \frac{l_2}{L} \sim 1; \quad \frac{l_3}{L} \sim 1;$
Ikki o'lchovli		$\frac{l_1}{L} \sim 1; \quad \frac{l_2}{L} \ll 1; \quad \frac{l_3}{L} \sim 1;$

Komponentlarning geometriyasi bo'yicha kompozitsion materiallar uchta asosiy gruppalariga bo'linadi [2]:

1. Hamma uchta o'lchovi teng bo'lgan, o'lchovsiz komponentli kompozitlar. Bu gruppaga dispersligi (donalari) makrozarradan o'ta dispers zarragacha bo'lgan turli darajadagi zarralar yoki matritsa hajmida teng taqsimlangan granular bilan mustaxkamlangan materiallar kiradi.

Dispers-mustaxkamlangan materiallarda ko'pgina o'ta dispers zarracha va bir o'zakli n strukturalar yordamida dislokatsiyalarni hamda erish haroratiga qadar samarali to'xtatishni tashkil qiluvchi element-matritsa hisoblanadi.

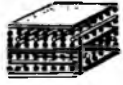
Komponentlar joylashuvi bo'yicha kompozitlar sinflanishi

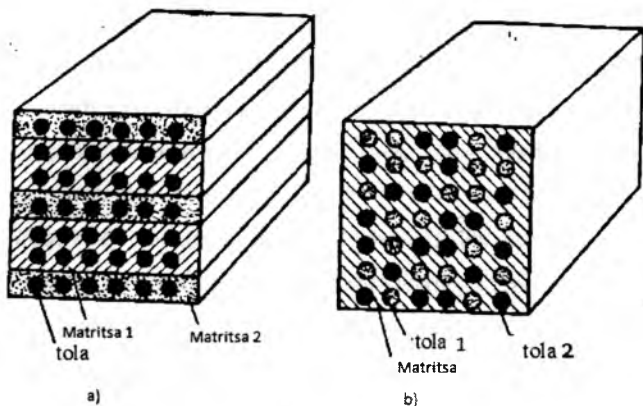
Komponent geometriyasi		Komponentlarni joylashuvi					
		Bir o'qli (chiziqli)		Ikki o'qli (tekislikli)		Uch o'qli (hajmiy)	
Nomlanishi	Belgilanishi	Sxemasi	Belgilanishi	Sxemasi	Belgilanishi	Sxemasi	Belgilanishi
O'lchovsiz	0		0:0:0		0:0:0		0:0:0
Bir o'lchovli	1		1:0:0		1:1:0		1:1:1
Ikki o'lchovli	2				2:2:0		

Bu guruh materiallariga misol sifatida zarra yoki granular bilan armirlangan, dispers-mustaxkamlangan materiallar, keramika asosli materiallar va boshqa metall hamda qotishmalarni keltirishimiz mumkin.

1.3-jadval

Komponentlari joylashuvi va o'zaro moslashuviga ko'ra kombinatsiyalashgan kompozitlar sinflanishi

Komponentlar joylashuvi	Komponentlar kombinatsiyasi			
	0. + 1	0. + 2	1 + 2	0. + 1 + 2
Bir o'qli		—	—	—
Ikki o'qli				
Uch o'qli			—	



1.1-rasm. Yarim matritsali kompozit

a) 1-matritsa, 2-tola shaklidagi sim; b) 1- matritsa, 2-tola shaklidagi simlar;

2. O'lchamlaridan biri boshqa ikkitasidan keskin farq qiladigan va elementar hajmning tavsifli o'lchami bilan o'lchanadigan bir o'lchovli komponentli kompozitsion materiallar. Bunday materiallarga sterjen yoki simlar bilan armirlangan, polimerlar, metallar asosidagi, borli va boshqa tolalar bilan armirlangan tolasimon kompozitsion materiallar misol bo'ladi. Matritsa armaturani (tola yoki boshqa mustaxkamlovchi elementlarni) shikastlanishdan saqlash uchun yagona monolitga mahkamlaydi. Matritsa shuningdek kuchlanishlarni armirlovchi tolalarga o'tkazadi, alohida elementlarni buzilish holatlarida esa kuchlanishni kompozitsion materialda taqsimlaydi.

3. Ikki o'lchami uchinchi o'lchamidan sezilarli katta bo'lgan kompozitsion materialning elementar namunasi tavsifli o'lchamlari bilan o'lchanadigan ikki o'lchovli kompozitlar. Bu gruppada materiallariga armirlangan kvazimonolit materiallar (AKM) bimettallar, turli polimetalli kompozitlar, masalan, galma gal qatlamli titan va alyuminiy yoki ularning qotishmalari misol bo'ladi.

Kompozitsion materiallar komponentlarning joylashuvi (armirlash sxemasi)ga ko'ra uchta gruppaga bo'linadi.

1. Tashkil etuvchilari matritsada bir biriga paralell taqsimlangan armirlovchi elementi bir o'qli joylashgan kompozitlar. Bunday armirlash sxemasi nol o'lchovli yoki bir o'lchovli komponentlar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

2. Tashkil etuvchilari tola shaklidagi simlar, sterjenlar matritsa tekisliklarida bir biriga paralell joylashgan armaturasi ikki o'qli joylashgan kompozitsion materiallar. Bunday armirlash sxemasi nol o'lchovli, bir o'lchovli yoki ikki o'lchovli elementlar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

3. Materialda bir yoki ikkita afzalroq yo'nalishni ajratish mumkin bo'lmagan holda komponentlari uch o'qli joylashgan kompozitsion materiallar. Bunday armirlash sxemasi bo'shliqda tartibsiz yo'nalishga ega bo'lgan nol o'lchovli yoki bir o'lchovli komponentlar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Kompozitsion materiallar olishning hamma usullari qattiq fazali, suyuq fazali va cho'ktirish texnologiyasiga bo'linadi.

Qattiq fazali usullar armirlovchi elementlar va matritsani dastlabki uyg'unlashuvi va ularni keyinchalik buyumda issiq presslash, toblash, prokatlash, diffuzion payvandlash, ekstruziya va boshqa metodlar yordamida kompaktlashdan iborat.

Armirlangan list va lentalarini qattiq fazali uyg'unlashtirish metodi bilan qavatli kompozitsion materiallar olishning birmuncha samaraliroq jarayoni prokatlash yoki diffuzion payvandlashdan foydalanib bevosita kompaktlash texnologiyasi hisoblanadi [3, 4, 5].

Qatlamli kompozitlarni olishda portlatib payvandlash ko'proq qo'llanilmoqda, bunda birikma qattiq fazada hosil bo'ladi. Portlatib payvandlash ko'p qatlamli listlar, yarim o'q, silindrik ashyolar, kompozitsion materialdan tayyorlangan buyumlar, tolalar bilan armirlangan va boshqalar tayyorlashda

ishlatiladi. Portlatib plakirovkalashda perimetr bo'yicha payvandsizlikning paydo bo'lishi, shuningdek payvandlangan plitalarni darz ketishi, ayniqsa qalin listli katta o'lchamli ashyolar birikmalari uchun tavsifli, asosiy muammolar bo'lmoqda.

So'ngi yillarda kompozitsion materiallarni sintez uslubi taglikka matritsa va armatura qatlamlarini ketma-ket qo'yish, ya'ni cho'ktirish uslubi rivojlanib bormoqda. Kompozitlarni qoplashning bir necha usullari mavjud: plazma bilan purkash; elektrolitik cho'ktirish; gaz fazasida cho'ktirish; vakkum bilan, emission va boshqa uslublar. Suyuq fazali uslublar qator afzalliklarga ega, asosiylari quyidagilar: murakkab tuzilishdagi kompozitsion buyumlarni minimal mexanik ishlash, yoki umuman mexanik ishlovsiz olish imkonini beruvchi; mo'rt kompozitlarga chegaralangan kuch ta'siri; kompozitlarni tuzishda komponentlarning keng nomenklaturasidan foydalanish; soddalashtirilgan apparaturaning ta'minlanganligi; yuqori ishlab chiqaruvchanlik; mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish va to'xtovsiz texnologik jarayonlarni amalga oshirish imkoniyati. Qoplamli kompozitlar ishlab chiqarishda quyish texnologiyalaridan istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Bu texnologiyalar mexnat unimdorligini sezilarli oshirish, shuningdek ishlab chiqarishni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish hisobiga, tayyor mahsulot tannarxini kamaytirish imkonini beradi. Natijada materiallar sarfi qisqaradi, mexanik ishlovda mexnat sarfi kamayadi va buyumlarning ishlash qobiliyati ortadi. Bundan tashqari, quyish texnologiyalari yordamida birday kompozitlar olish mumkinki boshqa uslublar bilan tayyorlash mumkin emas, yoki ratsional emas.

1.2. Asboblarni tayyorlash uchun metall kompozitlarni quyish usullari

Bimetall va ko'p qatlamli buyumlar olish usullarining ko'pligidan to'rtta texnologik usulni ajratish mumkin:

- bo'luvchi to'siqli qolipga suyuq qotishmalarni bir vaqtda yoki ketma - ket quyish;

- qolipga ikki yoki undan ortiq qotishmar ketma-ket quyish;
- qattiq xomakiga suyuq metallni muzlatish;
- quyma qolipiga yoki taglikka qo'shimcha joylashgan qattiq xomakiga suyuq metallni quyish.

Ko'p qatlamli quymalar olishning asosiy sharti biriktirilayotgan qismlar orasida metall bog'liqlikni hosil qilish, quyma bimetallar armirlangan quymalardan mexanik bog'liqligi bilan farqlanib, tashkil qiluvchi qismlari amalda alohida materiallarni xossalarini saqlaydi. Ko'rsatilgan gruppada uslublari jarayonning harorat tartiblari, biriktirilayotgan materiallarni tayyorlash tasnifi, himoyalovchi muxit va qoplamalarning tarkibi, elektromagnit maydonlariga ta'siri, tebranishlar, ultratovush va boshqalar bilan farq qiladi. Texnologik tartiblarni tanlashning har bir konkret holati payvandlanayotgan juftlikni harorati va kimyoviy tarkibi, qalinliklarining nisbati, nisbiy og'irligi, issiqlikni chiziqli kengayish koeffitsientlari, buyumlarning texnik axamiyatini hisobga olib amalga oshiriladi.

Amaliyotda quyma va xomakilarni bo'luvchi to'siqli qoliplarga suyuq qotishmalarni bir vaqtda yoki ketma-ket quyish bilan olishning bir qancha usullari ma'lum. Eriydigan metall to'siqni qolipga vertikal o'rnatish taklif qilingan bo'lib, ikki tomondan turli kimyoviy tarkibli cho'yanlar quyiladi. Muddatidan oldin to'siqni buzilmasligini va payvandlanayotgan metallarni siljishini oldini olish uchun qolip to'ldirilayotganda metall sathini bir xil ushlab turiladi. Texnologiya maxsus jihozlarni talab qilmaydi va ko'mir maydalash qurilmalari jo'valarini ishlab chiqarish uchun tavsiya qilinadi. Huddi shunday tarzda Bobruysk mashinasozlik zavodida (Rossiya) markazdan qochirma nasoslarning ishchi g'ildiraklarini tayyorlash hal qilingan: H4X28H2 cho'yanli g'ildirak iyagi (obod) va C420 cho'yanli stupitsa chegarasida o'rnatilgan bo'luvchi to'siq, qolipni metall bilan to'ldirishda erib ketadi. Bo'luvchi to'siqlarning borligi berilgan hajmdagi quymalarni aniqlangan hossalarni lokalizatsiyalash imkonini beradi.

Metallarni ketma ket quyishda qolipga qo'yilgan to'siqni birinchi quyilgan metall qisman qotgandan keyin bevosita ikkinchi metallni quyishdan oldin olib tashlanadi.

Ikkinchi metallni quyish jarayonida qotishmalar yaxshi payvandlanuvchanligini ta'minlaydigan birinchi quyilgan metallni qisman erishi sodir bo'ladi. Bu usul erish harorati keskin farqlanadigan qotishmalarni birlashtirish imkonini beradi. Bunday texnologiya masalan, 40x220x550 mm.o'lchamli termobimetallarni olishda ishlatiladi.

Bu gruppaga bimetall xomakilarni vertikal va gorizonta.l turdagi uzluksiz quyish qurilmalarida faqat "Qo'zg'almas quyma-qo'zg'aluvchan to'siq" sistemasi "Qo'zg'almas qolip-qo'zg'aluvchan quyma" sistemasiga almashtirilgan holda olish usuli ham kiradi. Uzluksiz harakat jarayonida kristallanayotgan quyma yetarli darajada qalin qatlam shakllanayotgan to'siq va zona yonida joylashtiriladi. Quymaning ikkinchi qatlami shaklini hosil qiladigan boshqa katalizatorga keladi. Bunda payvandlanish quymani kristallanib bo'lgan birinchi qatlamining qayta erishi natijasida yuz beradi. Bunday usullar kam mexnat talab qilishi bilan tasniflanadi. Bunga o'xshash texnologiyalarni turli maqsadlarda ishlatiladigan jo'valar olishni ichiga olgan, doimiy payvandlanadigan kesimga ega bo'lgan metallar olishda bimetall va ko'p qatlamli quymalar olinadigan quyuv sexlariga tavsiya qilish imkonini beradi. Gorizonta.l bo'linadigan yoki qo'zg'aluvchan to'siqli qoliplarga ketma-ket quyishni fasonli bimetall va ko'p qatlamli quymalar ishlab chiqarishda qo'llash mumkin.

Qolipga ikki va undan ortiq suyuq qotishmalarni ketma-ket quyish usuli UkrainaFAning «Problemi litya» ITda ishlab chiqilgan.

Termovaqtinchalik parametrlarni tadqiqotlari natijasida ratsional quyish sistemasini tanlash, kuchlanish holati, quymalarni geometrik va o'lcham aniqliklarini o'rganishda qolipga avtomatik quyuv sistemalari orqali korpusli va bazaviy dastgoh detallarini qatlamli quyish jarayonlarining umumiy

qonuniyatlari o'ratilgan. Ikki qatlamli quymalarda kuchlanishlarni kamaytirish, qiyshayishni kamaytirish, dempfirovchi qobiliyatlarini ko'tarish dastgohlar parki ishlarini aniqligini oshirish, ishlash muddati va ishonchligini oshirish imkonini beradi. Bu jarayonning yana bir afzalligi xrom, kremniy, kalsiy va boshqa kamyob va arzon bo'lmagan elementlardan iborat kompleks cho'ktirmalar bilan uni alohida pechsiz ishlab yagona suyuq cho'yan bazasida ikki qatlamli buyumlar olish hisoblanadi.

Qatlamli quyilgan metallar payvandlanishining ancha qisqa temperatura oralig'i, quymalarning o'tish qismi uzunlik va balandlik o'lchamlarining nomaqbulligi va kattaligi uning kamchiliklariga kiradi.

Quyma qolipini to'ldirish jarayonida metall yuzasining birinchi qatlamiga qoplanadigan shlak qoplamalardan foydalanish bu yo'nalishda yangi hisoblanadi. Bu metallarni keng harorat oralig'ida payvandlash, quymani o'tish qismida uzunlik va kesim o'lchamlarini stabillash, keyingi qatlamlar sifatida erish harorati pastroq bo'lgan, masalan mis, bronza, latun metallarini ishlatish imkonini beradi.

Bu gruppaga shuningdek buyumlarni qoliplarga qatlamli quyishning markazdan qochirma usullari kiradi.

Yaponiyaning «Cubota Iron and Machinery» firmasi issiqalayin va sovuqalayin prokatlash stani yarim o'qi uchun ikki qatlamli prokatlash jo'valarini markazdan qochirma quyish usulida tayyorlaydi. Gorizontall o'q atrofida aylanayotgan qolipga dastlab jo'vani tashqi qismini hosil qilish uchun legirlangan metallni o'lchangan ulushi quyiladi. Legrirovchi metall bilan birgalikda metallni ichki yuzasini 0,3-1,0 mm. qalinlikda qoplovchi flyus quyiladi. Keyin hosil bo'lgan bo'shliqqa bochkani o'zagi va val bo'yinchasini hosil qiluvchi yuqori sifatli cho'yan quyiladi.

Og'irligi 14 tonna, diametri 1916 mm va uzunligi 10200 mm, bo'lgan qog'oz yasovchi mashinaning ikki qatlamli jo'valarini quyishda birinchi qatlam metall yuzasiga ular likvidus haroratiga yetganda himoyalovchi flyus kiritishdan

foydalaniladi. Metallning ikkinchi ulushi birinchi qatlam harorati solidus haroratidan 5°C past bo'lgandan keyin quyiladi. Bunda birinchi qatlamni ikkinchi metall ulushida qayta payvandlanishi kuzatiladi.

Ammo quyma xomakilarning og'irligi kamayishi bilan quyish tartiblarining nostabilligi texnologiyaning sezgiriligini ko'taradi. Tavsifli namuna sifatida ichki yonuv dvigetellarining ikki qatlamli silindrik gilzalarini futerovkalanmagan qolipga markazdan qochirma usulda quyish texnologiyasi xizmat qilishi mumkin. Legrlangan cho'yanning ikkinchi ulushi cho'yan birinchi ulushi ichki yuzasi harorati sovitishda solidus haroratiga yetganda quyish amalga oshiriladi. Bunday texnologiyadan faqatgina aniq ulushlangan avtomatik tartibda va suyuq metallni qolipga berishda, hamda metall birinchi ulushini belgilangan oraliqda tugashi va ikkinchi ulush quyilishi oldidan ratsional foydalanish mumkin.

Ikki qatlamli quymalarni markazdan qochirma quyish usulida sintetik shlaklardan foydalanish quymalarni ichki yuzalarini oksidlanishdan ishonchli himoya qiladi va turli metallarni mujassamlashtirgan metall juftliklarni sifatli payvandlanishini kafolatlaydi. Sintetik shlaklar metallarni payvandlanish harorati oralig'ini va ularni kimyoviy tarkibini hisobga olgan holda tanlanadi.

Qatlamlarni sifatli payvandlanishini amalga oshirish uchun shlaklarni ishchi haroratlari $800-1300^{\circ}\text{C}$ atrofida tavsiya qilinadi. Shlaklar kukunsimon qorishmalar yoki eritmalar ko'rinishida foydalaniladi.

Ikki qatlamli buyumlarni olishda qolipga qatlamli quyishning ma'lum bo'lgan usullaridan, quyilgan metallning kristallanish hajmiga metallning kristallanmay qolgan qismini ketma -ket boshqa kimyoviy tarkibdagi qotishma bilan qolipni bir vaqtda to'ldirishni ajratib ko'rsatish mumkin. Bunday jarayonlar, masalan, prokat jo'valarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Tashqi qatlam qattiq va yeyilishga bardoshli legrlangan qotishmalardan, o'zak qismi esa kulrang cho'yandan tayyorlanadi.

Shunisi tasnifli-ki, ta'sir yuzalarini oksidlanishdan himoyalovchi muhit bevosita suyuq metallning birinchi ulushi hisoblanadi. Bu quymalarning o'tish qismini yuqori fizika-mexanik xossalarini quvvatlaydi. Jarayon maxsus jihozlarni talab qilmaydi, oddiy amalga oshiriladi, lekin yaroqli quyma chiqishini 35-60 % gacha keskin pasaytiradi.

Bimetallarni suyuq metallni qattiq xomakiga muzlatib olish uslublarining afzalligi, lenta, prutok, sim shaklidagi dastlabki olingan xomakilar qizdiriladi va keyin boshqa tarkibli suyuq metall qotishmasi solingan vanna orqali o'tkaziladi. Xomakilarni suyuq metall vannasi orqali harakatlanishi jarayonida kontakt chegarasida oksid plyonkalarini buzilishi sodir bo'ladi, qotishma qattiq asosni namlaydi, natijada birlashtirilayotgan metallar orasida diffuzion jarayonlarni sodir bo'lishi sharoiti yaratiladi. Maxsus sovitish qurilmasi qoplamani qotishini katta tezligini ta'minlaydi. Lentani gorizontaal yoki vertikal yo'nalishda tortib bir tomonli yoki ikki tomonli qoplamalar olish mumkin.

Hosil qilingan muzlatilgan qatlam qalinligini turg'unligini taminlash maqsadida xomakilarni profillari chetki qisimlariga bosim ostida ishlov beriladi, bazi hollarda bo'ylanma yo'nalishda qotishma oqimiga to'siq bo'luvchi ko'ndalang qovurg'alar qilinadi. Hajmiy muzlatish uslublariga, sovituvchi jo'valar orqali quyilgan metall bilan birga xarakatlanayotgan ikkita lenta orasiga metall quyish kiradi. Ko'rsatilgan uslublar avtomobilsozlik, traktorsozlik, aviasozlik va sanoatning boshqa tarmoqlarida podshipnikli bimetalldarni ommaviy ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Boshqa texnologik yo'nalishdagi uslub E.O. Paton nomidagi Ukraina FA elektrosvarka institutida [5] ishlab chiqilgan – erish harorati kam farq qiladigan payvandlanadigan metallardan bimetalldan buyumlar ishlab chiqarishda muzlatish hisoblanadi. Uning afzalligi muzlatish uchun nikel-xrom-bor-kremniy yoki temir-xrom-kremniy-marganets-bor karbidi sistemasi asosli o'zi flyuslanadigan qotishmalardan foydalanish hisoblanadi. Sanoatda bu uslub ekskavator kovshi tishlarini mustaxkamlashda, dizel klapanlarini, stator yakorlarini va boshqa

detallarni tiklashda qo'llaniladi. Jarayonning asosiy kamchiligi – g'ildirak, vtulka va boshqa quymalarni o'zi flyuslanadigan qotishmalardan va xomakilarni konstruksion materiallardan olish katta hajimdagi tayyorgarlik ishlarini talab qilishidir.

Amerikaning «U.S. Smelting Refining and Mining Co» firmasi to'xtovsiz uzatilayotgan xomakiga suyuq metallni muzlatishning to'xtovsiz quyish usulini taklif qildi. Bunday usul bimetall trubalarni olishda ishlatiladi[6].

To'xtovsiz uzatilayotgan xomakiga suyuq metallni muzlatib to'xtovsiz quyish mis qotishmasidan xomakilar va prutoklar ishlab chiqarishda ba'zi ko'rinishlarni oldi[6]. Bu jarayonning mohiyati shundan iboratki, xomaki dastlab qizdiriladi, keyin yuza qismi qoplanadigan suyuq qotishma quyiladigan katalizatorga keladi. Oksidlanishning oldini olish uchun xomaki ximoyalovchi flyuslar bilan qoplanadi yoki inert gaz muhitida qizdiriladi.

To'xtovsizlik bu uslublarning afzalliklari hisoblanadi. Ammo nazariy asoslarning yaxshi ishlab chiqilmaganligi va jihozlarning murakkabligi sababli ular keng tarqalmadi.

Bimetall quyma buyumlar olish uslublarining ko'pchiligi suyuq metallni qattiq asosga quyish hisoblanadi. O'zining texnologik imkoniyatlari, quyilayotgan buyumlarning nomlanishi, bog'lanayotgan metallarning turlariga qarab bu uslublarni deyarli universal deb hisoblash mumkin.

Erish harorati keskin farq qiladigan metallardan bimetall buyumlar olish jarayonining tasnifi afzalligi, keyinchalik unga oson eriydigan qotishma yoki maxsus flyus qatlamlar qoplash, qattiq metallni dastlabki mexanik, kimyoviy va elektrokimyoviy tayyorlash hisoblanadi. Bunda qattiq metallni qo'rg'oshin va qalay asosli qotishmalar bilan namlash yaxshi natija beradi[7-12].

Bitta buyumda har xil metallarning xossaligidan samarali foydalanishning yorqin misoli temir-alyuminiy asosidagi bimetall quymalar hisoblanadi. Ularni olishning mavjud usullari, asosan armatura tayyorlash tasnifi, qotishma tarkibi va issiq altirlash tartiblari bilan farq qiladi. Temir-alyuminiyli bimetall quymalar

avtomobil va mototsikl dvigatellarini havoli sovutish silindrlarini, porshenlar, tormoz barabanlari va boshqa detallarni ishlab chiqarishda keng tarqaldi. Bimetall quymalar olishning bu usullari amaliyotda mahsus quyish uslublari: kokilga (metall qolipga) quyish, bosim ostida quyish va boshqalar bilan yaxshi mujassamlashadi.

Temir-misli bimetall quymalar olish usullari, zanglar, oksidlangan qatlammi va yog‘ dog‘larini yo‘qotish maqsadida qattiq xomakiga avvalo mexanikaviy, kimyoviy va elektrokimyoviy ishlov berishni talab qiladi. Po‘lat yoki cho‘yan xomakilarni yuzalarini mis yoki uning asosidaga qotishmalar bilan namlashda flyuslardan foydalaniladi. Flyus sifatida toza bura yoki uning bor angidridi bilan aralashmasi va ishqoriy metallarning xlorli tuzlari qo‘llaniladi.

Bimetall buyumlarni tayyorlashda shixtani qattiq xomaki ichida bir vaqtning o‘zida uni gorizontall o‘qi atrofida aylantirish bilan eritish usuli keng qo‘llanilmoqda.

Kukunsimon flyus va bronza kukunlari aralashmasidan iborat shixtani eritish, yuqori chastotali toklar, elektr yoyi yordamida va boshqa qizdirish ko‘rinishlarida amalga oshiriladi. Bunday usullar bilan ikki qatlamli po‘lat-bronza, cho‘yan-bronza quymalar olinadi. Bu gruppaga bimetallarni olishning metall qolipga boshqa materialli suyuq qotishmani quyish usuli kiradi. Agar metallning erish harorati quyilayotgan qotishmaning erish haroratidan baland bo‘lmasa, uni amalga oshirish oson. Aks holda qotishmani quyish vaqtida sovitish kerak bo‘ladi. Bunday usul misli, latunli va bronzali rangli metall qotishmalaridan tekis bimetall quymalar olishda qo‘llaniladi.

Quyishdan oldin qattiq xomakini tayyorlashda ishlatiladigan usullardan biri oraliq qoplama rolini o‘ynaydigan tez eriydigan metallarning yupqa plyonkasi bilan qoplash hisoblanadi. Masalan, bazaviy dastgoh detallarini tayyorlashda po‘lat yo‘naltiruvchida $500-600^{\circ}\text{C}$ haroratda 0,16 mm qalinlikdagi himoyalovchi rux qatlami hosil qilinishi bilan qolipga o‘rnatiladi va cho‘yan quyiladi [13].

Ko'pchilik tadqiqotchilar qattiq xomakilarni yakuniy ishlamlarini 5% li bura eritmasida yoki flyus bilan amalga oshirishni tavsiya qiladilar.

Bir necha bimetall quymalarni bir vaqtning o'zida tayyorlash usullari [14] ma'lum: bazaviy quymalarni qolip bo'shlig'iga joylashtiriladi, shundan keyin suyuq metall ketma-ket tegib turgan yuzalarni qoplanishini taminlovchi xar bir seksiyani to'ldiradi, tegib turgan yuzalar sathi to'lishi bilan qolipni suyuq metall bilan oxirigacha to'ldiriladi.

Qatlamli kompozitlar turli maqsadlarda ishlatiladigan ikki qatlamli shtamplovchi asboblarda tayyorlashda ancha istiqbolli hisoblanadi. Har xil xossal materiallarni mujassamlashtirib, qalinliklarining nisbatlari va qatlamlarning o'zaro joylashuvini maqsadli yo'naltirib shtamp xomakilarning xossalarini o'zgartirish; kamyob va qimmatbaho legirlangan po'latlarni tejash bilan bir vaqtda buyumlarni sifatini yaxshilash, ularni ishonchliligi va ishchanligini ko'tarish.

Ukraina FA E.O. Paton nomidagi Tashqi iqtisodiy aloqalar institutida «Azovmash» ICHB bilan birgalikda ko'p qatlamli quyma temirchilik shtamplarini elektroshtakli qizdirishni qo'llash bilan quyish texnologiyasi ishlab chiqilgan [15].

Pressli shtamlarni konstruksiyalashda shtampovkalarining murakkabligi xal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lib bu shtamlar mexanik ishlovlarda tiklanmaydi. Mualliflar tomonidan keltirilgan quyma ikki qatlamli shtamp kubiklari (po'lat 45-po'lat 5XHM) metallini xossa va tarkiblarini tadqiq qilish texnologiyalari ko'rsatishicha bimetall xomakilar sifati bo'yicha mustaxkamlangan monometallardan qolishmaydi. Shtamlarni sinash «Azovmash» ICHBda ishlab chiqarish sharoitida temirchilik presslash sexida statistik nazorat uslubida amalga oshirildi. Shtamlarning turg'unligi talab qilingan o'lchamdagi shtampovkalar olish soni bilan aniqlandi.

Mustaxkamlangan shtamp metallarining sifatini tadqiq qilish va ishlovchanlik sinovlari ma'lumotlarini tahlil qilish, avariya yoriqlar hosil

bo'lishining asosiy sababi shtampni ishlatilish jarayonining buzilishi ekanligini ko'rsatdi. Ikki qatlamli quyma shtampalar mo'rt buzilmaydi. Bu ishlab chiqilgan xossa va kuchlanishlari shtamp balandligi bo'yicha muvofaqiyatli taqsimlangan optimal strukturali ikki qatlamli shtamp konstruksiyasi (40% po'lat 5XHM - 60% po'lat 45), katta konstruktiv mustaxkamlik zahirasiga ega. Shuning uchun ishlatilishda avariya holatlaridagi buzilishlar ehtimoli kam. Bolg'alangan shtamlarni ishdan chiqish sabablarini keltirib chiqaruchi kuchlanishlar konsentratlari atrofidagi yoriqlar (37%), elementlarning yeyilishi va deformatsiyasi (25%) bo'lsa, quyma ikki qatlamli shtamlarda bolg'alangan shtamlardagidan ko'ra kech paydo bo'ladigan va sekin rivojlanadigan kompleks yeyilish (57%) va yoriqlar (29%) sabab bo'ladi. Statistik nazorat shuni ko'rsatdiki, quyma bimetall shtamlarning kapital ta'mirlashgacha bo'lgan turg'unligi bolg'alangan shtamlardan 1,5-1,7 marta katta [16].

Ko'p qatlamli buyumlar olishning yuqorida ko'rib o'tilgan usullari uchun bir oz chetlanishga yo'l qo'yib 1.4-jadvaldagi klassifikatsiyasini keltirish mumkin.

Usullardan qaysi biri eng yaxshi ekanligini aniqlab bo'lmaydi. U yoki bu usulni tanlashda juda ko'p faktorlarni hisobga olish kerak bo'ladi: buyumning og'irligi va o'lchamlari; ko'rsatiladigan talablar; ishlatish sharoiti; birlashtirilayotgan metallarning texnologik va fizika-mexanik xossalari; texnologik jarayonlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish imkoniyati va boshqalar.

Ko'p qatlamli quyma buyumlar olishning deyarli xamma xolatlarida alohida qotishmalarni orasidagi metall bog'liqlikni ta'minlash vazifasi qo'yiladi. Shuning uchun bu vazifani ko'proq hal qila oladigan usullar istiqbolli hisoblanadi. Bu holatda suyuq qotishmani himoya qobig'ili xomakiga quyishni o'z ichiga olgan usullarga berish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Ko'p qatlamli quyma buyumlar olish usullarining klassifikatsiyasi

Usullarning klassifikatsiyalanishi			
Suyuq qotishmalardan foydalanib quymalar olish		Qattiq xomaki va suyuq qotishmalardan foydalanib quymalar olish	
Suyuq qotishmalarni bo'lingan devorli qolipga quyish	Suyuq qotishmalarni qolipga ketma - ket quyish	Suyuq metallni muzlatish orqali	Quyma qolipida joylashgan qattiq xomakiga suyuq metallni quyish orqali
To'siq erishi bilan bir vaqtda quyish	Quyish sistemalarining har xil kattaliklaridan	Xomakini suyuqlikka botirish orqali	Xomakini eritib borish orqali
To'siqni olib tashlab ketma - ket quyish	Himoya qobiqlarisiz markazdan qochirma usulda	Xarakatlanayot -gan xomakiga quyish orqali	Xomakini oraliq metall qatlam bilan dastlabki qoplash orqali
Kristallizator larga uzluksiz quyish bilan	Himoya qobiqlari bilan markazdan qochirma usulda		Sintetik shlaklar qatlami ostida xomakini dastlabki qizdirish orqali
	Quyilgan metallni qisman kristallantirish va metallni kristallanmagan hajmini to'kish orqali		Shixtani ichkarida yoki xomakida eritish orqali

Quyma shtamlarni qo'llash quyidagi afzalliklarni beradi:

- shtamp narxining ancha pastligi; quyma narxining balandligiga qaramasdan, shtampga keyingi mexanik ishlov berish uni 25%ga arzonlashtiradi;
- tayyorlashning tezligi va mutaxassis dastgohchilar malakasining yuqori emasligi;
- yeyilishgacha katta muddat xizmati;
- buyumlarni o'Ichamlarini ancha aniqligi;

- shtamp tannarhini va ishlatishda unga xizmat ko'rsatish vaqtini kamayishi.

Shuni hisobga olish kerakki, quyma shtamlarni ular to'liq yeyilgandan keyin, yangi shtamlarni qayta quyish uchun shixta sifatida ishlatish mumkin [17].

Shuni aytib o'tish kerakki shtamlarning quyma xomakilari alohida sharoitlarda ularni ko'proq yuqori turg'unligini taminlovchi quyma qotishmalarni tanlash timkonini beradi. Quyma shtamplovchi asbobni olishda ma'lum bo'lgan quyish usullaridan [18, 19] sifat ko'rsatkichlari bo'yicha termoreaktiv va sovuqlayin qotuvchi qorishmalardan tayyorlangan, keramik va qumli qoliplarga quyish va modeli eriydigan qoliplarga quyish [20-25] yaxshiroq natija berdi.

Biroq bu usullar quyidagi kamchiliklarga ega:

- tayyorlash davrining ko'p mexnat va energiya talab qilishi;
- keramik, termoreaktiv va sovuqlayin qotuvchi qorishmalardan ko'p miqdorda zararli toksik moddalarning ajralib chiqishi.

Bundan tashqari, bu usullardan bimetall kompozitlar yaratishda foydalanish texnologik tartiblarning qiyinligi, ba'zida bajarib bo'lmasligi qiyinchiliklar tug'diradi.

1.3. Modeli gazga aylanuvchan quymakorlik usuli

Bu usul 1958 yilda patentlangan. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, bo'lg'uvsi quymaning modeli polistiroidan tayyorlanadi. Model quriq kvars qumi bilan qoliplanadi va ajralmaydigan qolip hosil bo'ladi.[26-28].

Metall quyish sistemasi orqali bevosita qolipga quyiladi, erigan metall ta'sirida polistirol gazga aylanib paydo bo'lgan bo'shliq erigan metall bilan to'ladi. Bu usulning o'zgachaligi uning afzalliklarini belgilaydi[26, 27]:

- quymalar aniqligining yuqoriligi, model chiqarish operatsiyasining yoʻqligi, yigʻishda oʻzak va qolipni siljimasligi mexanik ishlashni kamaytirish imkonini beradi;

- toʻliq konfiguratsiyali quymalarni tayyorlash jarayonini soddalashtiradi, oʻzaklardan, qolipni ajraluvchan qisimlaridan foydalanish zaruriyatini tugʻdirmaydi, quymalarni tozalash va qum toʻkish jarayoni albatta yengilashadi;

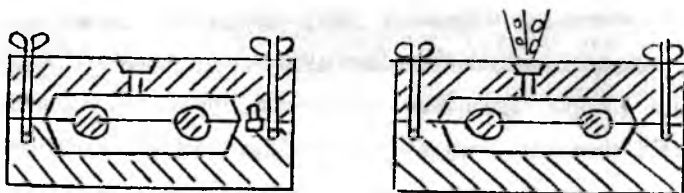
- quyma tayyorlash jarayonlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish imkoniyatlari kengayadi.

Modellari gazga aylanuvchan quyish usulining muhim texnologik afzalligi quyma metalli bilan model gaz mahsulotlarining oʻzaro taʼsiri hisoblanadi. Ular quyilayotgan metallning uglerod bilan birmuncha boyishida, qolip yuzasida tiklanuvchi xossalari polistirol bilan ajralgan uchuvchi mahsulotlar hosil qilgan ortiqcha bosim, gʻovaklarni hosil boʻlish ehtimolini kamaytiradi, qolip yuzasini suyuq metall bilan bir tekis toʻlishini taminlaydi va quyma yuzasida oksid pardalarini xosil boʻlishini oldini oladi.

Chiqarib olinmaydigan modellardan foydalanish, maxsus formalovchi qorishmalarning kerakmasligi, qolip yuzasida quymalarni butun kristallizatsiyalanish davrida tiklanuvchan atmosferani yaratish[26] modellari gazga aylanuvchan quyish usulini yuqori aniqlikdagi bimetal quymalar olish uchun juda istiqbolli qiladi.

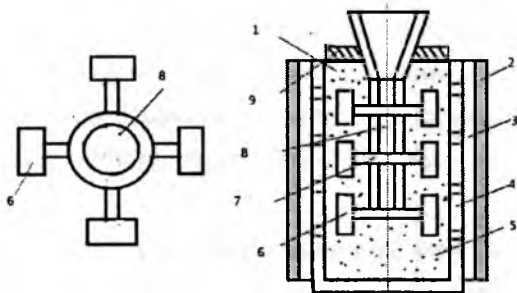
Bu uslubda penopolistirol press qoliplarda shakllari tayyorlanadi va bloklarga yigʻiladi. Shaki ichiga model solinib quyish sistemasi va oʻzak oʻrnatiladi va qum bilan sepiladi, soʻng erigan metall quyiladi. Ergan metall modelni kuydirib uni oʻrni qolip ichida egallaydi. Quyma sovigandan keyin qoqib chiqariladi va tozalanadi. Penopolistirol tayyorlanishi: korxonaga penopolistirol mayda dumaloq diametri 1-2 mm boʻlgan xolda keltiriladi. Uni bir ishirib olish zarur boʻladi. Buning uchun polistirol donachalarini avtoklavga issiq suvga 1-3 daqiqaga solib olamiz va ochiq havoda yoki issiqxonada

quritamiz, so'ng fraksiyalarga ajratamiz. Press-shakllar (shakllar alyuminiydan yoki po'latdan) tayyorlanadi.



1.2-rasm. Press-qolip (shakllar alyuminiy qotishmasidan) tayyorlanadi.

Model tayyorlashga polistirol donachalarimiz tayyor bo'ldi endi uni shakllarimizga to'ldirib, uni issiq bug'ga avtoklavga solamiz va 4-6 atm. bosim berib 1-3 daqiqa shu xolatda ushlab turamiz. Undan so'ng sovuq suv sepilib sovitiladi va press- shakl ajratilib ichidan tayyor polistiroidan tashkil topgan modelimizni chiqarib olamiz. Keyin bloklarga yig'ish ishlari olib boramiz. Yig'ishdan oldin modellarga bo'yoq berilsa quymalarnig sirti toza va tekis chiqadi.



1.3-rasm. Shakl

yig'ish. 1. Opoka

2. Ugolok 3. To'r
(setka) 4. Gaz chiqish

tuynigi 5. Qum

6. Model 7. Stoyak

8. Quyish sistemasi.

9.Yuk.

Qoliplash materiali sifatida, katta zarrali markasi 1KO20 bo'lgan qumlar ishlatiladi. Katta zarrali qumlardan gazlar yaxshi chiqib ketadi. Mazkur usulning afzalligi shundaki u, qo'shimcha ravishda model tayyorlashga imkon beradi, samaradorlik oshadi, unga katta bo'lmagan tuynuklar ochish mumkin, mexnat sharoitini yaxshilaydi, quyma ustiga yupqa boshqa qatlam sifatida quyma tushirish mumkin. Quymalar quyib sovutilgandan so'ng formadan qum to'kib

olinadi ,tayyor quyilgan bloklar tozalashdan o'tadi chunki ustida o'tga chidamli qumlarning qoldiqlari bo'ladi.

Quymalar qobig' qoldiqlaridan tozalanib quyish sistemasining qoldiqlaridan ajratish uchun ajratuvchi stol ustiga keltiriladi .Bu qoldiqlardan vibratsiya, gaz yordamida kesish bilan ajratiladi. Qumlar esa transporter tasma va elevator yordamida formalash bunkeriga yetkaziladi va qayta ishlanadi. Qobig' qoldiqlari asosan 45-55% NaOH va KOH tarkibli aralashmaning qaynab turgan suvida eritiladi.

Modeli gazga aylanuvchan quyish usulidan foydalanib bimetalli shtamplar ishlab chiqarish haqidagi ma'lumotlar adabiyotlarda keltirilmagan.

2-bob. Metall asosli kompozitlardan tayyorlangan asboblarni termik ishlashning nazariy asoslari

Temir-uglerodli qotishmalarining ichki tuzilishiga ta'sir etish orqali ularning xossalarini o'zgartirish maqsadida ma'lum haroratgacha qizdirish va turli tezliklarda sovitish bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar termik ishlov deyiladi. Termik ishlov berish natijasida erishilgan ijobiy mexanik xossalarining tomonlari, yaxshi fizika-kimyoviy xossalar bilan qo'shilib ketadi. Masalan, qotishmaning magnitlanish xossasi yaxshilanadi, korroziyaga bardoshligi ortadi. Ba'zi termik ishlov berish turlari ma'lum ish jarayonida oraliq bosqich, ish jarayonini osonlashtirish vazifasini bajaradi. Masalan, metallarga kesib ishlov berishdan oldin, qattqlikni pasaytirish maqsadida ular yumshatiladi. Termik ishlov berishning istalgan jarayoni harorat-vaqt koordinatalarida tasvirlanishi mumkin (2.1-rasm). Qotishmani maksimal qizdirish harorati (T_{max}), qizdirilgan haroratda tutib turish vaqti (τ) hamda qizdirish (V_q) va sovitish (V_c) tezliklari termik ishlov berish parametrlari hisoblanadi.

Termik ishlov berish asosida metall va qotishmalarni qizdirish, hamda sovitish jarayonida sodir bo'ladigan fazaviy va struktura o'zgarishlar yotadi. Bu o'zgarishlar ma'lum kritik nuqtalar bilan xarakterlanadi. Evtektoidgacha

bo'lgan qotishma I xona haroratidan boshlab 727°C gacha asta-sekin qizdirilganda, unda fazaviy o'zgarishlar bo'lmaydi (2.2–rasm).

Qotishma qizdirilganda A_s fransuzcha qizdirmoq so'zining bosh harfi bilan, sovitilganda esa sovitmoq so'zining bosh harfi A_r bilan belgilanadi. 727°C haroratda perlit austenitga aylanadi (a_1 nuqta). Diagrammadagi a nuqta pastki kritik nuqta deb ataladi va Ac_1 (sovitishda Ar_1) bilan belgilanadi, s va r xarflar o'zgarishlar mos ravishda po'latni qizdirish yoki sovitishda ro'y berilishini, bu harflar indeksidagi bir raqami *PSK* chizig'ini hosil qiluvchi nuqtalarni bildiradi. I qotishma yanada qizdirilganda ferrit zarralari austenitda eriydi.

Austenitning erishi yuqori kritik nuqta deb ataluvchi a_1 nuqtada (*GS* chizig'ida) tugaydi, qizdirishda As_3 , sovitishda Ar_3 bilan belgilanadi. Agar evtektoidli qotishma II qizdirilsa, perlit 727°C temperaturada S nuqtada (*PSK* chizig'i) austenitga aylanadi. Bunda Ac_1 va As_3 kritik nuqtalar bir-birining ustiga tushadi. Evtektoiddan keyingi qotishma III da perlit 727°C temperaturada austenitga (b_1 nuqta) aylanadi. Evtektoiddan keyingi qotishma III yanada qizdirilganda sementit (ikkilamchi) austenitda eriydi. *SE* chiziqda yotuvchi b_1 nuqtada erish jarayoni tugallanadi. Bu nuqta Ac_m orqali belgilanadi. Shunday qilib, temir–sementit diagrammasida *PSK* chizig'ini hosil qiluvchi kritik nuqtalar qizdirilsa Ac_1 va Ar_1 , *GS* chizig'i bo'yicha As_3 va Ar_3 , *SE* chizig'i Ac_m orqali belgilanadi. Kritik nuqtalarni bilish po'latlarga termik ishlov berish jarayonini o'rganishni yengillashtiradi.

strukturası perlit va ferrit zarralaridan iborat bo'ladi. As_3 nuqtada perlit mayda zarrali austenitga aylanadi. Ac_1 dan As_3 nuqtagacha qizdirilganda ortiqcha ferrit austenitda eriydi va As_3 nuqtada (GS chizig'i) bu o'zgarish tugaydi. As_3 dan yuqorida po'lat strukturası austenitdan iborat bo'ladi.

Qizdirilganda evtektoiddan oldingi po'lat ham shunday o'zgaradi, faqat oldingisidan farqi shundaki, Ac_1 nuqtadan As_m nuqtagacha yanada qizdirilganda ortiqcha sementit (ikkilamchi) austenitda eriydi. As_m nuqtadan yuqorida (SE chizig'i) struktura faqat austenitdan iborat bo'ladi. Yangi hosil bo'lgan austenit, xatto bitta zarra chegarasida ham, bir jinsli bo'lmaydi. Oldin sementit plastinkalari bo'lgan joyda ferrit plastinkalari bo'lgan joyga nisbatan uglerod miqdori ancha ko'p bo'ladi.

Kimyoviy tarkibini bir xillashtirish, hamda bir xil austenit olish uchun evtektoiddan oldingi po'lat yuqori kritik nuqta As_3 dan keyin ham qizdiriladi, hamda diffuzion jarayonlar tugallanishi uchun bu temperaturada bir muncha muddat ushlab turiladi.

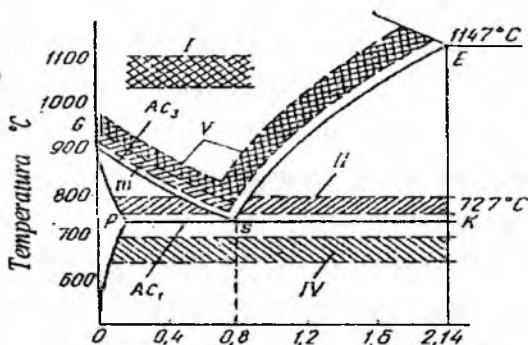
Perlitning austenitga o'zgarish jarayoni tugagach, ko'p miqdorda mayda austenit zarralari hosil bo'ladi. Bu zarralar austenitning boshlang'ich zarralari deb ataladi. Po'lat yanada qizdirilganda yoki ko'proq tutib turilganda austenit zarralari (donchalari) o'sadi. U yoki bu termik ishlov berish natijasida po'latda hosil bo'lgan zarra (donacha) o'lchamlari xaqiqiy (donachalar) *zarrachalar* deb ataladi.

Uglerodli po'latda donachalarining (zarralarning) o'sishiga harorat, qizdirish vaqti, po'latdagi uglerod miqdori, po'latni suyuqlantirishda uni oksidlantirish usullari ta'sir qiladi. Marganetsdan boshqa legirlovchi elementlarning qo'shilishi qizdirish vaqtida austenit donasining o'sishini sekinlashtiradi. Donning o'sishiga titan, vanadiy, molibden, volfram va xrom kabi karbid hosil qiluvchi elementlar katta to'sqinlik qiladi. Ular toblash haroratlari oralig'ini kengaytiradi va po'latni qizdirish sharoitini

yengillashtiradi. Legirlangan po‘latlarning ugleroddi po‘latlarga nisbatan afzalligi ham shundan iborat.

2.2. Po‘latni sovitishda bo‘ladigan o‘zgarishlar (austenitning o‘zgarishlari)

Austenit faqat *SE* chizig‘idan yuqoridagi haroratlardagina barqaror bo‘ladi (2.3-rasm). Bu chiziqdan past bo‘lgan haroratlargacha sovitilganda, u parchalana boshlaydi. Agar po‘lat asta-sekin va uzluksiz sovitilsa, evtektoiddan oldingi po‘latlarda ferrit, evtektoiddan keyingi po‘latlarda ikkilamchi sementit ajralib chiqqach, uglerod evtektoid tarkibida 0,83% ga teng bo‘ladi.



2.3–rasm. Yuyumshatish va normallashtirishda qizdirish harorati sohasi: I–to‘la yumshatish, II–chala yumshatish, III–gomogenlovchi (diffuzion) yumshatish, IV–qayta kristallash (rekristallash) yumshatish, V–normallashtirish.

Qotishmani sovitish jarayonida austenit perlitga aylana boshlaydi, ya‘ni uglerodning α -temirdagi qattiq eritmasi α -temirga va sementitga parchalanadi. Agar austenit katta tezlikda sovitilsa, yangi mayda donli ferrit–sementitli aralashma paydo bo‘lishi bilan austenit o‘ta soviydi. Bunda sovitish tezligi qancha katta bo‘lsa, ferrit–sementitli aralashma, ayniqsa sementit

plastinkalari shuncha mayda donli va yengil bo'ladi va bir yo'la bu strukturaning qattiqligi anchagina ortadi. Natijada hosil bo'lgan strukturalar perlitga nisbatan ancha mayda bo'ladi. Ularning mustaxkamligi, plastikliги va qattiqligiga qarab farqlash mumkin. Plastinkasimon perlit quyidagi mexanik xossalarga ega bo'ladi: $\sigma_v=620$ MPa, $\delta=20\%$, 163 HV. Donador perlit esa quyidagi mexanik xossalarga ega bo'ladi: $\sigma_v= 820$ MPa, $\delta=15\%$, 228 HV.

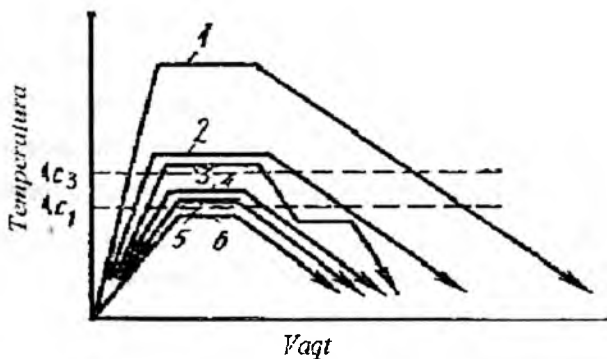
2.3. Yumshatish

Yarim tayyor mahsulotlar olish jarayonlari: quyish, prokatlash, bolg'alash, mexanik ishlov, bosim bilan ishlash va boshqa ishlov berish jarayolaridan keyin ular bir tekis strukturaga ega bo'lmaydi. Yarim tayyor mahsulotlarda bir tekis struktura hosil bo'lmasligi sababli ularning turli qismlarida xossalarining turlicha bo'lishi va ichki kuchlanishlarnig paydo bo'lishisha olib keladi. Bundan tashqari likvatsiya tufayli quymaning kimyoviy tarkibi ham bir xil bo'lmaydi. Bu nuqsonlarni yo'qotish uchun yarim tayyor mahsulotlar termik ishladi. Bunday termik ishlov turlariga yumshatish va normallas kiradi.

Yumshatish buyumni kerakli haroratgacha qizdirish, shu haroratda faza o'zgarishlari to'liq sodir bo'lgunga qadar ushlab turish, so'ngra asta-sekin sovitishdan iborat: uglerodli po'latlar soatiga 200°C , legirlangan po'latlar esa soatiga $30-100^{\circ}\text{C}$ tezlik bilan sovitiladi. Bunda qoldiq kuchlanishlarsiz barqaror struktura olinadi.

Yumshatishdan maqsad ichki kuchlanishlarni yo'qotish, strukturaning bir hil bo'lishiga erishish, ishlov berishni yaxshilash hamda keyingi termik ishlov berish jarayoniga tayyorlashdan iborat.

Kerakli xossalarga ega po'lat olinishiga qarab, turli hil yumshatish usullari qo'llaniladi (2.4-rasm).



2.4–rasm. Turli xil yumshatish tartiblari: 1–diffuzion yumshatish; 2–to‘la yumshatish; 3–izotermik yumshatish; 4–chala yumshatish; 5–sferoidlovchi yumshatish; 6–rekristallazitsion yumshatish.

Diffuzion (gomogenlovchi) yumshatishdan po‘lat va murakkab shaklli quymalarning kimyoviy ko‘p jinsligini kamaytirish uchun foydalaniladi. Ayniqsa legirlangan po‘latdan olingan quymalar bir xil tuzilishga ega bo‘lmaydi. Tuzilishining bir xil bo‘lmasligiga karbid va dendritli likvatsiyalar tufayli bo‘ladi. Bunga sabab karbidlar hosil bo‘ladigan joylarda yoki dendritlarning o‘rta qismida legirlovchi elementlar to‘planadi. Quymalarning kimyoviy tarkibini bir xillashtirish uchun, ular yuqori haroratgacha qizdiriladi, bunda elementlar atomlarining xarakati juda tezlashadi. Natijada atomlar kimyoviy elementlar ko‘p to‘plangan joylardan kamroq joylarga suriladi. Bunday diffuziya tufayli quymaning hajmi buyicha kimyoviy tarkibi tekislanadi.

Po‘lat 1000–1100°C haroratgacha qizdiriladi, shu haroratda 10–20 soat mobaynida tutib turiladi, so‘ngra 600–650°C gacha sekin sovitiladi (2.4–rasm, 1–egri chiziq). Diffuzion yumshatishda po‘lat donachalari o‘sadi, bu nuqson

mayda donacha hosil bo'lguncha qayta yumshatish (to'la yumshatish) bilan yo'qotiladi. Po'lat yuqori mexanik xossalarga ega bo'ladi.

To'la yumshatishda (2.4–rasm, 2–egri chiziq) donalarni maydalashtirish va ichki kuchlanishlarini yo'qotish maqsadida evtektoidgacha bo'lgan po'latlar, asosan pokovka va quymalarga issiqalayin bosim ostida ishlov berilgandan keyin qo'llaniladi. Bunga po'latni yuqori kritik nuqta As_3 dan 30–50°C yuqori haroratda qizdirib, sekin sovitish bilan erishiladi. To'la yumshatishda po'latning qattiqligi va mustaxkamligi kamayadi, tuzilishi bir muncha yaxshilanadi va plastinkasimon perlit hosil bo'ladi.

Po'lat Ac_3 haroratdan yuqori haroratda qizdirilganda perlit austenitga aylanadi. Bu jarayon quyidagicha ruy beradi: dastlab tuzilishda austenitning mayda kristallari paydo bo'ladi, ular esa harorat ko'tarilishi bilan o'sadi. Harorat Ac_3 dan (30–50°C ga) ko'tarilganda austenitning hosil bo'lgan kristallari mayda bo'ladi. Keyinchalik Ac_1 dan past haroratgacha sovitilganda ferrit–perlit turdagi bir jinsli mayda zarrali tuzilish hosil bo'ladi. Bunda bitta austenit donasi (zarrasi) chegarasida bir necha perlit zarralari hosil bo'ladi. Ular o'zlari hosil bo'lgan austenit zarralaridan ancha mayda bo'ladi.

Uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallarni yumshatish uchun qizdirish tharorati xolat diagrammasida (5–rasm), legirlangan po'latlar uchun ma'lumotlar tegishli adabiyotlarda keltirilgan, ularning kritik nuqtalari Ac_3 holatiga qarab aniqlanadi.

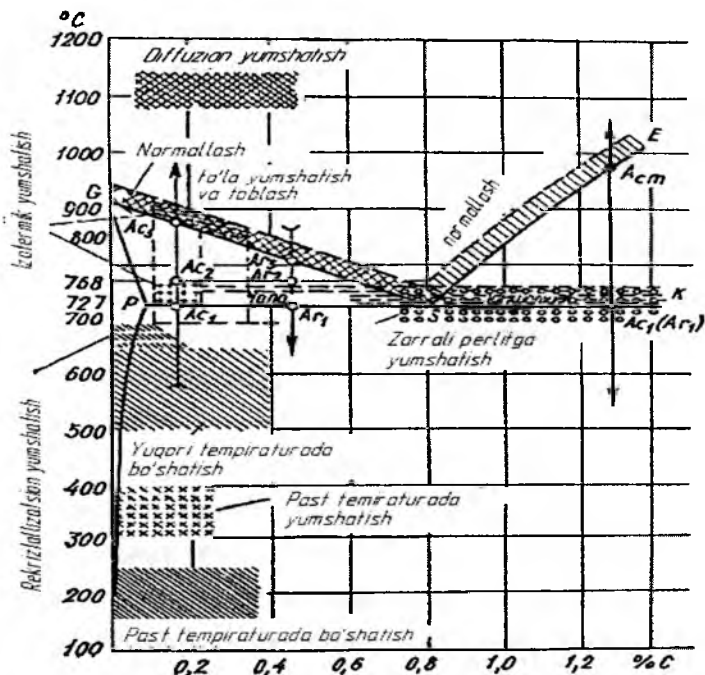
Chala yumshatishda po'lat SK chizig'idan 30–40°C ga yuqoriroq haroratgacha, taxminan 750–760°C gacha qizdiriladi. Asbobsozlik uglerodli po'latlar uchun yumshatish birdan-bir termik ishlov berish usuli hisoblanadi. Bunda donador (zarrali) perlit hosil bo'ladi, natijada po'latning qayta ishlanuvchanligi yaxshilanadi va ichki kuchlanishlar miqdori kamayadi.

Evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlar tuzilishida donador perlit olish uchun yumshatiladi. Buning uchun po'lat buyum ma'lum haroratgacha qizdirilib, shu haroratda 3–5 soat tutib turilgach, pech bilan birgalikda sovitiladi.

Izotermik yumshatish (2.4–rasmda, 3–egri chiziq) da austenit ferrit–sementitli aralashmaga o‘zgarmas haroratda parchalanadi. Bu bilan u boshqa yumshatish turlaridan farq qiladi. Yumshatishning boshqa turlarida bunday parchalanish harorat uzluksiz pasayishi sharoitida sodir bo‘ladi. Austenit parchalanib bo‘lgach, sovish tezligining ahamiyati deyarli qolmaydi, shuning uchun izotermik tutib turishdan keyin sovitish havoda o‘tkaziladi. Izotermik yumshatishda konstruksion po‘latlar Ac_1 nuqtadan 50–100°C yuqori haroratgacha qizdiriladi.

Izotermik yumshatishda po‘lat qizdirish harorati tutib turilgach, suyultirilgan tuzda asta–sekin Ar_1 nuqtadan pastroq haroratgacha (680–700°C, 2.2–rasmga qarang) sovitiladi. Bu haroratda austenit perlitga to‘la aylangunga qadar izotermik ushlab turiladi, so‘ngra havoda sovitiladi. O‘lchamlari uncha katta bo‘lmagan legirlangan po‘latdan yasalgan buyumlar izotermik yumshatilganda termik ishlov berish muddati to‘la yumshatishga ketadigan vaqtga nisbatan qaraganda 2–3 martaga kamayadi. Yirik o‘lchamli buyumlarni izotermik yumshatish orqali, vaqtdan yutishning iloji yo‘q, chunki buyum hajmi bo‘yicha tharoratni tekislash uchun ko‘p vaqt kerak bo‘ladi. Izotermik yumshatish murakkab legirlangan po‘latlarning, masalan, 18X2H4VA po‘lat qattiqligini kamaytirish va kesib ishlov berilishini yaxshilash uchun qo‘llaniladi.

Sferoidlovchi yumshatish (2.4–rasm, 5–egri chiziq) natijasida plastinkali perlit donador perlitga aylanadi. Natijada po‘lat buyumning kesib ishlov berilishi yaxshilanadi. Donador perlit olish uchun yumshatish quyidagi tartibda bajariladi: po‘lat buyum As_1 nuqtadan yuqori haroratgacha qizdiriladi, so‘ngra 700°C gacha, keyin 550–600°C gacha va havoda sovitiladi. Sferoidlovchi yumshatish tarkibida 0,65% dan ko‘proq uglerod bo‘lgan IX15 markali sharik podshipnik po‘latlaridan tayyorlangan buyumlarni yumshatishda ishlatiladi.



2.5-rasm. Uglerodli po‘latni yumshatish, normallash, toblash va bo‘shatish uchun qizdirish temperaturalari ko‘rsatilgan xolat diagrammasi

Rekristallizatsion yumshatish (2.4–rasm, 6–egri chiziq) sovuqlayin prokatlashda, cho‘zishda yoki shtamplashda metallning plastik deformatsiyasi tufayli, paydo bo‘ladigan qattiqlashishi (naklep) ni yo‘qotish uchun qo‘llaniladi. Metallning sovuqlayin plastik deformatsiyalash natijasida mustaxkamligining oshishi jarayoniga *puxtalash* deyiladi. Sovuqlayin metallni prokatlashda, shtamplashda, cho‘zishda uning zarralari deformatsiyalanib, maydalanadi. Bu metallning qattiqligini oshiradi, uning plastikligini kamaytirib, mo‘rt kilib qo‘yadi. Puxtalanishning moxiyati ham shunda.

Rekristallizatsion yumshatishda po‘lat A_{c1} nuqtadan past haroratgacha ($650\text{--}700^\circ\text{C}$) qizdiriladi, so‘ngra asta–sekin sovitiladi. Metall $650\text{--}700^\circ\text{C}$ gacha qizdirilganda (rekristallizatsion yumshatish) atomlarning diffuzion

qo'zg'aluvchanligini oshiradi va qattiq holatda ikkilamchi kristallizatsion jarayonlar (rekristallanish) sodir bo'ladi.

Deformatsiyalangan zarralar chegaralarida yangi kristallanish markazlari paydo bo'lib, ular atrofiga qaytadan panjara hosil bo'ladi. Deformatsiyalangan eski zarralar o'rnida yangi teng o'qli zarralar o'sib chiqadi va deformatsiyalangan struktura to'la yo'qoladi. Bunda metallning dastlabki strukturasi va xossalari tiklanadi.

2.4. Normallash

Po'latni Ac_3 va As_m kritik nuqtalardan 30–50°C haroratgacha ortiqroq qizdirib, ushbu haroratda ushlab turish, hamda havoda sovitishga normallash deyiladi. (2.3–rasm) Normallashda ichki kuchlanishlar kamayadi, po'lat qayta kristallanadi, payvand choklar, quyma va pokovkalarning yirik zarrali strukturasi maydalashadi.

Po'latni normallash yumshatishga qaraganda ancha qisqa termik ishlov berish jarayoni xisoblanadi, shuning uchun u unumdirdir. Shuning uchun uglerodli va kam legirlangan po'latlar ko'pincha yumshatilmay, normallanadi.

Po'latdagi uglerod miqdori ortishi bilan yumshatilgan va normallangan po'latlar orasidagi farq ortadi. Tarkibida 0,2% gacha uglerod bo'lgan po'atlarni normallash maqsadga muvofiqdir. Tarkibida 0,3-0,4% uglerod bo'lgan po'atlarni normallanganda yumshatilishga qaraganda qattqlik ortadi, buni e'tiborga olish zarur. Shuning uchun yumshatishni xar vaqt normallash bilan almashtirib bo'lmaydi.

Normallashdan so'ng qotishmalar mayda zarrali strukturaga ega bo'ladi va yumshatilgandagiga qaraganda birmuncha yuqori mustaxkamlik va qattqlikka ega bo'ladi. Yirik zarrali strukturani tuzatish, po'latning kesib ishlanuvchanligini, hamda toblash oldidan, uning strukturasi yaxshilash uchun normallashdan qo'llaniladi.

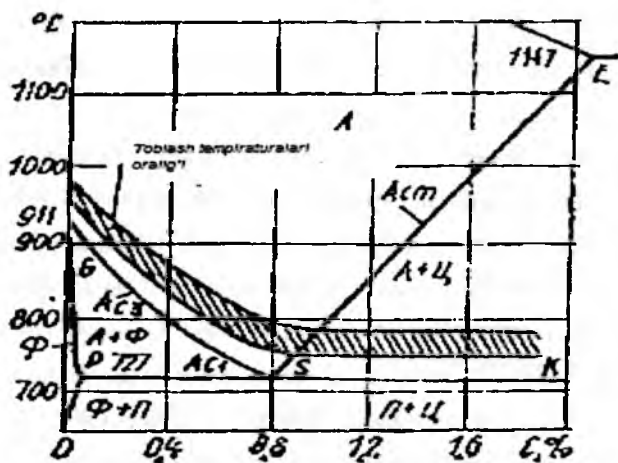
2.5. Toblash

Po‘latning qattiqligi, mustaxkamligi va elastikligini oshirish uchun termik ishlov turi toblash qo‘llaniladi. Bu termik ishlov turida po‘lat buyum faza o‘zgarishlari ruy beradigan haroratdan yuqori haroratga qizdiriladi va bu haroratda unig strukturasida faza o‘zgarishlari to‘la sodir bo‘lgunga qadar tutib turiladi va so‘ngra tez sovitiladi.

Austenit *SE* chizig‘idan yuqori haroratlarda ustivordir (2.5–rasm). Tez sovitilganda austenit parchalanadi. Agar sekin sovitilganda (yumshatishda) perlit hosil bo‘lsa, tez sovitilganda austenit mayda donli ferrit–sementit aralashmasi ko‘rinishidagi yangi struktura hosil bo‘ladi. Sovitish tezligi qancha katta bo‘lsa, donlar (zarralar) shuncha mayda bo‘lib, uning tuzilishi xossalari bo‘yicha perlitdan keskin farq qiladi. Strukturaning hosil bo‘lishi sovitilish tezligiga bog‘liq. Nisbatan sekinroq, masalan havoda sovitilganda austenit *sorbit* deb ataladigan strukturaga aylanadi. Moyda sovitilganda troostit hosil bo‘ladi. Sorbit 600 dan 500 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida paydo bo‘ladi. Undagi ferrit–sementit plastinkalari perlit plastinkalaridan maydaroq. Troostit sovitish jarayonining yanada pastroq haroratlarda (500–200°C) hosil bo‘ladi. Troostitning ferrit–sementitli plastinkalari sorbitnikidan yanada maydaroq. Troostit sorbitdan qattiqroq. Masalan, sorbitning qattiqligi 250–300 HV bo‘lsa, troostitning 350–450 HV ga teng. Ikkala struktura ham mexanik aralashmadan (ferrit bilan sementit aralashmasi) iborat. Suvda sovitilganda (eng katta sovitish tezligida) uglerodli po‘latda austenit 250–200°C haroratgacha saqlanadi, so‘ngra birdaniga *martensit* deb ataladigan yangi struktura hosil bo‘ladi. Lekin uglerod miqdori yuqori bo‘lgan po‘latlarda austenit to‘la martensitga aylanmaydi. Po‘lat buyumnig strukturasida qoldiq austenit bo‘ladi.

Martensit o‘z strukturasi va xossalari bilan sorbit hamda troostitdan farq qiladi. U uglerodning α -temirdagi o‘ta to‘yingan qattiq eritmasi bo‘lib, ninasimon strukturaga ega. Martensit eng qattiq mo‘rt struktura bo‘lib,

qattiqligi 600–700 HV (62–72 HRC) ga teng, zarbiy qovushqoqligi esa juda kichik. Martensit magnitlanuvchan, shu sababga ko‘ra tayyorlanadigan magnitlar martensit strukturasini olish uchun toblanadi. Toblash evtektoiddan oldingi po‘latni Ac_3 kritik nuqtadan, evtektoiddan keyingi po‘latni As_1 nuqtadan 30–50°C yuqoriroq haroratgacha qizdirib, ushbu haroratda po‘lat buyum strukturasida to‘la faza o‘zgarishlari ruy bergunga qadar tutib turilib, so‘ngra turli tezliklarda (suvda, moyda, tuz eritmaları va boshqalarda) tez sovitiladi. Uglerodli po‘latlarni toblash uchun 18°C haroratga ega sovitish muhiti tavsiya etiladi. Po‘lat buyumni sovitish tezligiga qarab, toblash natijasida strukturada to‘laligicha martensit yoki sorbit hamda troostitdan iborat struktura ham hosil bo‘lishi mumkin. Sorbit va troostit strukturalari nisbatan kichik sovitish tezligida paydo bo‘ladi. Po‘lat buyum strukturasida martensit hosil bo‘ladigan sovitish tezligi toblashning kritik tezligi deyiladi.



2.6–rasm. Po‘latni toblashda qizdirish harorati

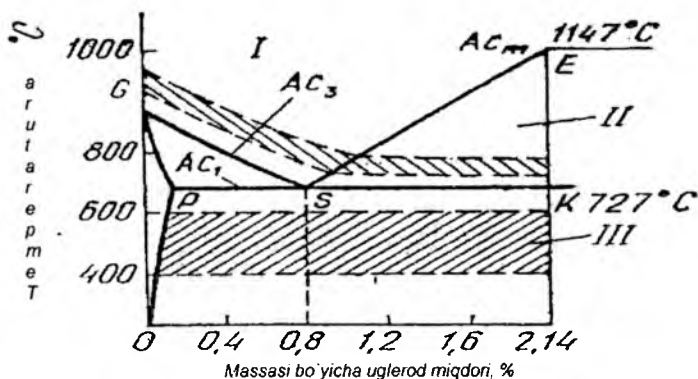
Toblash haroratini tanlash. Po‘lat buyumni toblashda qizdirish haroratini aniqlash, uning kimyoviy tarkibga bog‘liq. Evtektoidgacha bo‘lgan

po'latlar As_3 chiziqdan $30-50^{\circ}\text{C}$ yuqoriroq haroratgacha qizdirilganda buyum strukturasida (2.6–rasm) austenit hosil bo'ladi. Buyum toblashning kritik tezligida sovitilganda, strukturada martensit hosil bo'ladi. Bunday termik ishlov turiga *to'la toblash* deyiladi.

Po'lat buyum Ac_3-Ac_1 oralig'idagi haroratgacha qizdirilganda martensit strukturasiga toblashdan qolgan, toblangan po'lat qattiqligini kamaytiruvchi ferrit saqlanadi. Bunday termik ishlov turi *chala toblash* deb ataladi.

Evtektoiddan keyingi po'latni toblash uchun As_1 chizig'idan $30-50^{\circ}\text{C}$ ga yuqori haroratgacha qizdiriladi, bu po'lat buyumni qizdirishning eng yaxshi harorati xisoblanadi. Bunda po'lat buyum strukturasida qizdirilganda ham, sovitilganda ham sementit saqlanadi va u qattiqlikning oshishiga yordam beradi. Sementit martensitga qaraganda qattiqroq. Evtektoiddan keyingi po'latni SE chizig'idan yuqori haroratga qizdirish befoyda. Sababi As_3 chizig'idan yuqori haroratga qizdirib toblashdagiga nisbatan, qattiqligi kichik bo'ladi. Ac_m chizig'idan yuqorida po'lat buyum strukturasida sementit eriydi. Po'lat buyum yuqori haroratga qizdirilib, kritik tezlikda sovitilsa katta qoldiq ichki kuchlanish (zo'riqish) paydo bo'ladi.

Sovitish tezligi. Po'lat buyum strukturasida martensit hosil bo'lishi uchun austenit barqarorligi kichik bo'lgan $550-650^{\circ}\text{C}$ harorat oralig'ida tez sovitilishi zarur. Martensit o'zgarishlar bo'ladigan harorat oralig'ida (250°C dan past haroratda) po'lat buyumni sekin sovitish maqsadga muvofiqdir. Sababi yangi kristall panjara hosil bo'lishi bilan bog'liq jarayonlarda strukturada paydo bo'ladigan kuchlanish (o'riqish) lar tekislanishi uchun zarur vaqt lozim. Lekin bu jarayonda martensit qattiqligi kamaymaydi. Toblash yaxshi bo'lishi uchun toblash muxitini (suv, tuzlarning suvdagi eritmalari, mineral moy) tanlash muxim ahamiyatga ega. Legirlangan po'latlar moyda toblanadi.



2.7-rasm. Po'latni toblash va bo'shatish haroratlari:

I – to'la toblash, II–chala toblash, III–yuqori temperaturada bo'shatish

Po'latning toblanuvchanligi va toblanish chuqurligi. Toblanuvchanlik po'latdagi uglerodni miqdoriga bog'liq. Uglerod qancha ko'p bo'lsa, po'lat shuncha yaxshi toblanadi. Uglerod miqdori juda kam (0,3%dan kam) bo'lgan po'latlar toblanmaydi.

Po'latning toblanish chuqurligi, uning ko'ndalang kesimi bo'yicha qanday qalinlikda toblanishi bilan tavsiflanadi. Toblanish chuqurligi toblangan po'lat buyumning eng muxim xossasidir. Po'lat buyum butun qalinligi bo'yicha to'liq toblanganda va bo'shatilgandan so'ng butun ko'ndalang kesimi bir xil strukturaga ega bo'ladi. Po'lat buyum yuzasi toblanganda sirtga yaqin joylashgan qatlamlar bilan ichki qatlamlar strukturasi bir-biridan keskin farq qiladi. Buyumning ichki qatlamlari toblangan qatlamga nisbatan mustaxkamligi kichik bo'ladi. Po'lat buyumning toblanish chuqurligi toblashning kritik tezligiga bog'liq bo'ladi. Toblanish chuqurligiga po'lat buyumni qizdirish harorati va toblash muxiti ham ta'sir qiladi. Po'lat buyum strukturasi martensit miqdori 50% bo'lgan qatlam qalinligi *toblanish chuqurligi* deyiladi.

Po'latni toblash turlari. Po'lat buyumlarni toblashda sovitish usuliga ko'ra bitta, ikki muxitlarda (uzlukli), bosqichli va izotermik toblash turlari bo'ladi. Bitta muxitda toblash oddiy bo'lib, shakli uncha murakkab bo'lmagan buyumlarni toblashda qo'llaniladi. Evtektoiddan keyingi po'latlar, agar buyum shakli oddiy bo'lsa, bitta muxitda toblanadi. Uzlukli toblashda buyum avval bitta muxitda (masalan, suvda), so'ngra moyda yoki havoda sovitiladi. Bosqichli toblashda avval tuzli vannada tez sovitiladi (vanna harorati martensit o'zgarishlarning boshlanishiga mos keluvchi 240–250°C dan ancha yuqoriroq bo'ladi), so'ngra shu haroratda tutib turiladi va havoda sovitiladi. Sovitishdagi ozgina uzilish detalning butun kesimi bo'ylab haroratning tekislanishiga imkon beradi, bu esa toblash jarayonida paydo bo'ladigan kuchlanishlarni kamaytiradi.

Kesimi uncha katta bo'lmagan (8-10 mm) uglerodli po'latdan yasalgan detallar bosqichli tarzda toblanadi. Toblash kritik tezligi uncha katta bo'lmagan po'latlardan yasalgan buyumlarning kesimi katta bo'lsa, bosqichli usulda toblanadi. Bosqichli toblashdagi kabi izotermik toblashda detallar martensit o'zgarishlar boshlanadigan haroratdan yuqoriroq haroratgacha qizdirilgan muxitda sovitiladi. Buyum bu haroratda austenit to'la parchalangunga qadar tutib turiladi, keyin havoda sovitiladi.

Buyum strukturasi martensitga o'xshamaydigan, qattiqligi bo'yicha troostitga yaqin, lekin undan mustaxkam va plastik struktura hosil bo'ladi.

Izotermik toblashning afzalligi shundan iboratki, katta qovushqoqlikka erishiladi, darzlar paydo bo'lmaydi, tob tashlashlar minimal darajada bo'ladi. Murakkab shaklli buyumlar izotermik usulda toblanadi.

Toblashda sovitish usuli ham muhim ahamiyatga ega, chunki bunda katta ichki kuchlanishlar paydo bo'lib, buyum qiyshayishi mumkin. Shuning uchun sovitish muxitini to'g'ri tanlash bilan birga buyumni sovitish muxitiga botirish to'g'ri botirish lozim. Masalan, cho'ziq uzun buyumlar (parma, metchik kabilar) qiyshaymasligi uchun qat'iy vertikal xolatda toblash muhitiga botirilishi lozim.

2.6. Bo'shatish

Bo'shatish termik ishlov berishning yakunlovchi bosqichi bo'lib, toblangan po'latni kritik nuqtadan (A_{s1}) past haroratgacha qizdirish, shu haroratda ushlab turish xamda sekin yoki tez sovitishdan iborat. Bo'shatishdan maqsad po'latdagi kuchlanishni kamaytirish yoki yuqotish, xamda qovushqoqligini oshirib, qattiqligini kamaytirishdan iborat. Bo'shatish uchun po'lat 150–600°C haroratgacha qizdiriladi. Qizdirish haroratga ko'ra past, o'rtacha va yuqori haroratda bo'shatish turlari bo'ladi.

Past haroratda bo'shatishda toblangan po'lat 150–250°C gacha qizdiriladi. Ma'lum vaqt (1–3 soat) ushbu haroratda tutib turilganda, buyum bo'shatilgan martensit strukturasi oladi. Past haroratda bo'shatilganda toblashda yuzaga kelgan kuchlanishlar yo'qotiladi. Agar po'latda qoldiq austenit anchagina bo'lsa, past haroratda bo'shatilgandan so'ng, qattiqligi 2–3 birlikka ortishi mumkin. Past haroratda bo'shatish asbobsozlik po'latlari sementitlangandan, yuza qismi toblangandan keyin qo'llaniladi.

Toblangan po'latni o'rtacha haroratda bo'shatish uchun 350–450°C haroratgacha qizdiriladi. Natijada troostit strukturasi hosil bo'ladi. Bunday bo'shatishdan so'ng, buyumlarning elastikligi yaxshi, qovushqoqligi yetarli darajada bo'lishi bilan birga qattiqligi (41–46 HRC) va mustahkamligi nisbatan katta bo'ladi. Shuning uchun prujina va resorlar o'rtacha haroratlarda bo'shatiladi.

Yuqori haroratda bo'shatishda toblangan buyumlar 450–550°C gacha qizdiriladi. Shunday qizdirilib, ma'lum vaqt tutib turilgach, sorbit strukturasi hosil bo'ladi. Normallashtan keyin olingan sorbitdan farqli ravishda yuqori haroratda bo'shatishdan so'ng sementit donador strukturaga ega bo'ladi. Bu zarbiy qovushqoqlikni keskin oshiradi. Shuning uchun foydalanayotgan paytda zarbiy kuchlar tushadigan mashina detallari yuqori haroratlarda bo'shatiladi.

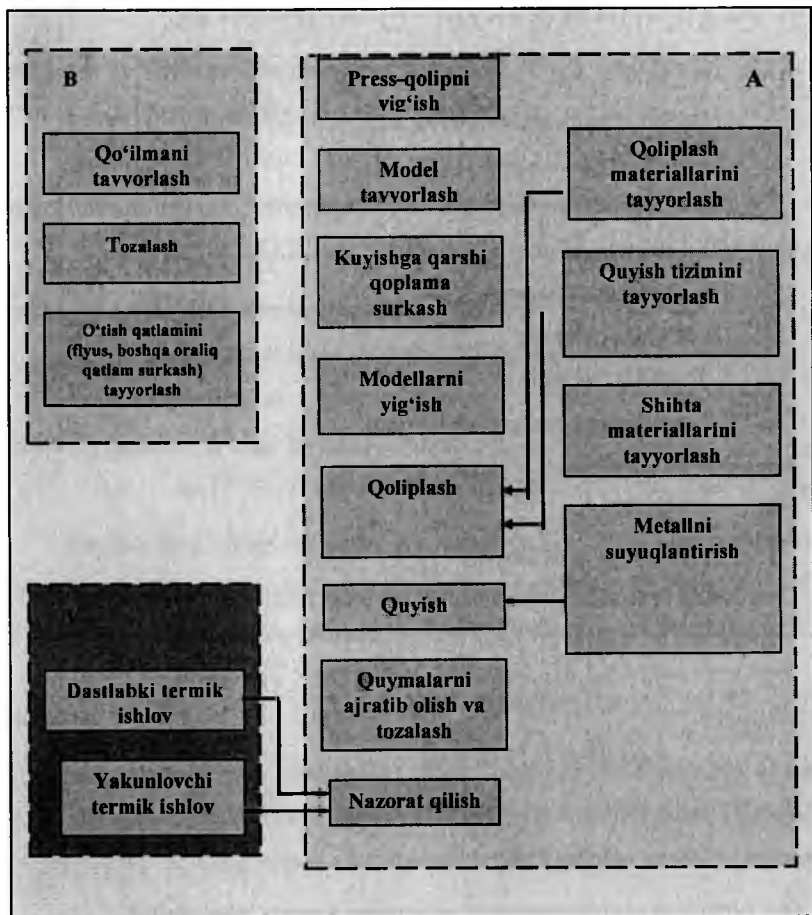
Po'lat buyum toblab, so'ngara yuqori haroratda bo'shatilsa bunday termik ishlov turi termik yaxshilash deb ataladi. Bo'shatish harorati qancha yuqori bo'lsa, buyumning zarbiy qovushqoqlik shuncha yuqori bo'ladi. Lekin ba'zi konstruksion

po'latlarda zarbiy qovushqoqlikning kamayishi ham kuzatiladi. Bu kamchilik bo'shatish mo'rtligi deyiladi. Bu xodisa po'lat buyumlarni bo'shatishda sovitish tezligiga bog'liq bo'lib, martensitning sorbitda notekis aylanishi bilan tushuntiriladi. Uglerodli po'atlardan tayyorlangan detallar qayta qizdirilganda bo'shatish mo'rtligi kuzatilmaydi. Legirlangan po'atlarda bo'shatish mo'rtligi kuzatiladi. Shu sababga ko'ra bo'shatish mo'rtligiga moyil bo'lgan po'atlardan yasalgan buyumlar qiziydigan sharoitda ishlatib bo'lmaydi.

3-bob. Turli maqsadlarda ishlatiladigan asboblari uchun metall asosli quyma bimetall kompozitlar ishlab chiqarish texnologiyasi

Quyma bimetall kompozitlarni ishlab chiqarishdagi asosiy vazifa konstruksion po'lat va asboblarni tashkil qiluvchilar orasida ishonchli bog'lam hosil qilish hisoblanadi. Quyida bimetall kompozitlarni ishlab chiqarishni texnologik sxemasi (3.1 – rasm) keltirilgan.

3.1- rasm



A – standart operatsiyalar bloki;

B – qo'yilmani tayyorlash bo'yicha operatsiyalar bloki;

V – termik ishlash bloki.

3.1. Quyma bimetall kompozitlarda struktura hosil bo'lishining issiqlik fizikasi asoslari

Qo'yilma – oson suyuqlanuvchi oraliq qatlam – qotishma – qolip tizimning issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m_2 c_2 (T_p - T_c) + km_2 Q_2 = m_1 c_1 (T_c - T_n) + m_3 c_3 (T_s - T_n) + m_3 Q_3, \quad (1)$$

bunda, m - og'irlik, kg;

s – nisbiy issiqlik sig'imi, Dj/kg K;

Q – nisbiy erish issiqligi, Dj/kg;

k - koeffitsient, quyilayotgan metallni ulushini hisobga oluvchi (og'irlik bo'yicha), qatlamda qolgan (0.01-0.05);

T_p – suyuqlanish harorati;

T_l - likvidus harorati;

T_c – solidus harorati;

T_n - qolipning boshlang'ich harorati.

Indekslar: 1 - qo'yilma;

2 - eritma;

3 - oraliq qatlam.

Tenglamani (1) soddalashtirish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$c_2 (T_p - T_c) = A, \quad (2)$$

$$c_1 (T_c - T_n) = B, \quad (3)$$

$$c_3 (T_s - T_n) + Q_3 = C. \quad (4)$$

Bunda issiqlik balansi tenglamasi (1) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$m_2 A = m_1 B + m_3 C. \quad (5)$$

Quyilayotgan suyuqlikning og'irligi quyidag formula bilan topiladi:

$$m_2 = \pi \rho_2 (RH - r^2 h), \quad (6)$$

bunda, ρ_2 – suyuqlik zichligi, kg/m³;

R - korpus radiusi, m;

N - korpus balandligi, m;

r – qo'yilma radiusi, m;

h – qo'yilma balandligi, m.

Qo'yilmaning og'irligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m_1 = \pi \rho_1 h r^2, \quad (7)$$

bunda, ρ_1 – qo'yilma materialning zichligi, kg/m³;

h – qo'yilma balandligi, m;

r – qo'yilma radiusi, m.

Oraliq qatlam og'irligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m_3 = \pi \rho_3 L \delta^2, \quad (8)$$

bunda, ρ_3 – oraliq qatlam materialining zichligi, kg/m³;

L - bandajga sarflanadigan simning uzunligi, m;

δ - simning radiusi, m.

bunda (5) formula quyidagi ko'rinish oladi:

$$\pi \rho_2 (R^2 H - r^2 h) A = \pi \rho_1 r^2 B + \pi \rho_3 L \delta^2 C, \quad (9)$$

Bundan korpusning radiusini (R) topamiz. R - oraliq qatlamni erishi uchun kerak bo'lgan va issiqlik xossalriga bog'liq bo'lgan bog'lamlarni xosil qiluvchi, qo'yilma va oraliq qatlamlari o'lchamlari nisbatini aniqlovchi kattalik.

$$R \geq \sqrt{\frac{\rho_1 h r^2 B + \rho_3 L \delta^2 C + \rho_2 h r^2 A}{\rho_2 H A}} \quad (10)$$

Ishlovchan birikma olish uchun asosiy rolni (qo'yilma yuzasida qotgan qotishma qatlami) qatlamni hajmiy kristallanish boshlanishigacha saqlanishi o'ynaydi [50]. Shuning uchun vaqt davomida quyilayotgan suyuqlik hajmida

qatlam hosil bo'lish shartlarining bog'liqligini aniqlash lozim edi. Bu maqsad uchun mahsus programmada foydalanildi.

Qo'yilma - suyuqlik - qolip sistemasidagi issiqlik almashinuv jarayonini matematik ifodalashning asosini uning yuzasida hosil bo'ladigan qoplamaning hisobga oluvchi va suyuq holatdagi quyilma issiqlik balansi tenglamasi qo'yilma uchun issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi tashkil qiladi.

Qo'yilma - qatlamcha sistemasi uchun issiqlik o'tkazuvchanlik masalasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi [52, 53]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\alpha \partial^2 T}{\partial x^2}, \quad 0 < x < r + \delta \quad (11)$$

boshlang'ich shartlari bilan

$$T(x, 0) = T_0, \quad \delta(0) = 0, \quad (12)$$

chegaralangan shartlar bilan

$$\left. \frac{\lambda_2 \partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = 0 \quad (13)$$

qoplama yuzasida harakatlanayotgan chegaraviy shartlar bilan, qatlam dastlab o'sadi keyin esa eriydi

$$\frac{T}{X} = r + \delta = T_e \quad (14)$$

$$\left. \frac{\lambda_2 \partial T}{\partial x} \right|_{x=r+\delta} = q_r(t) + \rho_2 Q \frac{d\delta}{dt}, \quad (15)$$

bu yerda, T - harorat;

$a = a_1$ da $0 < x < r$;

$a = a_2$ da $r < x < r + \delta$;

a_1 – qo'yilmaning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti;

a_2 – suyuqlikning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti;

λ - suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti;

ρ_2 – suyuqlikning zichligi;

Q – suyuqlik kristallanishining nisbiy issiqligi.

Suyuqlik uchun issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$c_2 \rho_2 V(t) \frac{dT}{dt} = q_p(t) \cdot S(t) \quad (16)$$

boshlang‘ich shartlarda

$$T_r(0) = T_m, \quad (17)$$

bunda, s_2 -suyuqlikning nisbiy issiqlik sig‘imi;

T_m – suyuqlikning boshlang‘ich harorati;

$V(t)$ – suyuq holdagi qotishmaning hajmi;

$S(t)$ – shu hajimni chegaralovchi yuza maydoni.

$V(t)$ va $S(t)$ bog‘liqliklarini ko‘rib chiqib vaqt davomida qo‘yilma yuzasida qobiq qalinligini o‘zgarishini hisobga olish kerak bo‘ladi.

O‘tish qatlamini qizdirish va eritish uchun issiqlik sarfi (yuza birligiga hisoblaganda) quyidagiga teng:

$$\rho_{nc} + [C_{nc}(T_c - T_H) + Q_{nc}] \delta_{nc}, \quad (18)$$

Bunda, ρ_{ps} – o‘tish qatlami materiali zichligi;

S_{ps} – oraliq qatlam materialining nisbiy issiqlik sig‘imi;

Q_{ps} – oraliq qatlam materialining nisbiy erish issiqligi;

δ_{ps} – o‘tish qatlami qalinligi.

Hisoblash tenglamalarni xulosa qilganimizda o‘tuvchi qatlamning issiqlik o‘tkazuvchanligini inobatga olamiz, uning qalinligi bo‘yicha harorat o‘zgarishini aniqlashtiramiz. Bundan tashqari, qo‘yilma yuzasida o‘tish qatlamining borligi qo‘shimcha issiqlik sig‘imini (yuza birligi hisobida) hisobga olishni talab qiladi:

$S_{ps}, \rho_{ps}, \delta_{ps}$.

Shu sabab bilan issiqlik o‘tkazuvchanlik tenglamasini (11) quyidagi shart bilan to‘ldirish kerak bo‘ladi:

$$C_{nc} \rho_{nc} \delta_{nc} \frac{\partial T}{\partial t} \bigg|_{x=r+0} - q, \quad (19)$$

bunda $q = \lambda \frac{\partial T}{\partial t} \Big|_{x=r+0} - \lambda \frac{\partial T}{\partial t} \Big|_{x=r+0}$ qo'yilma yuzasidagi haroratni ko'tarishga sarflanadigan issiqlik to'plami zichligi.

Oraliq qatlam erishining boshlang'ich momenti t quyidagi tengsizlik bilan topiladi:

$$T(r, t) = T_{PS},$$

Uning erishi tugatilishi vaqt momentida sodir bo'ladi, oraliq qatlam o'zlashtirgan issiqlik miqdori quyidagicha bo'ladi:

$$\int_r^{r^*} q(t) dt = \rho_{nc} \delta_{nc} Q_{nc} \quad (20)$$

Aniqlanadigan kattaliklarni sonini kamaytirish uchun yuqorida keltirilgan tenglamani o'lchovsiz qayta yozamiz. O'lchovsiz kattaliklar uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$x = x/r$ – nisbiy koordinata;

$\Delta_1 = \delta/r$ – qo'yilma yuzasidagi qoplamaning nisbiy qalinligi;

$F_o = \frac{Q t}{r^2}$ – o'lchovsiz vaqt (Fure soni);

$Q_p = \frac{T_p - T_f}{T_c - T_H}$ – eritmaning nisbiy harorati;

$\Delta Q = \frac{T_{nc} - T_c}{T_c - T_H}$ – eritma likvidus va solidus haroratining nisbiy farqi;

$Q_{nc} = \frac{T_{nc} - T_c}{T_c - T_H}$ – oraliq qatlam erishining nisbiy harorati;

$R_{or} = \frac{\Gamma}{l}$ – qo'yilma qalinligining quyma moduliga munosabati;

$F = \frac{X}{S_o}$ – eritma -qo'yilma, eritma-qolip yuzalar kontakti munosabati;

$$K\lambda_1 = \frac{\lambda_2}{h_1} \quad - \text{eritma va qo'yilma issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari}$$

munosabati;

$$Ka_1 = \frac{a_2}{a_1} \quad - \text{eritma va qo'yilma issiqliko'tkazuvchanlik koeffitsientlari}$$

munosabati;

$$K_o = \frac{Q}{C_2} (T - T_H) \quad - \text{Kossovich kriteriysi};$$

$$B_i = \frac{\alpha \Gamma}{\lambda_1} \quad - \text{BIO kriteriysi};$$

$$K_{o,nc} = \frac{C_{nc} \rho_{nc}}{C_1 \rho_1} \quad - \text{oraliq qatlam va qo'yilmaning hajmiy issiqlik sig'imi}$$

munosabati;

$$K_{nc} = \frac{Q_{nc}}{C_{nc} (T_c - T_H)} \quad - \text{oraliq qatlam uchun Kossovich kriteriysi};$$

$$\Delta_{nc} = \frac{\delta_{nc}}{\Gamma} \quad - \text{oraliq qatlamning nisbiy qalinligi.}$$

Bunday holda (11 - 20) tenglamalar sistemasi quyidagicha ko'rinish oladi:

$$\frac{\partial \theta}{\partial F_0} = K \frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2}, \quad 0 < X < 1 + \Delta, \quad (21)$$

bunda $K = 1$ da $0 < X < 1$, $K = Ka_1$ da $1 < X < 1 + \Delta$

boshlang'ich shartlarda

$$\theta(X, 0) = 0, \Delta, (0) = 0 \quad (22)$$

chegaraviy shartlarda

$$\left. \frac{\partial \theta}{\partial X} \right|_{X=0} = 0 \quad (23)$$

$$\frac{\theta}{X} = 1 + \Delta = 1 \quad (24)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial X} \Big/_{X=1+\Delta} = \frac{B_i}{K\lambda_i} \theta_p + \frac{K_0}{Ka_i} \cdot \frac{d\Delta}{dF_0} \quad (25)$$

$$K_{org} \Delta_{nc} \frac{\partial \theta}{\partial F_0} \Big/_{X=1} = K\lambda_i \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big/_{X=1+0} - \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big/_{X=1-0} \quad (26)$$

$$\int_{F_0} \left(K\lambda_i \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big/_{X=1+0} - \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big/_{X=1-0} \right) dF_0 = K_{org} K_{onc} \Delta_{nc} \quad (27)$$

(21-27) tenglamalar sistemasini yechish oxirgi natijalar uslubi bilan olib borildi. Fazalararo chegara xarakatini xisobga oluvchi qo'yilma-qoplama sistemasida (21-24) issiqlik o'tkazuvchanlik masalasini yechish uchun qism sonlari qo'llanilgan farqlar katagidan foydalanishga asoslangan algoritm ishlab chiqilgan [53-54]. Issiqlik balansi tenglamasi (25) bir qadamli uslub bilan yechiladi [54].

Hisoblash algoritmi BASIC programmalashtirish tili yordamida amalga oshirilgan.

Qolip (kvars qumli) ning issiqlik fizikasi xossalari, qotishma(po'lat 40XHMLI) va qo'yilma(po'lat P6M5, qattiq qotishma BK6, pishirilgan molibden qotishma sistemali Mo - TiC) quyidagilarni beradi [55]:

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= 1,74 \text{ Vt/m} \cdot \text{K}; & C_0 &= 1150 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & \rho_0 &= 1500 \text{ kg/m}^3; & d_0 &= 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}; \\ \lambda_2 &= 35 \text{ Vt/m} \cdot \text{K}; & C_2 &= 800 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & \rho_2 &= 7000 \text{ kg/m}^3; & d_2 &= 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}; \\ \lambda_1 &= 23 \text{ Vt/m} \cdot \text{K}; & C_1 &= 460 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & \rho_1 &= 8701 \text{ kg/m}^3; & d_1 &= 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}; \\ \lambda_1 &= 50 \text{ Vt/m} \cdot \text{K}; & C_1 &= 148 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & \rho_1 &= 14900 \text{ kg/m}^3; & d_1 &= 18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}; \\ \lambda_1 &= 104,2 \text{ Vt/m} \cdot \text{K}; & C_1 &= 256 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & \rho_1 &= 10200 \text{ kg/m}^3; & d_1 &= 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}; \end{aligned}$$

Cu yoki Ni li oraliq qatlam uchun:

$$\begin{aligned} \rho_{nc} &= 8700 \text{ kg/m}^3; & C_{nc} &= 385 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & Q_{nc} &= 205 \cdot 10^3 \text{ Dj/kg}; \\ \rho_{nc} &= 8900 \text{ kg/m}^3; & C_{nc} &= 448 \text{ Dj/kg} \cdot \text{K}; & Q_{nc} &= 303 \cdot 10^3 \text{ Dj/kg}. \end{aligned}$$

Qolgan kattaliklar R_{OT} , F , K^{λ_1} , Ka_1 , θ_p , $\Delta\theta$, θ_{nc} , K_{opc} , K_{opnc} , B_i , Δ_{nc} , K_0 , va G dasturni ishlash jarayonidagi terminali. F_0 funksiyadan Δ_1 , qiymati aniqlandi. Hisoblash natijalari 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Qoplama qalinligining quyma moduliga qo'yilma qalinligi munosabatiga bog'liqligi hisobi natijalari

R	1	F_0	1	TR	1	Δ	1
A Kompozit P6M5 - po'lat 40XHMΦJ							
0,1	1	1,759	1	0,1532	1	0,0000	1
0,2	1	2,035	1	0,1228	1	0,0000	1
0,3	1	2,684	1	0,0743	1	0,0000	1
0,4		1,850		0,0700		0,6564	
0,5	1	1,309	1	0,0696	1	0,8225	1
Kompozit BK 8 - po'lat 40XHMJ							
0,1		12,024		0,1506		0,0000	
0,2	1	14,114	1	0,1160	1	0,0000	1
0,3		13,214		0,0700		0,1030	
0,4	1	10,441	1	0,0698	1	0,3105	1
Kompozit Mo - TiC - po'lat 40XHMJ							
0,1	1	66,376	1	0,1034	1	0,0000	1
0,2		50,232		0,0639		0,0811	
0,3	1	25,977	1	0,0698	1	1,2292	1

3.2. Kompozitlarda tuzilish hosil bo'lishining umumiy prinsiplari asoslari

Hisoblangan ma'lumotlarga asoslanib, ishchi qismini tashkil etuvchi P6M5 tezkesar po'lati, BK8 qattiq qotishma va Mo-TiC sistemali pishirilgan molibden qotishmasi, asos qismi 40XHMJ, 40XHMΦJ quyma konstruksion po'latlar va Cu va Ni simli belbog' shaklidagi oraliq qatlam kompozitlarni ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Kompozitlarni yaratishda asosiy o'rinni kompozitlarni oraliq qatlami materiali egallaydi. U bir qator talablarga javob berishi kerak:

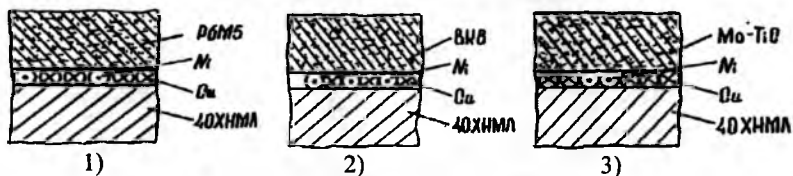
1. Ishchi qismi va qo'yilma qotishmasi kristallanish haroratidan past bo'lgan erish haroratiga ega bo'lish, bog'lanishlar tashkil topishida suyuq qatlamning kerakligi.

2. Kompozitlarni tashkil etuvchilarning bir-birlari bilan bog‘lanuvchanligi.

3. Elementlar bog‘lanishi orasidagi termik kengayish koeffitsientlarini farqini kompensatsiyalash.

Oraliq qatlam materiali sifatida 0,1-0,6 mm diametrli belbog‘ shaklidagi Ni simdan foydalanildi. (3.2-rasm.).

Quyma bimetall kompozitlar (QBK) asbobning yuqori ishlovchanligini taminlashi kerak. Oraliq qatlamning texnologik parametrlarini optimallashtirishni tadqiqotlarni matematik rejalash uslublarini jalb qilgan holda olib borildi [56].



3.2-rasm. Mis va nikelli simlarni mujassamlashtirgan simli belbog‘lar: 1) tezkesar po‘lat P6M5 - po‘lat 40XHMA kompoziti; 2) BK8 qattiq qotishma - po‘lat 40XHMA kompoziti; 3) Mo-TiC tizimidagi pishirilgan molibden qotishmasi-po‘lat 40XHMA kompoziti

Shu sababli oraliq qatlam sifatini baholash mezonida bog‘lanishlarni siljishga mustaxkamligi – G_{Tz} dan foydalanildi. Optimizatsiyalash uchun quyidagi bir- biriga bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchan faktorlar tanlandi: δ - simning qalinligi, h - o‘ramlar orasidagi qadam, S_{Ni} - nikelning bog‘lamdagi miqdori (3.2-jadval).

Simning qalinligini po‘lat P6M5 - po‘lat 40XHMFJI kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni bog‘liqligini aniqlash uchun o‘tkazilgan tadqiqotlar sharti, o‘ramlar orasidagi masofa, Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi munosabati

Kattaliklar	Simning qalinligi - δ , mm	O‘ramlar orasidagi masofa - h, mm	Nikelning bog‘lamdagi miqdori - S_{Ni} , %
	X_1	X_2	X_3
Asosiy, sath, X	0,2	1,0	25
O‘zgarish oralig‘i	0,1	0,5	5
Yuqori sathi	0,3	1,5	30
Pastki sathi	0,1	0,5	20

Hisoblash ma’lumotlarga ko‘ra, matritsa (qattiq qotishma BK8 - po‘lat 40XHMFJI kompozitsiyasi) uchun Cu va Ni li oraliq qatlamning to‘liq erish qalinligi 0,1-0,3 mm va 0,2-0,4 mm atrofida bo‘ladi. Shuning uchun parma va matritsa uchun X_1 kattalikni asosiy sathni tanlashda o‘rnatilgan 0,1 - 0,3 mm va 0,2 - 0,4 mm diapazon o‘rtasiga to‘g‘ri keladigan simning qalinligi 0,2 mm va 0.3 mm qiymatlarida berilgan. Ikkinchi kattalikning asosiy sathi X_2 - o‘ramlar orasidagi 1,0 mm masofa va o‘zgarish oralig‘i keyinchalik bog‘lamni tayyorlash va o‘rnatish jarayonini mexanizatsiyalashni va imkon qadar soddalashtirishni hisobga olgan holda tanlandi. Bu kattaliklarni uchinchi faktor X_3 uchun tanlashda Cu va Ni simning tegishli miqdordagi oddiy mujassamlashtirilgan munosabatlarini boshqarish imkoniyati hisobga olindi (3.3, 3.4-jadval).

Simning qalinligini qattiq qotishma BK8 - po‘lat 40XHMFJI kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni bog‘liqligini aniqlash uchun o‘tkazilgan to‘liq kattalikli tadqiqotlar $N=2^3$ rejasini amalga oshirish, o‘ramlar orasidagi masofa, Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi munosabati (3.5 jadval), qattiq qotishma BK8 - po‘lat 40XHMFJI kompoziti uchun regressiya tenglamasi ko‘rinishini oldi:

$$u = 238 + 14.7X_1 - 21.5X_2 + 94X_3 + 2X_4 - 2.5X_5 - 8.7X_6 + 7.2X_7 \quad (28)$$

Simning qalinligini qattiq qotishma BK8 - po'lat 40XHMJl kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni bog'liqligini aniqlash uchun o'tkazilgan tadqiqotlar sharti, o'ramlar orasidagi masofa, Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi munosabati

Kattaliklar	Simning qalinligi - δ , mm	O'ramlar orasidagi masofa - h, mm	Nikelning bog'lamdagi miqdori - S_{Ni} , %
	X_1	X_2	X_3
Asosiy sath, X	0,3	1,0	25
O'zgarish oralig'i	0,1	0,5	5
Yuqori sathi	0,4	1,5	30
Pastki sathi	0,2	0,5	20

Simning qalinligini pishirilgan molibden qotishma sistemasi Mo-TiC - po'lat 40XHMJl kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni bog'liqligini aniqlash uchun o'tkazilgan tadqiqotlar sharti

Kattaliklar	Simning qalinligi - δ , mm	O'ramlar orasidagi masofa - h, mm	Nikelning bog'lamdagi miqdori - S_{Ni} , %
	X_1	X_2	X_3
Asosiy sath, X	0,3	1,0	25
O'zgarish oralig'i	0,1	0,5	5
Yuqori sathi	0,4	1,5	30
Pastki sathi	0,2	0,5	20

Tenglama koefitsientlari qiymatlarini statistik baholashni amalga oshirgandan keyin quyidagi regressiya tenglamasi koefitsientlari ahamiyatli ekanligi aniqlandi.

$$u = 238 + 14.7X_1 - 21.5X_2 + 94X_3 + 2X_4 - 2.5X_5 - 8.7X_6 + 7.2X_7 \quad (29)$$

Simning qalinligini pishirilgan molibden qotishma Mo-TiC - po'lat 40XHMJl kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni bog'liqligini aniqlash uchun o'tkazilgan to'liq kattalikli tadqiqotlar $N=2^3$ rejasini amalga oshirish, o'ramlar orasidagi masofa, Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi

munosabati (3.6-jadval), pishirilgan molibden qotishma sistemasi Mo-TiC - po‘lat 40XHMJI kompoziti uchun regressiya tenglamasi ko‘rinishini oldi:

$$u = 194 + 23.5X_1 - 16X_2 + 36.5X_3 + 2X_4 + 6X_5 - 3X_6 + 5.2X_7 \quad (30)$$

3.5-jadval

N=2³ kattalikli tadqiqotini to‘liq amalga oshirish rejasining qattiq qotishma BK8 - po‘lat 40XHMJI kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni simning qalinligiga, o‘ramlar orasidagi masofa va Cu va Ni larning oralik qatlamdagi munosabatiga bog‘liqligi

Tajrib a №	X	δ X_1	h X_2	N_2 X_3	X_1X_2 X_4	X_1X_3 X_5	X_2X_3 X_6	$X_1X_2X_3$ X_7	$\sigma_{\text{св}}$ U
1	+	+	+	+	+	+	+	+	384
2	+	+	-	+	-	+	-	-	366
3	+	-	+	+	-	-	+	-	281
4	+	-	-	+	+	-	-	+	360
5	+	+	+	-	+	-	-	-	144
6	+	+	-	-	-	-	+	+	180
7	+	-	+	-	-	+	-	+	120
8	+	-	-	-	+	+	+	-	135

*Tadqiqotlar soni $p = 3$ bo‘lgandagi o‘rtacha arifmetik qiymatlari keltirilgan

3.6-jadval

N=2 kattalikli tadqiqotini to'liq amalga oshirish rejasining pishirilgan molibden qotishma sistemasi Mo-TiC - po'lat 40XHMJI kompozitlar elementlari orasidagi mustaxkamlikni simning qalinligiga, o'ramlar orasidagi masofa va Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi munosabatiga bog'liqligi

Tajriba №		δ	h	N_2	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	$\sigma_{\text{сж}}$
	X	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	U
1	+	+	+	+	+	+	+	+	240
2	+	+	-	+	-	+	-	-	280
3	+	-	+	+	-	-	+	-	182
4	+	-	-	+	+	-	-	+	220
5	+	+	+	-	+	-	-	-	160
6	+	+	-	-	-	-	+	+	190
7	+	-	+	-	-	+	-	+	130
8	+	-	-	-	+	+	+	-	150

** Tadqiqotlar soni $p = 3$ bo'lgandagi o'rtacha arifmetik qiymatlari keltirilgan*

Tenglama koeffitsienti qiymatlarini statistik baholash o'tkazilgandan keyin, regressiya tenglamasining quyidagi koeffitsientlari ahamiyatli ekanligi aniqlandi:

$$u = 194 + 23.5X_1 - 16X_2 + 36.5X_3 + 6X_4 \quad (31)$$

Optimallashtirish parametrining maksimal qiymatini aniqlashda [57] aylanib yaqinlashish uslubini qo'llab, keyingi tadqiqotlarni o'tkazishda asos qilib olingan o'tish qismi shakllanish jarayoniga ta'sir qiluvchi xar bir kompozit variantlariga faktorlarning to'g'ri kelgan qiymatlari aniqlandi (3.7 – 3.9-jadvallar).

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, po'lat P6M5 – po'lat 40XHMΦJI kompoziti elementlari orasidagi bog'liqlikning maksimal mustaxkamlik qiymati - $\sigma_{\text{сж}}=762$ MPa o'zgaruvchan kattaliklarning quyidagi qiymatlarida erishiladi:

Simning qalinligi - $\delta = 0,2-0,3$ mm;

O'ramlar orasidagi masofa - $h = 1,0-1,5$ mm;

Ni ning bog'lamdagi miqdori - $S_{Ni}, = 30$, og'ir. %.

Bu xolatda qattiq qotishma BK 8 – po‘lat 40XHML kompoziti elementlari orasidagi bog‘liqlikning maksimal mustaxkamlik qiymati - $\sigma_{\text{og}}=366$ MPa o‘zgaruvchan kattaliklarning quyidagi qiymatlariga to‘g‘ri keldi: Simning qalinligi - $\delta = 0,2-0,3$ mm;

O‘ramlar orasidagi masofa - $h = 1.0-1.5$ mm;

Ni ning bog‘lamdagi miqdori - $S_{Ni} = 50$, og‘ir. %.

3.7-jadval

Po‘lat P6M5 - po‘lat 40XHMΦL kompozitlari elementlari orasidagi bog‘liqlik mustaxkamligini simning qalinligiga, o‘ramlar orasidagi masofa va Cu va Ni larning oralik qatlamdagi og‘irlik % i kabi o‘zgaruvchan kattaliklari munosabatlariga bog‘liqligini optimallashtirish rejasi

Kattaliklar	$\delta, \text{ mm}$	$h, \text{ mm}$	$C_{Ni}, \%$	$\sigma_{\text{og}}, \text{ MPa}$
Bi	37.4	67.6	105.1	-
Bi*	4	34	525	-
Qadami (Δ)	0.03	0.25	4	-
Aqliy tajriba	0.23	1.25	29	-
Bajarilgan tajriba	0.26	1.50	33	762
Aqliy tajriba	0.29	1.75	37	-
Aqliy tajriba	0.32	2.00	41	-
Bajarilgan tajriba	0.35	2.25	45	576
Bajarilgan tajriba	0.38	2.50	49	380

Pishirilgan qotishma Mo-TiC - po‘lat 40XHML kompoziti bog‘i mustaxkamlining maksimal qiymati $\sigma_{\text{og}}=280$ MPa 3.9-jadvalda ko‘rsatilgan o‘zgaruvchan kattaliklarning qiymatlarida hosil bo‘ldi.

Olingan natijalar to‘liq tushunarli. Qattiq qotishmaning suyuq eritma bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri ta‘siriga yo‘l qo‘yilmagani ma’qul, bunday xoatlarda qo‘yilmaning yuzasida yoriqlar paydo bo‘ladi. Bundan tashqari, Ni volfram karbidi bilan yaxshi kirishadigan yagona material hisoblanadi.

Qattiq qotishma BK8 - po'lat 40XHMJ kompozitlari elementlari orasidagi bog'liqlik mustaxkamligini simning qalinligiga, o'ramlar orasidagi masofa va Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi og'irlik % i kabi o'zgaruvchan kattaliklari munosabatlariga bog'liqligini optimallashtirish rejasi

Kattaliklar	δ , mm	h , mm	C_{Ni} , %	σ_{α} , MPa
<i>Bi</i>	14,7	-21,5	94	-
<i>Bi*</i>	1,5	-10	470	-
Qadami (Δ)	0,03	0,25	12	-
Aqliy tajriba	0,35	0,75	37	-
Bajarilgan tajriba	0,40	0,50	49	366
Aqliy tajriba	0,45	0,25	61	-
Bajarilgan tajriba	0,50	0	73	360

Molibden qotishmasi bilan suyuq eritmaning to'g'ridan to'g'ri boshlanishida yoriqlar hosil bo'lishi tadqiqotlarda tasdiqlangan.

Bog'lamdagi Cu va Ni orasidagi 30%, 40%, 50% ga teng munosabatlarga rioya qilish masalalari texnologik jihatdan bir xil qalinlikdagi simlarni mujassamlashtirishda erishildi, tegishli ikki o'ram mis simi - bir nikel, uch o'ram mis simida - ikkisi nikel simdan va bir o'ram mis simi - bir nikel simdan. Hamma uchta ishchi qatorlarni amalga oshirish chizmasi (5 rasm) keltirilgan, bunda:

Simning qalinligi - $\delta = 0,4-0,5$ mm;

O'ramlar orasidagi masofa - $h = 0,0-0,5$ mm;

Ni ning bog'lamdagi miqdori - $C_{Ni} = 40$, og'ir. %.

Ammo, bog'larni hosil bo'lish afzalliklari mexanizmini aniq ko'rsatish maqsadida (kompozitning har bir qator uchun) bog'larning o'tish qismi xossalari, po'lat tarkibi va tuzilishi tadqiqotlarini amalga oshirish talab qilindi.

- 1- variant, - Cu va Ni og'irliklari miqdori munosabatlari 30% ga teng bo'lgan;
- 2- variant, - Cu va Ni og'irliklari miqdori munosabatlari 40% ga teng bo'lgan;
- 3- variant, - Cu va Ni og'irliklari miqdori munosabatlari 50% ga teng bo'lgan.

Pishirilgan molibden qotishmali sistema Mo-TiC - po'lat 40XHMJI kompozitlari elementlari orasidagi bog'liqlik mustaxkamligini simning qalinligiga, o'ramlar orasidagi masofa va Cu va Ni larning oraliq qatlamdagi miqdori kabi o'zgaruvchan kattaliklari munosabatlariga bog'liqligini optimallashtirish rejasi

Kattaliklar	δ , mm	h , mm	C_{Ni} , %	σ_{eg} , MPa
Bi	23.5	-16	36.5	-
Bi^*	2	-8	182	-
Qadami (Δ)	0,06	0,25	6	-
Aqliy tajriba	0.36	0,75	31	-
Bajarilgan tajriba	0.42	0,50	43	280
Aqliy tajriba	0.48	0,25	44	-
Bajarilgan tajriba	0,54	0	50	260

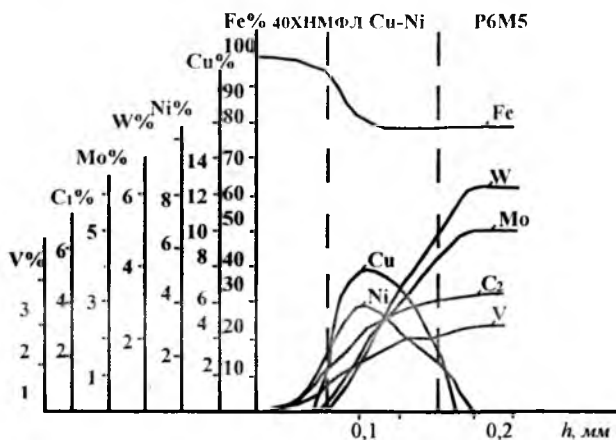
Pishirilgan qotishma Mo-TiC - po'lat 40XHMJI kompoziti bog'i mustaxkamligining maksimal qiymati $\sigma_{eg}=280$ MPa 3.9-jadvalda ko'rsatilgan o'zgaruvchan kattaliklarning qiymatlarida hosil bo'ldi.

3.3. Tezkesar po'lat - konstruksion po'lat kompoziti o'tish qismi tuzilishi, struktura va xossalari

Cu-Ni qotishmali oraliq qatlamli tezkesar po'lat P6M5 - po'lat 40XHMΦJI kompoziti o'tish qismi ko'ndalang kesimi bo'yicha elementlarning taqsimlanishi mikrorentgenospektral analiz (3.5-rasm) ma'lumotlari bo'yicha baholandi. Fazaviy, qatlamli rentgenostruktura analizi (3.9- jadval) [58] natijalari ma'lumotlarni kerakli darajada to'ldiruvchi bo'lib xizmat qiladi.

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, kompozitlarni tashkil qilishda o'tish qatlami asosiy elementlari (Ni, Cu) tegib turgan tezkesar po'lat va konstruksion po'latga 0,1 mm chuqurlikgacha kirib boradi.(3.5-rasm). Bunda nikel katta aktivligi bilan farq qiladi. Kompozitning tezkesar po'lat tomonidagi

o'tish qismi molibden, volfram, vanadiy va xrom kabi karbid hosil qiluvchi elementlarning diffuzion qayta taqsimlanishi bilan xarakterlanadi.



3.3-rasm. Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi 2:1 nisbatdagi oraliq qatlamli tezkesar po‘lat P6M5 - po‘lat 40XHMΦЛ kompoziti o‘tish qismidagi elementlarning taqsimlanishi

Ko‘rinishidan, Cu va Ni ni konstruksion po‘lat chegarasidagi joylashish cho‘qqisi shu bilan tushuntiriladi. Bu elementlarning karbidlar WC, M_6C va MC hosil qilib intensiv erishi sodir bo‘lmoqda. Bu elementlar miqdori konsentratsiyasining kamayishi bilan po‘lat 40XHMЛga xarakterli bo‘lgan temirning miqdori og‘irligi bo‘yicha 95 % gacha ortadi (3.3-rasm).

O‘tish qismining fazaviy tarkibiga kelsak (3.10 jadval), nikelning po‘latga kirib borishi qoldiq austenit hosil bo‘lishi bilan kuzatiladi. Cu-Ni asosli (3.10-jadval) eng qiyin tarkib 2-chi qismda qayd qilindi. Bunda α - Fe, γ - Fe, WC, M_6C , $M_{23}C_6$.kompozitsiyani tashkil qiluvchi oraliq qatlam eritmasida erigan elementlar mavjud.

Kompozitning o'tish qismi mikrostrukturasida tezkesar po'lat P6M5 tomondan ketma ket bir nechta zonalarini ajratish mumkin (3.4- rasm):

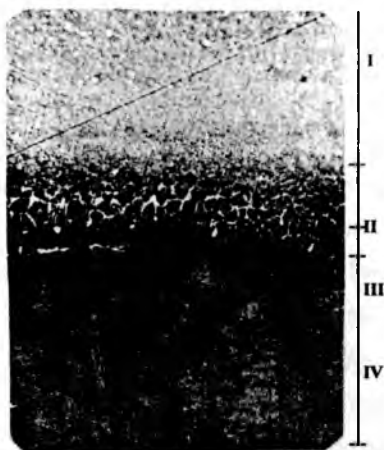
- 1- qism – matritsaning sorbitsimon perlitli bilan mujassamlashtirilgan globulyar karbidlar – boshlang'ich tarkibi tezkesar po'lat;
- 2- qism – oq yaxshi ko'rinmaydigan faza, oraliq qatlam qotishmasi asosidagi qism. Perlitli austenit-karbid qo'shimchali erkin formadagi o'zgarishlar qism matritsasi.
- 3- qism – perlitli-sementitli va perlitli struktura – polistirolni gazga aylanishidan hosil bo'lgan mahsulotlar bilan uglerodga to'yingan eritma qismi.
- 4- qism – quyma evtektoidgacha bo'lgan o'rta uglerodli po'latning ferrit-perlitli qorishmasi.

O'tish qismi xossalariining ko'ndalang kesim bo'yicha o'zgarishi mikroqattqlikni tarqalishi bo'yicha baholandi (3.5-rasm). Egri chiziqlar qattqlik kattalıkları diapazonining yuqori va pastki sathini chegaralaydi (3.4 rasm). Tezkesar po'lat (430-590 HV) va po'lat 40XHMΦ1 (290-340 HV) qattqlikka bir tekis o'tishida tezkesar po'lat tomondan yuqori qattqlik (590-665 HV) aniqlandi. 0.3 mm li o'tish qismi o'lchami (3.5- rasm) mikrostruktura analizi (3.3-rasm) ma'lumotlari bilan yaxshi kelishadi.

Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi 2:1 nisbat miqdordagi qotishma oraliq qatlamli tezkesar po‘lat P6M5 – po‘lat 40XHMΦЛ kompoziti o‘tish qismi qatlamini rentgenostruktura fazaviy analizi natijalari

Kompozitni tashkil etuvchilar	Tashkil etuvchilarni bo‘luvchi chegara orasidagi masofa, mm *	Rentgen chiziqlarini nisbiy intensivligi				
		Fazaviy tarkib, %				
		α - Fe	γ - Fe	M ₆ C	VC	M ₂₃ C ₆
Tezkesar po‘lat P6M5	0,3	82,1	-	11	2,9	4,0
	0,1	82,4	-	10,9	2,8	3,9
Cu-Ni asosidagi o‘tish qismi	0,1	87,3	0,9	6,8	2,6	2,4
	0,2	94,4	0,8	1,8	1,6	1,4
	0,3	95,4	1,0	1,2	0,8	-
Po‘lat 40XHMΦЛ	0,1	97,7	97,7	2,3	-	-
	0,2	97,9	97,9	2,1	-	-

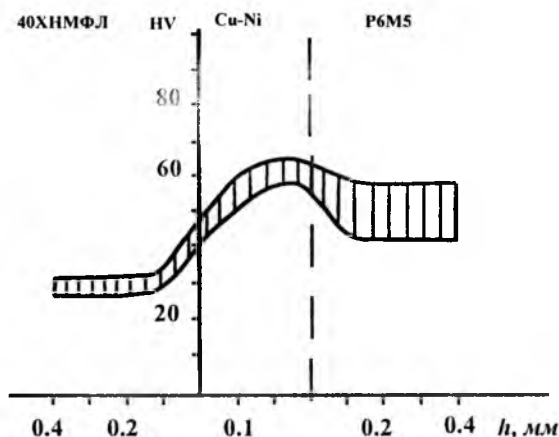
*Masofa (o‘tish qismi ko‘ndalang kesimimi bo‘yicha) metallografik analiz ma‘lumotlari bo‘yicha aniqlandi.



3.4 - rasm. Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi 2:1 nisbat miqdordagi qotishma oraliq qatlamli tezkesar po‘lat P6M5 – po‘lat 40XHMΦЛ kompoziti o‘tish qismi qatlami mikrostrukturasini; I – tezkesar po‘lat P6M5; II – oraliq qatlam materialini asosidagi qism; III – uglerodga to‘yinish qismi; IV - po‘lat 40XHMЛ.

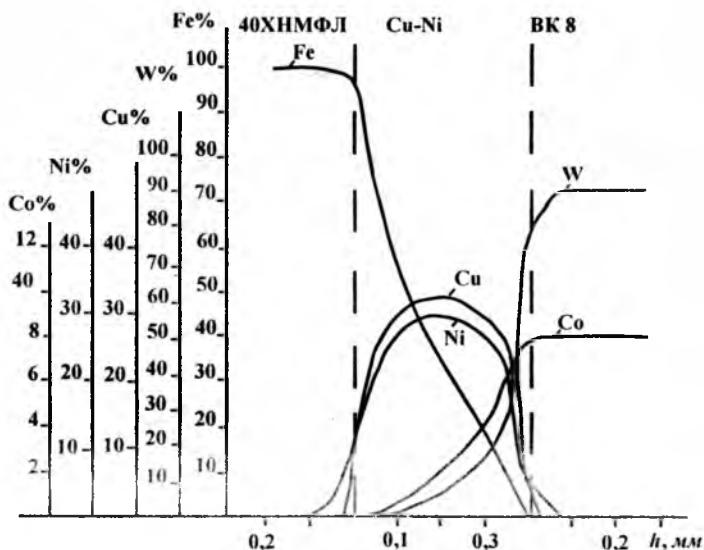
Kattalashtirish x 100

Yupqa yuza qatlam ichidagi alohida donlarning qattiqligi, alohida faza va tarkibdan tashkil topgan mikroqattiqligi aniqlanadi ($R=50$ g). O'lash natijalari, qora dog'lardagi qattiqlik 375 HV, ko'p karbid fazasi bor joylarda qattiqlik 860 HV, u kam qismlarda esa, 650 HV va bir xil tarkibli joylarda qattiqlik – 375 HVni ko'rsatdi. Bu, oraliq qatlam da Cu-Ni ni sonli nisbati farqi bilan tushintiriladi. Oraliq qatlamda bu asosli elementlarning qotishmadagi erish intensivligi turlicha.



3.5-rasm. Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi 2:1 nisbat og‘irlik % miqdordagi qotishma oraliq qatlamli tezkesar po‘lat P6M5 – po‘lat 40XHMΦЛ quyma bimetall kompoziti ko‘ndalang kesimi bo‘yicha mikroqattiqlikni tarqalishi

Kompozit o'tish qismi kimyoviy tarkibini mikrorentgenospektral analiz yordamida volfram, kobalt, mis, nikel va temir bo'yicha aniqlash 3.6-rasmda keltirilgan.



3.6-rasm. Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi o‘tish qatlami 1:1 nisbat og‘irlik % miqdordagi qattiq qotishma BK 8 – po‘lat 40XHMJI kompoziti o‘tish qismida elementlarning taqsimlanishi

3.4. Qattiq qotishma - konstruksion po‘lat kompoziti o‘tish qismi tuzilishi, struktura va xossalari

Keltirilgan ma’lumotlardan kurinib turibdiki, kompozit xosil bo‘lishida nikel tegib turgan po‘lat va qattiq qotishma ichiga 0,1 mm chuqurlikka kirib boradi. Cu va Ni asosli qism qattiq qotishma tomonidan W va Co bilan va po‘lat taiondan temir bilan boyiydi. Cu va Ni ning egri chiziq taqsimlanishidagi cho‘qqisi qattiq qotishma tomonga surilgan (3.7-rasm), bu Fe ni oraliq qatlam eritmasida ko‘roq intensiv eriganidan guvohlik beradi. O‘tish qismini fazaviy qatlamli analizi (3.11-jadval) Cu - Ni korishmasini qattiq qotishma bilan faol ta’sirlashishini tasdiqladi. Shunday qilib, M_6C , MO turdagi ta’sirlashgan maxsulotlarni ko‘paygan miqdori aniqlandi. WC (do 52%) faza miqdori oshganligiga ahamiyat beriladi.

Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi o‘tish qatlami 1:1 nisbat og‘irlik % miqdordagi qattiq qotishma BK 8 – po‘lat 40XHMJI kompoziti o‘tish qismini qatlamli rentgenostruktura fazaviy analizi natijalari

Kompozitni tashkil etuvchilar	Tashkil etuvchilarni bo‘luvchi chegara orasidagi masofa, mm	Rentgen chiziqlarini nisbiy intensivligi					
		Fazaviy tarkib %					
		α - Fe	γ -Fe	M ₆ S	Co	M ₃ S	WC
BK8	0,2	-	-	-	8,0	-	92
	0,1	-	-	-	7,8	-	91
Cu –Ni asosidagi o‘tish qismi*	0.1	-	40	3.6	4.5	-	51.9
	0.2	47.1	37	3.1	3	-	9.8
	0.3	79.5	18	1.6	-	0.9	-
Po‘lat 40XHMΦJI	0,1	95,2	3,5	-	-	1,3	-
	0,2	98,7	-	-	-	1,3	-

*Masofa (o‘tish qismi ko‘ndalang kesimimi bo‘yicha) metallografik analiz ma‘lumotlari bo‘yicha aniqlandi.

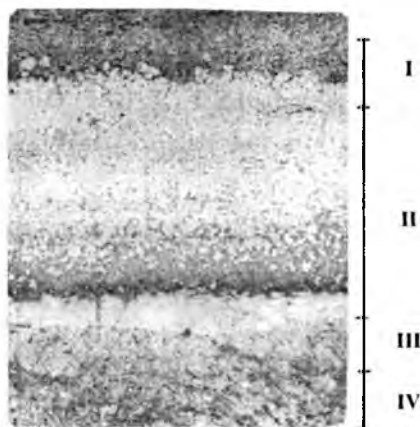
Nikelni po‘latga kirishi qoldiq austenit hosil bo‘lishi bilan sodir bo‘ladi. O‘tish qismida katta miqdorda γ - Fe (30% gacha) bo‘ladi. Kompozit o‘tish qismi quyidagi fazalarni o‘z ichiga oladi: α - Fe, γ - Fe, M₆C, M₃C, MC, shuningdek, qattiq qotishma tomonidan, Co hosil qilgan faza. O‘tish qismi mikrostrukturasida quyidagi xarakterli qismlarni o‘z ichiga oladi (3.7-rasm):

1-qism – qattiq qotishma tomonidan, yuqori ko‘rinuvchanligi va karbid zarrachalari orasidagi masofaning kattalashgani farq qiladi;

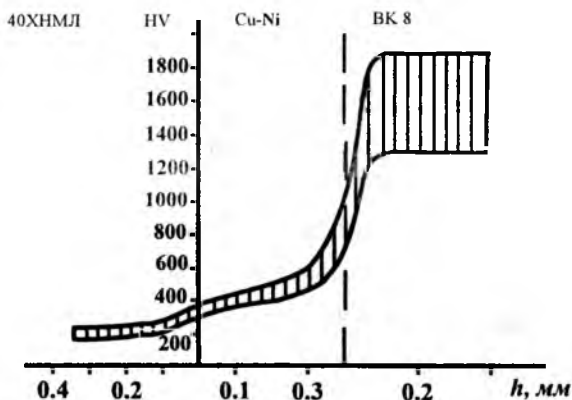
2- qism – birikish qismi materiali asosida tashkil topgan bo‘lib, qobiq va ixtiyoriy shaklga ega austenit-karbid fazalaridan iborat. Birikish qismi qalinligi 0,15-2,0 mm;

3-qism – qalinligi 0,05 mm gacha bo‘lgan mayda donli qobiq;

4-qism–penopolistirol gazlangani hisobiga hosil bo‘lgan uglerodga to‘yingan perlit-sementit strukturali qatlam evtektoidgacha bo‘lgan po‘latlar strukturasiga xos ferrit–perlit strukturasiga asta-sekin o‘tib boradi.



3.7-rasm. Qattiq qotishma BK8 – po‘lat 40XHML quyma bimetall kompoziti o‘tish qismi mikrostrukturası: 1-migratsiya qismi; 2 oraliq qatlam asosli qism; 3-qism qobiq; 4-uglerodga to‘yingan qism. x 150.



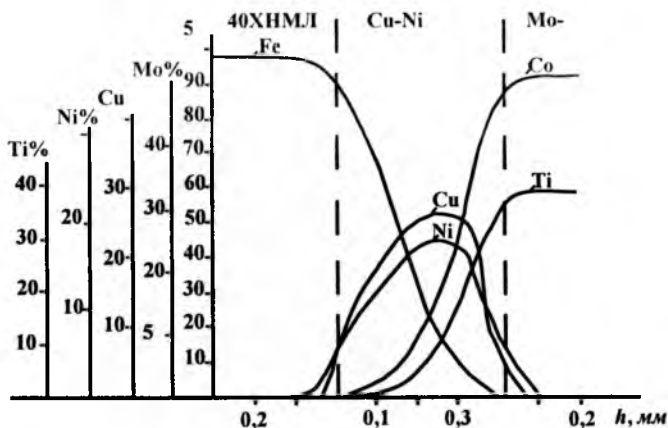
3.8-rasm. Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi o‘tish qatlami 1:1 nisbat og‘irlik % miqdordagi qattiq qotishma BK 8 – po‘lat 40XHML kompoziti ko‘ndalang kesimi bo‘yicha mikroqattqlikni taqsimlanishi

Kompozitning o'tish qismi ko'ndalang kesimi bo'yicha mikroqattiqligini o'lchash, qattiq qotishmaga tegib turgan tomondagi qismda qattiq qotishmaning dastlabki qattiqligiga nisbatan qattqlik pasayishi sodir bo'ladi (1600-1800 HV dan 600-1000 HVgacha).

Oraliq qatlam materiali asosidagi qismda qattqlikni keskin 400 HV gacha tushib ketishi kuzatiladi. Qobiq va unga tutash bo'lgan uglerodga tuyingan qismda qattqlik asta-sekin 300-400 HV dan 200-240 HV qattqlikkacha pasayadi (3.8-rasm).

3.5. Molibden qotishma Mo-TiC - konstrukcion po'lat kompoziti o'tish qismi tuzilishi, struktura va xossalari

Cu – Ni simli bog'lam ko'rinishidagi o'tish qatlami 3:2 nisbat og'irlik % miqdordagi pishirilgan molibdenli qotishma sistemasi Mo-TiC – po'lat 40XHMLI quyma bimetall kompoziti o'tish qismi ko'ndalang kesimi bo'yicha elementlarning taqsimlanishi 3.11-rasmda keltirilgan.



3.11-rasm. Cu – Ni simli bog'lam ko'rinishidagi o'tish qatlami 3:2 nisbat og'irlik % miqdordagi pishirilgan molibden qotishmasi sistemasi Mo-TiC – po'lat 40XHMLI quyma bimetall kompoziti o'tish qismi ko'ndalang kesimi bo'yicha elementlarning taqsimlanishi

Mikrorentgenospektral analiz ma'lumotlariga ko'ra, kompozitlar xosil bo'lishida oraliq qatlam elementlari (Ni, Cu)ni tegib turgan po'lat va molibdenli qotishmaga 0,1 mm chuqurlikgacha kirib borishi sodir bo'ladi (3.9-rasm). Oraliq qatlam asosidagi qismda Mo va Ti ni molibdenli qotishma tomonidan va temirni po'lat tomonidan erishi sodir bo'ladi (3.9-rasm).

Kompozit o'tish qismi fazaviy tarkibiga keladigan bo'lsak, kompozitni asosini tashkil qiluvchi fazalar bilan bir qatorda, eritmada erigan: Mo, α -Fe, γ -Fe, TiC, shuningdek asosiy elementlarning (Fe, Mo) o'zaro va uglerod bilan ta'sirlashuvida (Mo_2C , $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{C}$ i Fe_3C) lar xosil bo'ladi (3.12-jadval).

3.12-jadval

Cu-Ni simli bog'lam ko'rinishidagi o'tish qatlami 3:2 nisbat og'irlik % miqdordagi pishirilgan molibden qotishmasi sistemasi Mo-TiC-po'lat40XHMJL kompoziti o'tish qismi qatlamli fazaviy rentgenostrukturaviy analizi natijalari

Kompozitni tashkil etuvchilar	Tashkil etuvchilarni bo'luvchi chegara orasidagi masofa, mm	Rentgen chiziqlarini nisbiy intensivligi						
		Fazaviy tarkib %						
		Mo	TiC	Mo_2C	γ -Fe	α -Fe	M_6C	Fe_3C
Molibdenli qotishma sistemasi Mo-TiC	0,2	60	40	-	-	-	-	-
	0,1	55	45	-	-	-	-	-
Cu-Ni asosli o'tish qismi	0,1	20	15	45	20	-	-	-
	0,2	-	15	20	45	15	5	-
	0,3	-	5	10	40	30	15	-
Po'lat 40XHMΦЛ	0,1	-	-	-	10	90	-	-
	0,2	-	-	-	-	97	-	3

* Masofa (o'tish qismi ko'ndalang kesimimi bo'yicha) metallografik analiz ma'lumotlari bo'yicha aniqlandi.

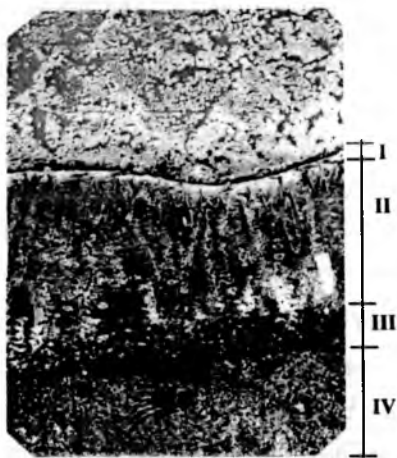
Tadqiq qilinayotgan kompozit o'tish qismi tarkibi murakkab tuzilishga ega (3.10-rasm). Quyidagi qismlarni ajratish mumkin:

1- Mo-TiC qotishmasi tomonidan yaxshi ko'rinadigan chuqurligi 0,1 mm gacha bo'lgan qism;

2- qism, oraliq qatlam materiali asosida tashkil topgan va murakkab tuzilishga ega bo'lgan bir nechta qismchalarga ega bo'lgan qism. U, ketma-ket evtektik tuzilishga ega bo'lgan, qo'yilmaga tegib turgan mayda dondan tashkil topgan qatlamni o'z ichiga oladi. Keyin, oraliq qatlam materiali xarakteriga ega bo'lgan, fazalarning murakkab konglemeratlardan tashkil topgan va bevosita qism osti asosli, bir xil tuzilgan teng o'qli kristallitli qatlam keladi;

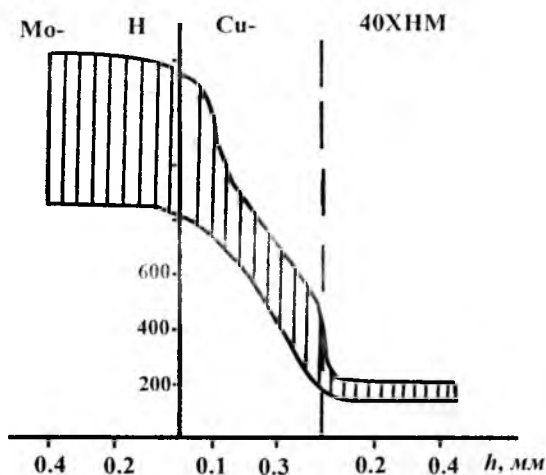
3- qismni to'liqsimon shakilli xar zamonda uzilish joylari uchraydigan asos materialining mayda donli qobig'i tashkil qiladi;

5- qismni – doimiy ravishda quyma o'rta uglerodli po'lat o'tuvchi evtektoid po'lat tuzilishli uglerodga to'yingan po'lat.



3.10-rasm. Molibden qotishmasi sistemasi Mo-TiC – po'lat 40XHML quyma bimetal kompoziti o'tish qismi mikrostrukturasi. x150

Kompozitni o'tish qismi ko'ndalang kesimi bo'yicha mikroqattqlikni taqsimlanishi 3.11-rasmda ko'rsatilgan. Bundan ko'rinib turibdiki, po'latdan Mo-TiC tomonga siljishiga qarab mikroqattqlikni taqsimlanishi xam yuqoriga, xam pastgi tomonga keskin ortadi (800-1100 HV).



3.11-rasm. Cu – Ni simli bog‘lam ko‘rinishidagi o‘tish qatlami 3:2 nisbat og‘irlik % miqdordagi pishirilgan molibden qotishmasi sistemasi Mo-TiC – po‘lat 40XHMJI kompoziti o‘tish qismi mikroqattqligini taqsimlanishi

4-bob. Quyma bimetall kompozitlarni termik ishlash

Metall va qotishmalardan yasalgan turli turdagi asboblarga termik ishlov berishda, ularni ma'lum temperaturagi qizdirib, metall asosda to'liq faza o'zgarishlari ro'y bergunga qadar shu temperaturada tutib turib, sovutish tezligi turlicha bo'lgan muhitlarda (moy, suv, tuz, qum, havo va b) sovutish orqali asbob struktura va xossalarini zarur tomonga o'zgartirish oqibatida ularni ishlash muddatlarini oshirishdan iborat. Buyumga ko'rsatilgan termik ta'sirlar natijasida olingan ijobiy samara issiqlik ta'siri to'xtatilgandan keyin ham

saqlanib qolishi zarur. Ko'pchilik asbob (shtamp, matritsa, kesgich, filer, parma va b) larni tayyorlashda texnologik jarayon shunday qo'riladiki, asboblarning yuqori kuchlanish ta'sirida ishlaydigan ishchi qismlarida qoldiq ichki siquvchi kuchlanishlar miqdorini oshirish orqali, ularning yeyilishbardoshligi, mustahkamligi va boshqa xossalari oshiriladi.

Quyma bimetall kompozitsiyalarni termik ishlov berish orqali, ularning ishlash muddatlarini oshirishga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari deyarli ko'p emas. Mavjud texnologik rejimlar ham asbobsozlik materiallariga beriladigan standart rejimlardan farq qilmaydi. Quyma bimetall kompozitsiyalarni termik ishlov berish tartiblarini ishlab chiqishda, ularni bir nechta turli materiallardan iborat ekanligiga e'tibor berilishi lozim. Buni hisobga olmaslik turli materiallardan tuzilgan kompozitsiyalarining potensial imkoniyatlarini ochish hamda termik ishlov natijasida zarur samaraga erishish mumkin emas.

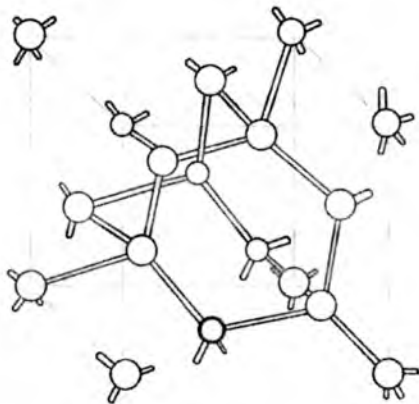
Quyma bimetall kompozitsiyalarni termik ishlov berish texnologiyasida, yuqorida aytilgan kamchiliklarni tuzatish maqsadida prof. V.V CHEkurov [3] tomonidan bir nechta termik ishlov rejimlari taklif etilgan. Biroq ularni amalga oshirish texnologik nuqtai nazardan murakkab.

Mazkur kitob mualliflari tomonidan ushbu yo'nalishni rivojlantirish maqsadida quyma bimetall kompozitsiyalardan tayyorlangan asboblarga termik ishlov berish bo'yicha bir nechta termik ishlov rejimlari ishlab chiqildi.

Sun'iy texnik olmos olishda ishlatiladigan matritsa. Olmos muhim fizikaviy, kimyoviy, termik, elektr va mexanik xossalarga ega.

Olmos uglerodning kristall modifikatsiyasi hisoblanadi. Olmos va grafit toza uglerod bo'lib bir-biridan kristall tuzilishi bilan farqlanadi.

Olmos kub kristall panjaraga ega. Uglerodning 18 ta atomlaridan 8 tasi kubning qirralarida, 6 tasi tomonlari markazlarida va 4 tasi 8 ta kubning 4 tasining markazlarida joylashgan (4.1-rasm).



4.1-rasm. Olmos kristall panjarasi

Olmos kristall panjarasining parametri $3,57\text{\AA}$ ga teng va atomlar orasidagi eng qisqa masofa $1,54\text{\AA}$ ni tashkil etadi, bu esa $1,54 \times 10^{-4}\text{ mkm}$ ga teng. Olmos kristall panjarasining koordinatsion soni 4 ga teng. Bu degani xar bir uglerod atomi to'rtta ekvivalent atom bilan bog'langan. Bu bog'lanish burchagi $109^{\circ}30'$ tashkil etadi. Olmos juda qattiq material, bunga asosiy sabab uglerod atomlari mustahkam kovalent bog'langan. Moos shkalasi bo'yicha olmos eng yuqori qattqlik 10 ga teng.

Olmos yuqori qattiq bo'lishi bilan birgalikda yuqori abraziv material va yeyilishga chidamligi juda yuqori. Toblangan po'latlarga ishlov berishda odatiy abraziv materiallarga nisbatan 100-200 marta, yuqori qattqlik hamda mustahkam keramika nisbatan 250 ming marta yeyilishbardoshligi katta.

Olmosning elastiklik moduli tabiatda mavjud barcha qattiq moddalar elastiklik modulidan katta. U bor va kremniy karbidlari elastiklik modulidan 2,5-3,0 baravar hamda qattiq qotishma elastiklik modulidan sezilarli darajada katta. Olmos juda kichik ishqalanish koeffitsientiga ega. Olmos bilan olmos yoki olmos po'lat bilan havoda ishqalanganda yog'lovchi moddaga bog'liq bo'lmagan holatda bor yo'g'i $0,03$ ga teng. Buni olmos yuzasida singan oksid va gidrooksidlarning yupqa qatlamlari mavjudligi va uning strukturasi

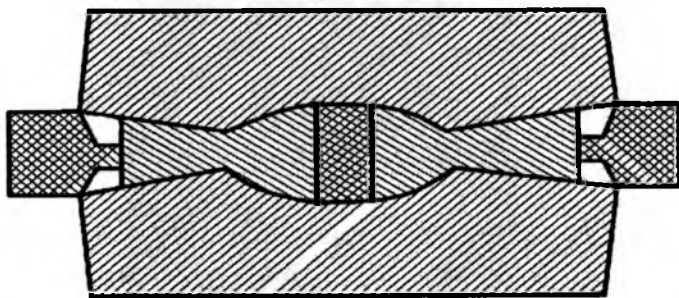
mustaxkam himoyalaniishi bilan tushuntiriladi. Biroq vakuumda oksid va gidrooksidlar yupqa qatlamlari paydo bo'lmisligi sababli ishqalanish koeffitsienti sezilarli darajada ortadi.

Olmos texnikada asboblar tayyorlashda, yuqori aniqlikga ega qurilmalar tez yeyiladigan elementlarini (qurilmalar uchliklari, xronometr podshipniklari, qattiqlikni o'lchash identorlari va b) yasashda ishlatiladigan konstruksion material sifatida qo'llaniladi. Hozirgi paytda dunyoda ishlatilayotgan olmoslarning 80% texnika sohasida ishlatiladi. Sun'iy olmos olishda yuqori bosimli apparat (YBA)lar ishlatiladi:

- turli shaklga ega yassi sandonli;
- konusimon puassonli silindrik xalqada xarakatlanuvchi;
- silindr-porshen turidagi apparatlar;
- ko'p puansonli apparatlar va b.

Ulardan yassi sandonli YBAlar yuqori ish unumdorligi va olmos kukunlarini olishda yaxshi sifatga ega bo'lishini ta'minlaydi.

YBA ikkita matritsadan, reaksiyon tarkibli konteyner, elastik materialdan tayyorlangan muftadan tashkil topadi (4.2-rasm).

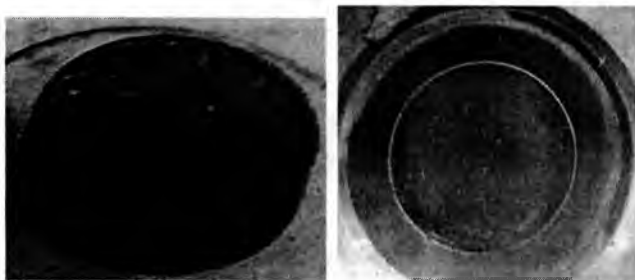


4.2-rasm. Yuqori bosimli apparat

YBAlarda ishlatiladigan matritsalar eksterimal sharoitda ishlaydi. Matritsaga ta'sir etayotgan bosim 4-12 GPa va temperatura (1200-2000°C)

tashkil etadi. Matritsalar kuchlanishi 5 dan 100 MNgacha bo'lgan presslarga joylashtiriladi.

Ishlab chiqilgan matritsalar ikki variantda ishchi qism sifatida BK6 qattiq qotishmasi va tezkesar po'latP6M5 (4.3-rasm) ishlatildi.



4.3-rasm. Matritsa ishchi qismi tezkesar po'lat P6M5

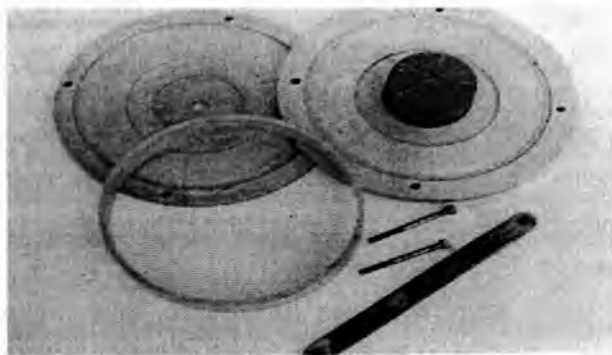
Ishchi qism elementlarida siquvchi kuchanish hosil qilish maqsadida belbog' sifatida po'lat tana shlatiladi. Tezkesar po'latli matritsa diametri (4.4-rasm) 184 mm [2].



4.4-rasm. Tezkesar po'latP6M5-po'lat40XHMΦ kompozitsiyasi,
matritsa diametri 184 mm

Tezkesar po‘latdan tayyorlangan qo‘yilma P6M5 laboratoriya sharoitida atseton va kaustik soda bilan tozandi, ishlab chiqarish sharoitida ultratovushli vannada 8-10 daqiqa davomida ushlab turildi. Keyin 8-10 daqiqa davomida emulgator qo‘shilgan xolatda tutib turildi va quritildi. Matritsani olishda oraliq qatlam sifatida mis va nikel simlari ishlatildi. Mis va nikel simlari diametri (0,1-0,6) mm ni tashkil etdi. Qo‘yilmalar press-qolipga o‘rnatilishdan oldin mis va nikel simlaridan tayyorlangan belbog‘ o‘rnatildi [3].

Press-qolip alminiyl qotishmasidan tayyorlandi (4.5-rasm). Press-qolip shakli va o‘lchamli bo‘lajak quymaga mos ravishda ishlandi. Press-qolipni loyihalashda quyma krisstallanishi va sovushi jarayonida kirishishi hamda mexanik ishlov uchun qo‘shimcha o‘lchamlar hisobga olindi. Press-qolipni loyihalashda qo‘yilmani aniq o‘rnatish uchun bo‘rtiqlar hisobga olindi.



4.5-rasm. Penomodel uchun press-qolip

Quyma modeli (4.6-rasm) dastlabki ishlov berilgan granula shaklidagi polistirol ishlatildi. ПСБЛ-0,315(0,5) markali polistirol qaynoq suvda yoki bug‘li vannada dastlabki ishlov berildi, keyin issiq havo (30...40°C) oqimida 4...6 daqiqa quritildi.



4.6-rasm. Tezkesar po'lat P6M5 bo'lgan matritsa

Ishlov berilgan granula shaklidagi polistirol press-qolipga yuklandi va oxirgi ishlov avtoklavda berilib tayyor model olindi. Tayyor model press-qolipdan chiqarilgandan so'ng issiq havo ($30...40^{\circ}\text{C}$) oqimida 4...6 daqiqa quritildi va kuyishga qarshi maxsus qoplama-bo'yoq bilan qoplandi. Model issiq havo ($30...40^{\circ}\text{C}$) oqimida 1 soat davomida qurildi. Tayyor modellar kollektorga birlashtirilib, stoyakga (4.7-rasm) yig'ildi. Stoyakga yig'ilgan modellar quymakorlik qolipiga o'rnatilib kvarts qumi bilan to'ldirildi va titrash ta'sirida jipslandi.

Quyish tizimi elementlari (ta'minlagich, shlak tutgich, stoyak kanali diametri qo'yim va b) ko'ndalang kesimi o'lchamlar po'lat quymalar uchun adabiyotlarda o'rnatilgan tartib asosida hisoblandi. Modelga suyuq metall sifon usulida yuborildi. Eritilgan po'lat $1600-1650^{\circ}\text{C}$ quyish tizimi orqali qolipga quyildi. Po'latni eritish HCT-0,16 induksion pechda amalga oshirildi. Qolipdan quymalar to'liq sovigandan keyin ajratib olindi. Quymalarni tozalash drobli kamerada amalga oshirildi. Mexanik ishlov orqali matritsalar talab etilgan o'lcham va yuza tozaligiga keltirildi. Tayyor asbob termik ishlangandan keyin jilvirlash dastgohlarida oxirgi ishlov berildi.

4.1. Bimetall kompozitlarni termik ishlash rejimlarini ishlab

chiqishning umumiy prinsiplari

Termik ishlov berishda po'latni qizdirish austenit olish uchun zarurdir. Po'latni kritik nuqta A_{s1} gacha qizdirganda uning evtetoidgacha bo'lgan strukturasini perlit va ferrit zarralaridan iborat bo'ladi. A_{s1} nuqtada perlit mayda zarrali austenitga aylanadi. A_{s1} dan A_{s3} nuqtagacha qizdirilganda ortiqcha ferrit austenitda eriydi va A_{s3} nuqtada (GS chizig'i) bu o'zgarish tugaydi. A_{s3} dan yuqorida po'lat strukturasini austenitdan iborat bo'ladi. Qizdirilganda evtektoiddan oldingi po'lat ham shunday o'zgaradi, faqat oldingisidan farqi shundaki, A_{s3} nuqtadan A_{s1} nuqtagacha yanada qizdirilganda irsiy zarra o'lchami po'latni texnologiklaydi. A_{s1} nuqtadan yuqorida (SE chizig'i) struktura faqat austenitdan iborat bo'ladi. Yangi hosil bo'lgan austenit hatto bitta zarra chegarasida xam bir jinsli bo'lmaydi. Oldin sementit plastinkalari bo'lgan joyda ferrit plastinkalari bo'lgan joyga nisbatan uglerod miqdori ancha ko'p bo'ladi.

Kimyoviy tarkibini bir xillashtirish hamda bir xil austenit olish uchun evtektoiddan oldingi po'lat yuqori kritik nuqta A_{s3} dan keyin ham qizdiriladi hamda diffuzion jarayonlar tugallanishi uchun bu temperaturada bir muncha muddat ushlab turiladi. Perlitning austenitga o'zgarish jarayoni tugagach, ko'p miqdorda mayda austenit zarralari hosil bo'ladi. Bu zarralar austenitning boshlang'ich zarralari deb ataladi.

Po'lat yanada qizdirilganda yoki ko'proq tutib turilganda austenit zarralari o'sadi. U yoki bu termik ishlov berish natijasida po'latda hosil bo'lgan zarra o'lchamlari haqiqiy zarralar deb ataladi. Bunday zarraning kattaligi termik ishlov berishgagina emas, po'latni suyuqlantirish usuliga ham bog'liq bo'ladi. Lekin austenit zarralarining o'sishga moyilligi qizdirish harorati ortishiga qarab turlicha bo'ladi. Suyuqlantirish jarayonida kremniy va marganets bilan oksidsizlantirilgan po'latlarda austenit zarralarining uzluksiz o'sishga moyilligi harorat ko'tarilishi bilan ortadi. Bunday po'latlar irsiy yirik zarrali po'latlar deb ataladi. Ularga qaynaydigan po'latlar kiradi. Suyultirish jarayonida alyuminiy

bilan oksidsizlantirilgan, ayniqsa, titan yoki vanadiy bilan legirlangan po'latlar 950°-1000°C gacha qizdirilganda austenit zarralari o'sishga kamroq moyil bo'ladi. Bunday po'latlar irsiy mayda zarrali po'latlar deb ataladi. Ularga qaynamaydigan po'latlar kiradi. Irsiy zarra o'lchami po'lat xossalriga ta'sir ko'rsatmaydi. Po'latning mexanik xossalari, ayniqsa, zarbiy qovushoqligi asosiy zarra o'lchamiga bog'liq bo'lib, zarra o'lchami orta borishi bilan zarbiy qovushoqlik kamayadi. Po'latdagi haqiqiy zarra o'lchami austenit zarrasi o'lchamiga bog'liq. Odatda, austenit zarrasi qancha katta bo'lsa, termik ishlov natijasida olingan zarra ham shuncha katta bo'ladi.

Irsiy zarra o'lchami po'latning texnologik xossalriga ta'sir qiladi. Agar po'lat irsiy mayda zarrali bo'lsa, uni ancha yuqori haroratgacha qizdirib, shu haroratda uzoq muddat ushlab turishi mumkin. Bunda irsiy yirik zarrali po'latga o'xshash zarralar haddan ziyod o'sib ketishidan xavfsiramasa bo'ladi. Irsiy mayda zarrali po'latga issiqalayin bosim ostida ishlov berishda (prokatlash, bolg'alash, hajmiy shtamplash) yuqori haroratda boshlash va tugatish mumkin. Bunda yirik zarrali struktura hosil bulishidan xavfsiramasa ham bo'ladi. Irsiy (austenit) zarra o'lchamini aniqlash uchun turli usullardan foydalaniladi. Masalan, kam uglerodli sementitlangan po'latlar uchun uning sirtini sementitlash, ya'ni uglerodlash usuli qo'llaniladi. Po'latni tarkibida uglerod bo'lgan aralashmada 930+10°C gacha qizdirilganda va ushbu harorat 8 soat davomida ushlab turilganda uning sirti evtektoiddan keyingi tarkibgacha uglerod bilan tuyinadi. Sovitilganda austenitdan ortiqcha sementit ajralib chiqadi, u austenit zarralari chegarasi buylab tur ko'rinishida joylashadi. To'la sovitilgach, ushbu sementit turi perlit zarrasini o'rab oladi va qizdirilgandagi dastlabki austenit zarrasi o'lchamini ko'rsatadi. Shunday tayyorlangan po'lat strukturasi 100 marta kattalashtiradigan mikroskop ostida ko'riladi, mikroskopda ko'ringan zarralar zarra o'lchamining standart shkalasida ko'zda tutilgan etalon zarralar bilan solishtiriladi. Nomeri №1 dan №4 gacha bo'lgan zarralar yirik №5 dan keyingilari mayda zarrali hisoblanadi.

Austenit 727°C dan yuqori haroratda (A_{g1} nuqta) barqaror bo'ladi. Austenit holatgacha qizdirilgan (A_{g1} nuqtadan pastroqda) po'lat sovitilganda austenit beqaror bo'lib qoladi va u o'zgarish boshlaydi. Evtektoidli uglerodli po'lat uchun austenit perlitga, ya'ni ferrit va sementitning mexanik aralashmasiga aylanadi.

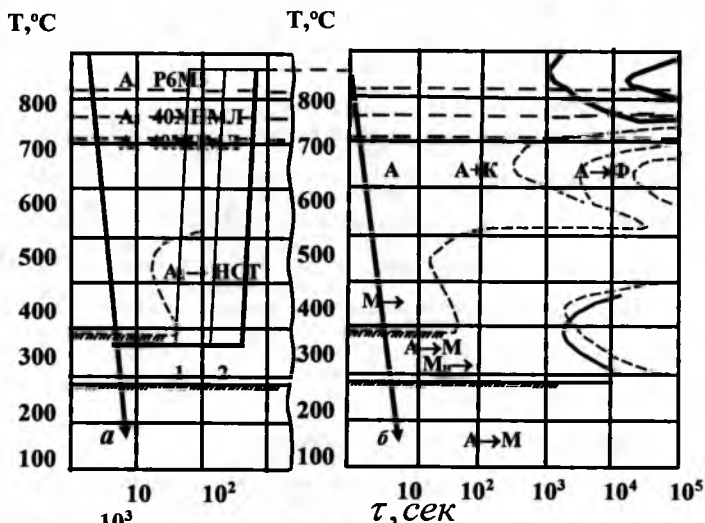
Bunda bir tomondan o'zgarishlar harorati qancha past bo'lsa, o'ta sovish shuncha katta bo'lib, austenit perlitga shuncha tez aylanadi. Ikkinchi tomondan bu o'zgarish uglerodning diffuzion qayta taqsimlanishi bilan birga sodir bo'ladi. O'ta sovish harorati qancha past bo'lsa, diffuziya jarayoni shuncha sekin kechadi. Bu esa o'z navbatida austenitning perlitga aylanishini sekinlashtiradi. Yuqorida qayd qilingan ikkita omillarning o'zaro aks ta'siri (o'ta sovish va diffuziya) natijasida avvaliga o'ta sovish ortishi bilan o'zgarish tezligi ham ortib, maksimumga erishadi, so'ngra kamayadi.

Metall tizimlarni termik ishlash natijasida mustahkamligini oshirishda struktura o'zgarishlari bilan birgalikda faza o'zgarishlari paytida kristall panjara parametrlarining turlicha bo'lishi oqibatida hajmiy o'zgarishlar ham ro'y beradi. Metallardagi hajmiy o'zgarishlar ichki kuchlanishlarning ortishiga olib keladi. Keyingi yillarda asbobsozlik materiallarini ikki marta qayta kristallash usulida termik ishlov berish amaliyoti rivojlanmoqda.

Ma'lumki diametri uzunligiga nisban katta farq qiladiga asboblari (parma, razvertka) ni to'liq bo'lmagan izotermik toblash usulida ishlov berish, termik ishlov berilgandan keyin ularni to'g'rilashga ketadigan vaqtni 2 marta qisqartiradi. Katta o'lchamli asboblarni to'liq bo'lmagan izotermik toblash natijasida ularning issiqbardoshligi va mustahkamligi yaxshilanadi.

Tez kesar po'lat P6M5-po'lat 40XHMΦ kompozitsiyasini ikki marta qayta kristallash usulida termik ishlov rejimlar ishlab chiqishda bu po'latlarning harorat va vaqt orlig'ida faza o'zgarishlari parametrlari hisobga olindi. (4.7-rasm).

— po'lat40XNMFL — po'latP6M5
a – uzluksiz sovitish
b – qayta kristallash orqali toblash



4.7-rasm. Tezkesar po'latP6M5-po'lat40XNMFL kompozitsiyasini termik ishlash tartiblari:

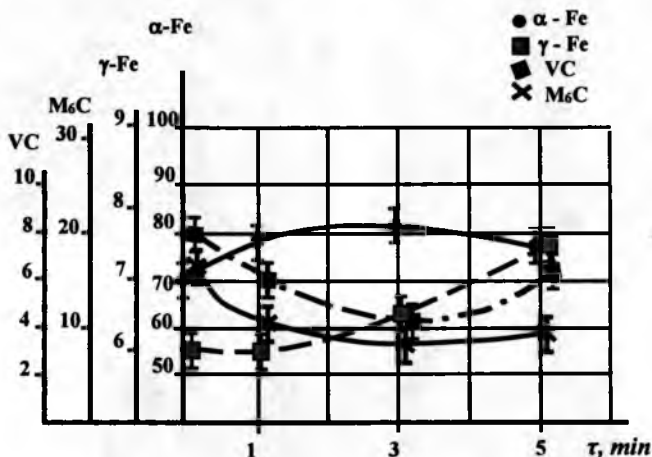
- 1 variant – izotermik tutib turish 1 daq. 280°C;
- 2 variant – izotermik tutib turish 3 daq. 280°C;
- 3 variant – izotermik tutib turish 5 daq. 280°C.

Taklif etilgan termik ishlash tartiblari: 3 daqiqa davomida tuzli vannada 1100°C da dastlabki qizdirish, keyin 3 daqiqa 1220°C ga qizdirish, $M_n=280^\circ\text{C}$ da 5 daqiqa davomida izotermik tutib turish, ikkinchi marta 860°C haroratga 10 daqiqa davomida qizdiriladi, moyda toblanadi. 560°C haroratda 1 soat davomida 3 marta bo'shatiladi.

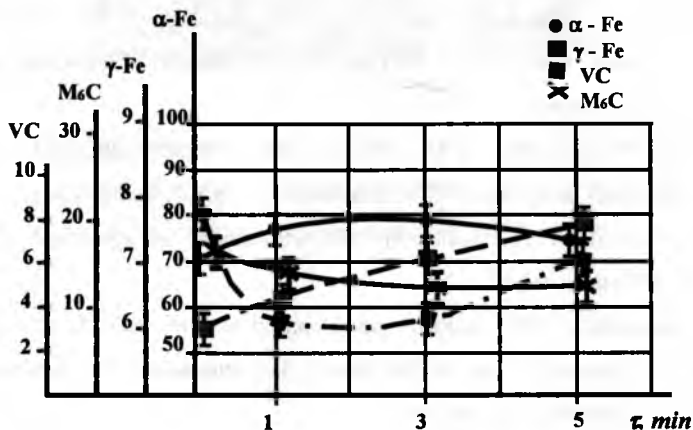
Kompozitsiyada yuz beradigan ichki kuchlanish va xossalarni o'rganish maqsadida oraliq izotermik tutib turish vaqti 1, 3, 5, 10 daqiqa davomida 280 va 350°C haroratlarda amalga oshirildi (4.8-rasm).

4.2. Tezkesar po'lat - konstruksion po'lat kompozitini termik ishlash

Termik ishlov berilgandan keyin (4.8-rasm), 4.1-jadvalda po'latP6M5 sodir bo'lgan faza o'zgarishlari keltirilgan.



4.8-rasm. Tezkesar po'latP6M5 faza tarkibining o'zgarish grafigi, izotermik tutish temperaturasi 280°C



4.9-rasm. Tezkesar po'latR6M5 faza tarkibining o'zgarish grafigi, izotermik tutish harorati 350°C

Berilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, bunday termik ishlash natijasida standart termik ishlovga qaraganda matritsaning legirlanish darajasi (4.8, 4.9-rasm, 4.1, 4.2-jadval) sezilarli ravishda oshgan. Bunday xolat matritsaning xossalari yaxshilanishi va ishlash muddatlarining sezilarli ravishda oshishiga olib keladi.

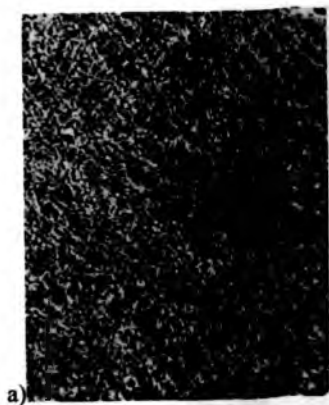
4.1-jadval

№ tr	Termik ishlash rejimlari		Chiziq kengligi β , rad	Dislokatsiya zichligi ρ , sm^{-2}
1.	Bo'shatish		$13,9 \cdot 10^{-3}$	10^8
2.	Standart toblash		$47,6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{11}$
3.	Ikki marta qayta kristallash usulida toblash			
4	Izotermik tutib turish 280°C	$\tau = 1 \text{ m}$	$47,6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{11}$
		$\tau = 3 \text{ m}$	$47,6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{11}$
		$\tau = 5 \text{ m}$	$53,4 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{11}$
5	Izotermik tutib turish 350°C	$\tau = 1 \text{ m}$	$48,7 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{11}$
		$\tau = 3 \text{ m}$	$48,7 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{11}$
		$\tau = 5 \text{ m}$	$48,7 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{11}$

Tezkesar po'lat P6M5-po'lat40XHMΦ kompozitsiyasini taklif etilayotgan rejim (4.7-rasm) bo'yicha ishlov berilgan so'ng mikrostruktura (4.11-rasm) da jiddiy o'zgarishlar ro'y beradi. Termik ishlovdan keyin tezkesar po'lat strukturasida mayda donali karbidlar bilan birgalikda bo'shatilgan martensit va konstruksion po'latda bo'shatilgan sorbit strukturasida hosil bo'ladi. Kompozitsiya o'tish qatlami karbid qo'shimchalari bilan birgalikda austenit-martensit strukturasidan iborat.

Mikrostruktura bo'yicha bergan o'zgarishlar kompozitsiyaning ko'ndalang kesimi bo'yicha mikroqattqlik (4.12-rasm) ning taqsimlanishida yaqqol ko'rinib turibdi. Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki mikroqattqlik 200 HV dan 600 HV gacha oshdi.

Kompozitsiyaning birikish mustahkamligi sezilarli darajada oshadi (4.13-rasm) va u kompozitsiyani tashkil etuvchi konstruksion po'lat mustahkamligi bilan bir xil kattalikga ega bo'ladi.



a)



b)

x600 kattalashtirilgan

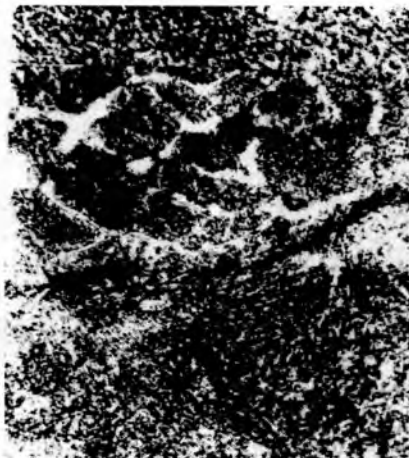
x600 kattalashtirilgan



v)

x600 kattalashtirilgan

4.10-rasm. Tezkesar po'lat P6M5 mikrostrukturasi: a) standart rejim; b) 280°C haroratda 5 daqiqa davomida izotermik ushlab turilgan; v) 350°C haroratda 3 daqiqa davomida izotermik ushlab turilgan

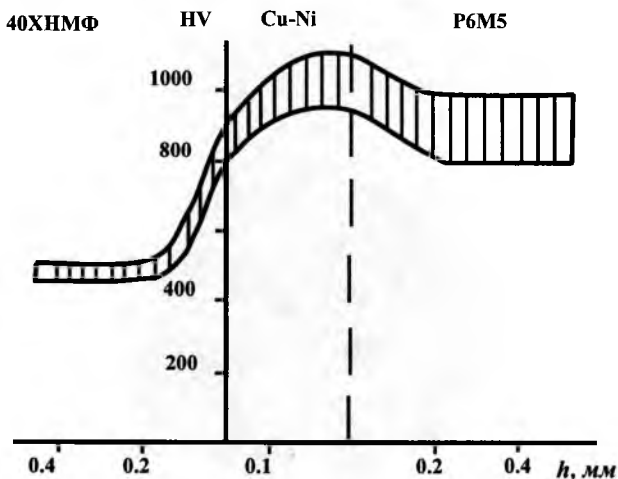


4.11-rasm. Tezkesar po‘lat P6M5-po‘lat40XNMF kompozitsiyasini termik ishlov (12-rasm) berilgandan keyingi mikrostrukturasi. x150 kattalashtirilgan

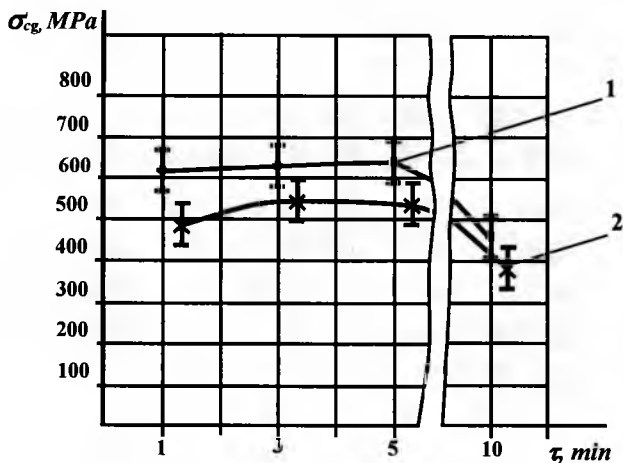
4.2-jadval

Tezkesar po‘lat R6M5termik ishlangandan keyingi rentgenstruktura tahlili

№ tr	Termik ishlash tartiblari		Rentgen chiziqlari nisbiy intensivligi					
			Faza tarkibi, v %					
			$\alpha - Fe$	$\gamma - Fe$	M_6C	MC	$M_{23}C_6$	M_6C_7
1.	Bo‘shatish		67,5	-	17	1,5	9	5
2.	Standart toblash		70	6	16	8	-	-
3.	Ikki marta qayta kristallash							
3. 1	Izotermik tutib turish 280°C	$\tau = 1$ m	78	6	10	6	-	-
		$\tau = 3$ m	81,2	6,5	8,1	4,2	-	-
		$\tau = 5$ m	77	7,5	9,3	6,2	-	-
3. 2	Izotermik tutib turish 380°C	$\tau = 1$ m	76,9	6,5	13,3	3,3	-	-
		$\tau = 3$ m	78,2	7	11,4	3,4	-	-
		$\tau = 5$ m	74,2	7,5	12,2	6,1	-	-



4.12-rasm. Tezkesar po‘lat P6M5-po‘lat 40XNMF kompozitsiyasining ko‘ndalang kesimi bo‘yicha mikroqattiqliging taqsimlanishi



4.13-rasm. Tezkesar po‘lat P6M5-po‘lat 40XNMФ kompozitsiyasini termik ishlash rejimlariga bog‘liq birikish mustahkamligi

1— izotermik tutish harorati 280°C;

2— izotermik tutish harorati 350°C.

4.3. Qattiq qotishma - konstruktsion po‘lat kompozitini termik ishlash

Yuqorida aytilgandek o‘ta qattiq materiallar olishda ishlatiladigan matritsalar ikki variantda ishchi qism sifatida BK6 qattiq qotishmasi (4.14-rasm) ishlatildi.



4.14-rasm. Matritsa ishchi qismi qattiq qotishma BK6

Ishchi qism elementlarida siquvchi kuchanish hosil qilish maqsadida belbog‘ sifatida po‘lat tana ishlatiladi. Qattiq qotishmali matritsa diametri (4.15-rasm) 150 mm.

Qattiq qotishmadan tayyorlangan qo‘yilma BK6 laboratoriya sharoitida atseton va kaustik soda bilan tozandi, ishlab chiqarish sharoitida ultratovushli vannada 8-10 daqiqa davomida ushlab turildi. Keyin 8-10 daqiqa davomida emulgator qo‘shilgan xolatda tutib turildi va quritildi. Matritsani olishda oraliq qatlam sifatida mis va nikel simlari ishlatildi. Mis va nikel simlari diametri (0,1-0,6) mm ni tashkil etdi. Qo‘yilmalar press-qolipga o‘rnatilishdan oldin mis va nikel simlaridan tayyorlangan belbog‘ o‘rnatildi.



4.15-rasm. Qattiq qotishmaBK6-po'lat40XNML kompozitsiyasiya, matritsa diametri 150 mm,

Press-qolip alyuminiy qotishmasidan tayyorlandi. Press-qolip shakli va o'lchamli bo'lajak quymaga mos ravishda ishlandi. Press-qolipni loyihalashda quyma krisstallanishi va sovushi jarayonida kirishishi hamda mexanik ishlov uchun qo'shimcha o'lchamlar hisobga olindi. Press-qolipni loyihalashda qo'yilmani aniq o'rnatish uchun bo'rtiqlar hisobga olindi. Quyma modeli dastlabki ishlov berilgan granula shaklidagi polistirol ishlatildi. Polistirol markasi ПСБЛ-0,315(0,5) markali polistirol qaynoq suvda yoki bug'li vannada dastlabki ishlov berildi, keyin issiq havo (30...40°C) oqimida 4...6 daqiqa quritildi.

Ishlov berilgan granula shaklidagi polistirol press-qolipga yuklandi va oxirgi ishlov avtoklavda berilib tayyor model olindi. Tayyor model press-qolipdan chiqarilgandan so'ng issiq havo (30...40°C) oqimida 4...6 daqiqa quritildi va kuyishga qarshi maxsus qoplama-buyoq bilan qoplandi. Model issiq havo (30...40°C) oqimida 1 soat davomida quritildi. Tayyor modellar kollektorga birlashtirilib, stoyakga yig'ildi. Stoyakga yig'ilgan modellar quymakorlik qolipga o'rnatilib kvars qumi bilan to'ldirildi va titrash ta'sirida jipslandi.

Quyish tizimi elementlari (ta'minlagich, shlak tutgich, stoyak kanali diametri qo'yim va b) ko'ndalang kesimi o'lchamlar po'lat quymalar uchun

adabiyotlarda o'ratilgan tartib asosida hisoblandi. Modelga suyuq metall sifon usulida yuborildi.

Eritilgan po'lat 1600-1650°C da quyish tizimi orqali qolipga quyildi. Po'latni eritish ИСТ-0,16 induksion pechda amalga oshirildi. Qolipdan quymalar to'liq sovigandan keyin ajratib olindi. Quymalarni tozalash drobli kamerada amalga oshirildi. Mexanik ishlov orqali matritsalar talab etilgan o'lcham va yuza tozaligiga keltirildi.

Tayyor asbob termik ishlangandan keyin jilvirlash dastgohlarida oxirgi ishlov berildi.

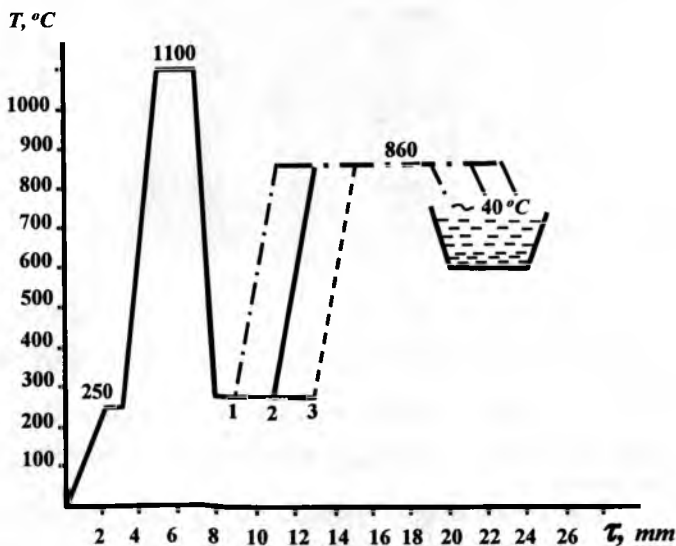
Qattiq qotishmali asboblarni termik ishlov berish orqali mustahkamligini oshirish va ishlash muddatlarini uzaytirish istiqbolli texnologiya hisoblanadi.

Qattiq qotishmalarni termik ishlashda asbob 1000-1100°C gacha qizdirilib ma'lum faza o'zgarishlari sodir etilgandan so'ng cheklangan sovitish tezligiga ega muhitda sovutiladi. Bu qattiq qotishmadan tayyorlangan asbobning strukturasida o'zgarishlar ro'y berishi natijasida xossalarning o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Kompozitsiyalarni termik ishlov tartiblarini ishlab chiqishda bimetall asboblarni ish turg'unligini oshirish maqsadida ularni tashkil etuvchilarni alohida termik ishlash natijasida paydo bo'ladigan ijobiy o'zgarishlarni hisobga olgan xolda amalga oshirildi. Shu maqsadda kompozitsiyaning ishchi qismida siquvchi ichki kuchlanishlarni paydo etish muhim hisoblanadi. Qattiq qotishmali bimetall kompozitsiyaning termik ishlash tartiblari 4.18-rasmda keltirilgan.

Taklif etilayotgan termik ishlash tartiblariga muvofiq matritsa 3 daqiqa davomida 250°C qizdiriladi, so'ngra 1100°C temperaturada 5 daqiqa, 280°C da 3,5, 10 daqiqa davomida izotermik ushlanadi, 860°C da 15 daqiqa tutib turilgandan keyin qizdirilgan moyda toblanadi. Bo'shatish 1 soat davomida 220°C amalga oshiriladi. Matritsani bunday termik ishlov berish uning ish turg'unligini sezilarli darajada oshishiga olib keladi.

Kompozitsiya ishchi qismida paydo bo'ladigan siquvchi ichki kuchlanishlar miqdorini tahlil etish uchun termik ishlash tartiblari 4.16-rasmga muvofiq amalga oshirildi. Izotermik tutib turish harorati 40XHM po'lati uchun martensit va beynit faza o'zgarishlari ro'y beradigan chegarada olib borildi.



4.17-rasm Qattiq qotishmaBK6-po'lat40XHM kompozitsiyasini termik ishlash tartiblari. 220°C da 1 soat davomida bo'shatiladi

1 variant – 280°C izotermik tutib turish 1 daqiqa;

2 variant – 280°C izotermik tutib turish 3 daqiqa;

3 variant – 280°C izotermik tutib turish 5 daqiqa.

Qattiq qotishma BK6-po'lat40XHM kompozitsiyasini termik ishlangandan keyingi mikrostrukturasi va xossalari. Kompozitsiyani ko'ndalang kesimi bo'yicha rentgen faza tahlili (4.3-jadval) Cu-Ni asosidagi qotishmaning qattiq qotishma bilan aktiv ta'sirda bo'lishini ko'rsatdi.

Qattiq qotishma BK8-po'lat40XHM kompozitini

Kompozitni tashkil etuvchilari rentgensotrukturaviy fazo tahlili	Kompozit tashkil etuvchilari chegaralar	Rentgen nurlari nisbiy intensivligi					
		Fazo tarkibi, %					
		α - Fe	γ -Fe	M ₆ C	Co	M ₃ C	WC
Qattiq qotishma BK6	0,2	-	--	-	6,0	-	94
	0,1	-	-	-	7,8	-	92
O'tish qatlami Cu-Ni	0,1	-	40	3,6	4,5	-	51,9
	0,2	47,1	37	3,1	3	-	9,8
	0,3	79,5	18	1,6	-	0,9	-
Po'lat40XHMJI	0,1	95,2	3,5	-	-	1,3	-
	0,2	98,7	-	-	-	1,3	-

**O'tish qismi chegaralari metallografik tahlil orqali aniqlandi.*

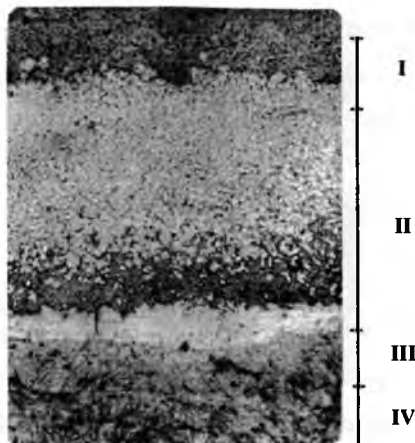
Kompozit mikrostrukturasida quyidagi xarakterli qismlardan iborat (4.17-rasm):

1-qism–qattiq qotishma tomonidan kimyoviy reaktivlar yuqori ta'sirlanuvchanligi va karbid fazalari o'zaro masofalari uzunligi bilan xarakterlanadi;

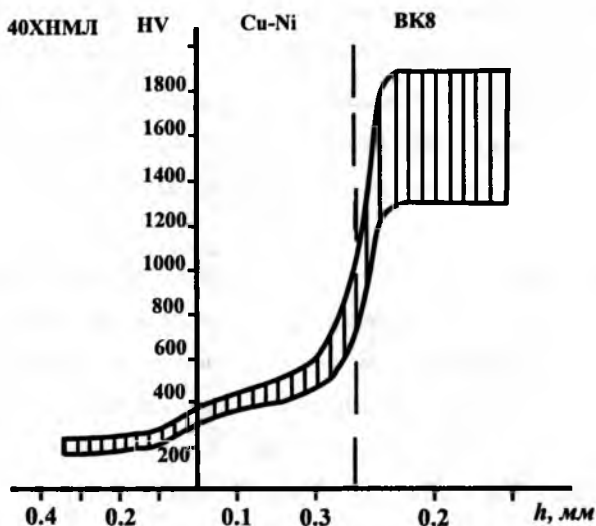
2-qism–birikish qismi materialni asosida tashkil topgan bo'lib, qobiq va ixtiyoriy shaklga ega austenit-karbid fazalaridan iborat. Birikish qismi qalinligi 0,15-2,0 mm;

3-qism – qalinligi 0,05 mmgacha bo'lgan qobiq;

4-qism–penopolistiroli gazlangani hisobiga hosil bo'lgan uglerodga to'yingan perlit-sementit strukturali qatlam evtektoidgacha bo'lgan po'latlar strukturasiga xos ferrit–perlit strukturasiga asta-sekin o'tib boradi.



4.17-rasm. Qattiq qotishmaBK6 - po‘lat 40XNM kompozit mikrostrukturası: 1- migratsiya qatlami; 2-o‘tish qismi materialidan iborat qatlam; 3-qobiq; 4- uglerodga to‘yingan qatlam, x150 kattalashtirilgan.



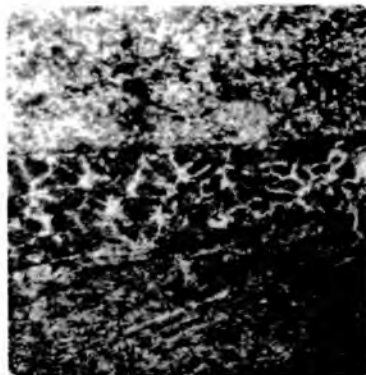
4.18-rasm. Qattiq qotishmaBK6 - po‘lat 40XHM kompoziti ko‘ndalang kesimi bo‘yicha mikroqattqlik taqsimlanishi

Mikroqattqlikni o'lash kompozitning qattiq qotishma bilan chegara qismlarida qattiq qotishma mikroqattqligiga nisbatan birmuncha pasayganligiv (1600-1800 HV dan 600-1000 HVgacha) ko'rsatdi.O'tish qatlamida qattiq keskin pasayganligi 400 HV va qobiq qismida 300-400 HV gacha pasayganligi va konstruksion po'lat qattiqqligiga tenglashganligi ko'rinib turibdi 200-240 HV (4.18-rasm).

4.4. Molibden qotishmasi Mo-TiC - konstruksion po'lat kompozitini termik ishlash

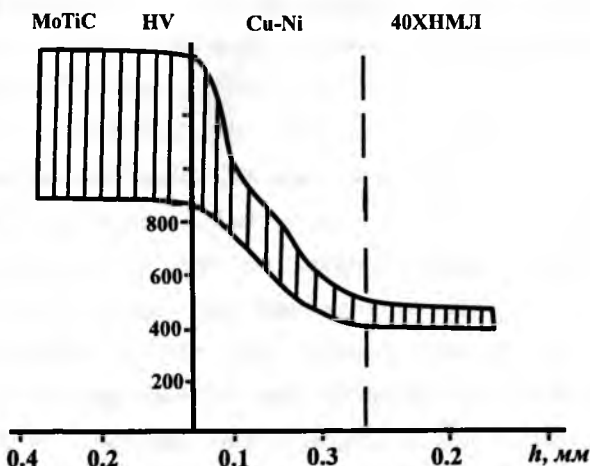
Molibden asosidagi Mo-TiC - po'lat40X kompozitsiyasini termik ishlash tartiblari. Molibden asosidagi Mo-TiC-po'lat40X kompozitsiyasini termik ishlashda molibden asosidagi qotishma strukturasida termik ishlov natijasida faza o'zgarishlari sodir bo'lmaydi. Shu sababli bu kompozitsiyani termik ishlash tartiblarini ishlab chiqishda asosiy maqsad etib kompozitsiyaning tana qismi mustahkamligini oshirish hamda ishchi qismida matritsa turg'unligiga ijobiy ta'sir etadigan siquvchi qoldiq kuchlanishlarni paydo etish masalasini xal etish lozim bo'ldi. Shu maqsadda molibden asosidagi Mo-TiC-po'lat40X kompozitsiyasini termik ishlov berishning quyidagi tartiblari taklif etildi: shtamp 860°C haroratda 3 daqiqa qizdirildi va moyda toblandi. Matritsa 220°C haroratda 1 soat bo'shatildi.

Molibden asosidagi Mo-TiC - po'lat40X kompozitsiyasini termik ishlov berilgandan keyingi tarkibi, xossalari va strukturasini tahlili. Termik ishlov berilgandan keyin molibden asosidagi qotishma strukturasida o'zgarishlar sodir bo'lmadi. Kompozitsiyaning o'tish qatlami va tana qismida sezilarli o'zgarishlar yuz berdi (4.19-rasm). Kompozitga termik ishlov berilgandan keyin tana qismi mikrostrukturasida bo'shatilgan martensit paydo bo'ladi (4.19-rasm).



4.19-rasm. Molibden asosidagi qotishma Mo-TiC - po'lat stal 40X kompozitsiyasi termik ishlov berilgandan keyingi mikrostrukturasi. O'tish qatlami materiali Cu-Ni asosida sim. x100 kattalashtirilgan

Kompozitsiya o'tish qismi austenit-karbid qo'shimchalari bilan perlit strukturasi hosil bo'ladi. Bular hammasi kompozitsiyaning ko'ndalang kesimi bo'yicha mikroqattiqligining taqsimlanish garfigida yaqqol ko'rinib turibdi (4.20-rasm).



4.20-rasm. Molibden asosidagi Mo-TiC - po'lat 40X kompozitsiyasi termik ishlangan keyingi ko'ndalang kesimi bo'yicha mikroqattiqligining taqsimlanishi

Keltirilgan raqamlardan ma'lum bo'ladiki molibden qotishmasining mikroqattiqligi o'zgarmaydi. Mikroqattiqlik kompozitsiyaning konstruksion po'lat tomonidan 0,1 mm chuqurlikgacha mikroqattiqlik 230-700 HV dan 530-800 HV gacha, konstruksion po'lat mikroqattiqligi 180-220 HV dan 420-500 HV gacha oshadi. Kompozitsiya birikish mustahkamligi va quyilmaningda paydo bo'lgan qoldiq ichki kuchlanishlar miqdoriga ta'siri maxsus namunalarda o'rganildi (4.21, 4.22-rasmlar).

Quyma bimetall kompozitsiyalar ishlash davomida asosiy xavf-bu kompozitsiya tana qismining quyilmaga nisbatan siljishidir. Shu sababli kompozitsiyalar ishlash muammolarini baholashda bosh kriteriy birikish mustahkamligi olindi. Tadqiqot natijalari 4.4-jadvalda keltirilgan. Keltirilgan tadqiqot natijalaridan ko'rinib turibdiki birikish mustahkamligi presslash usulida olingan matritsalar 100-180 MPa, bimetall kompozitsiyalarda 200-240 MPa ni tashkil etdi. Bimetall kompozitsiyalarni termik ishlov berish orqali birikish mustahkamligini o'rtacha 40 % oshiradi.

Molibden asosidagi qotishma Mo-TiC - po'lat40X kompozitsiyasidan tayyorlangan shtamp ishchi qismida qoldiq ichki kuchlanish miqdorini tahlili.

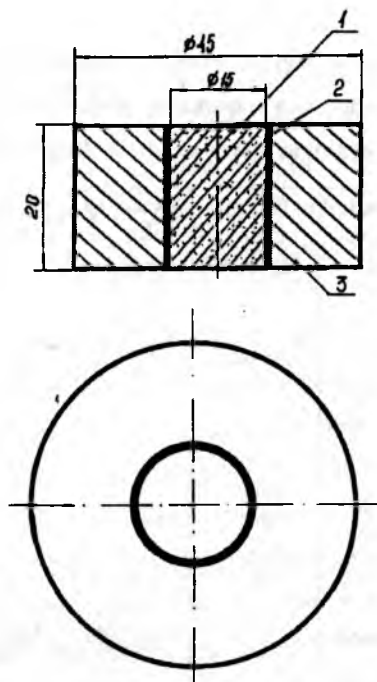
Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosiy e'tibor quyilmaning matritsa tana qismida qoldiq kuchlanishlarni maksimal hosil etishga qaratildi. Ma'lumki quyilmada paydo bo'ladigan qoldiq kuchlanishlar miqdori matritsaning ishlash muddatlarini oshirishga asosiy omil bo'ladi. Shu maqsadda quyma tanadagi quyilmaning kuchlanganlik darajasini miqdorini aniqlash matritsani ishlash chiqarish usuli hamda matritsaga termik ishlov berilganga qadar va termik ishlov berilgandan keyin aniqlandi. Quyilmada xosil bo'lgan qoldiq ichki kuchlanishlar miqdori 4.4-jadvalda berilgan. Natijalardan ko'rinib turibdiki presslash usulida olinganda uning miqdori 80-90 MPa ni tashkil etadi. Standart termik ishlov natijasida quyilmadagi qoldiq ichki kuchlanishlar miqdori 20 % oshdi.

Termik ishlashdan oldingi va keyingi hamda ishlab chiqarish usuliga bog'lik ravishda matritsa ishchi qismidagi qoldiq kuchlanishlar miqdori va statik mustahkamligini aniqlash bo'yicha olingan tadqiqot natijalari

Shtamp turi	Ishlab chiqarish usuli	Termik ishlov tartiblari	Mustahkamlik σ_{cg} , MPa	Qoldiq ichki kuchlanish, MPa	Eslatma
O'ta qattiq materiallarni (O'QM) olishda ishlatiladigan matritsa	Presslash usulida	Termik ishlovsiz	100 - 120	80 - 100	N - tanlov soni $n=6$, ma'nogo egalik qiymati $\alpha = 0,05$ teng bo'lganda matematik kutilish o'rta kvadratik qiymati
O'QM olishda ishlatiladigan matritsa	Presslash usulida	Standart. termik ishlov	160 - 180	110 - 120	
O'QM olishda ishlatiladigan matritsa	Quymaya	Termik ishlovsiz	200 - 240	180.- 240	
O'QM olishda ishlatiladigan matritsa	Quymaya	Standart. termik ishlov	260 - 280	450 - 500	

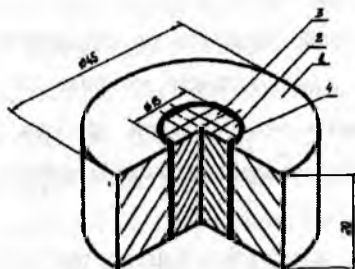
Quyma bimetall kompozitsiya quyilmasida xosil bo'ladigan ichki kuchlanishlar uning tashkil etuvchi molibden qotishmasi va po'lat orasidagi issiqlikdan kengayish orasidagi farq xisobiga yuzaga keladi. Molibden qotishmasi va po'lat orasidagi issiqlikdan kengayish koeffitsienti 3 martaga farq qiladi (4.4-jadval).

40X po'latni standart termik ishlov natijasida quyilmadagi qoldiq ichki kuchlanishlar miqdori 2 martaga oshadi. Buni birinchidan materiallar orasidagi issiqlikdan kengayish koeffitsientlari orasidagi farq bo'lsa, ikkinchidan toblash natijasida po'lat tanada sodir bo'ladigan faza o'zgarishlar, strukturada martensit fazasining paydo bo'lishi bilan tushuntiriladi.



4.21-rasm. Namuna shakli va o'lchamlari:

1- qo'yilma; 2-o'tish qatlami; 3-quyma tana



4.22-rasm. Kompozitsiyada qoldiq ichki kuchlanishlarni aniqlash va tenzodatchiklarni yopishtirish chizmasi: 1- quyma tana; 2-qo'yilma; 3- tenzodatchik ПДВ - 10/100, 4-o'tish qatlami

4.5. Termik ishlov berishda yuzaga keladigan nuqsonlar

Yumshatish va normallashtirishdagi nuqsonlar. Yumshatish va normallashtirishda quyidagi nuqsonlar paydo bo'lishi mumkin: oksidlanish, uglerodsizlanish, metallning o'ta qizishi va kuyishi.

Alangali pechlarda qizdirilganda po'lat detallarning sirti pechdagi gazlar bilan reaksiyaga kirishadi. Natijada metall oksidlanadi va detallarda metallning kislorod bilan kimyoviy birikmasidan iborat kuyindi hosil bo'ladi. Harorat ko'tarilishi va tutib turish vaqti ortishi bilan oksidlanish keskin o'zgaradi va ko'payadi. Kuyindi hosil qilish natijasida metallning bir qismi yo'qolishi bilan birga, detallning sirti shikastlanadi. Kuyindi ostidagi po'lat sirti yoyilgan va notekis bo'ladi, metallga kesuvchi asbob bilan ishlov berishni qiyinlashtiradi. Detal sirtidagi kuyindini sulfat kislotaning suvdagi eritmasi bilan yuvib, pitra purkash kurilmalarida yoki barabanlarda ishqalab ketkaziladi.

Uglerodsizlanish, ya'ni buyum sirtidagi uglerodning kuyishi po'lat oksidlanganda sodir bo'ladi. Uglerodsizlanish konstruksion po'latlarning mexanik xossalarini keskin kamaytiradi. Bundan tashqari toblash darzlari paydo bo'ladi, ya'ni po'lat buyum tob tashlash mumkin. Detailarni oksidlanishdan saqlash uchun pechlarning ichiga oksidlanishdan ximoya qiluvchi gazlar kiritiladi.

Po'latlar kerakli haroratdan yuqori qizdirilganda va uzoq muddat tutib turilganda, unda po'lat donalari tez o'sadi, bunda yirik kristalli struktura hosil bo'ladi. Bu xodisaga o'ta qizish deyiladi. O'ta qizdirish natijasida po'latning plastik xossalari pasayadi. O'ta qizdirilgan po'latni toblash vaqtida darzlar paydo bo'ladi. Metallga yumshatish yoki normallashtirish kabi termik ishlov berish yo'llari bila buyumda sodir bo'lgan o'ta qizishni yo'qotish mumkin.

Metall suyuqlanish haroratiga yaqin haroratda uzoq muddat pechda qolib ketsa kuyish ro'y beradi. Kuyishning fizik mohiyati shundan iboratki, atrof muxitdagi kislorod yuqori harorat ta'sirida metall ichiga kirib, zarralar chegarasida oksidlar hosil qiladi. Natijada zarralar orasidagi mexanik

bog'lanish kuchsizlanadi, metall plastikligini yo'qotib, mo'rt bo'lib qoladi. Kuyish tuzatib bo'lmaydigan nuqson xisoblanadi.

4.5.1. Toblashda vujudga keladigan nuqsonlar

Toblash uchun qizdirish va toblash jarayonida quyidagi nuqsonlar vujudga kelishi mumkin: darzlar, deformatsiyalanish va tob tashlash, uglerodsizlanish, yumshoq dog'lar, qattiqligining past bo'lishi. Toblash darzlari termik ishlov berish jarayonida paydo bo'ladigan, tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlardir. Ular katta ichki kuchlanishlar tufayli paydo bo'ladi. Katta o'lchamli shtamlarda toblash darzlari, xatto moyda toblanganda xam yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun katta o'lchamdagi shtamlar qizdirilgan muhitlarda toblash tavsiya etiladi.

Konstruksiyasida o'lchami keskin o'zgaruvchan sirtlari, mexanik ishlov berishdan keyin qolgan dag'al tirnalgan joylari, o'tkir burchaklari, yupqa devorlar va xokazolari bo'lgan detallarda noto'g'ri qizdirish (o'ta qizdirish) va juda tez sovitish natijasida darzlar paydo bo'ladi. Detailarning deformatsiyalanishi va tob tashlashi qizdirish hamda sovitish vaqtida strukturasidagi o'zgarishlar, strukturasida ruy beradigan xajmiy o'zgarishlarning notekis bo'lishi oqibatida paydo bo'ladigan ichki kuchlanishlar tufayli ro'y beradi.

Detal sirtining uglerodsizlanishi va oksidlanishi asosan, uni toblash uchun qizdirganda pechdagi gaz yoki suyultirilgan tuzlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida sodir bo'ladi. Kesuvchi asboblarda bunday nuqson bo'lishi juda xavfli, chunki u asbobning puxtaligini bir necha marta kamaytirib yuboradi.

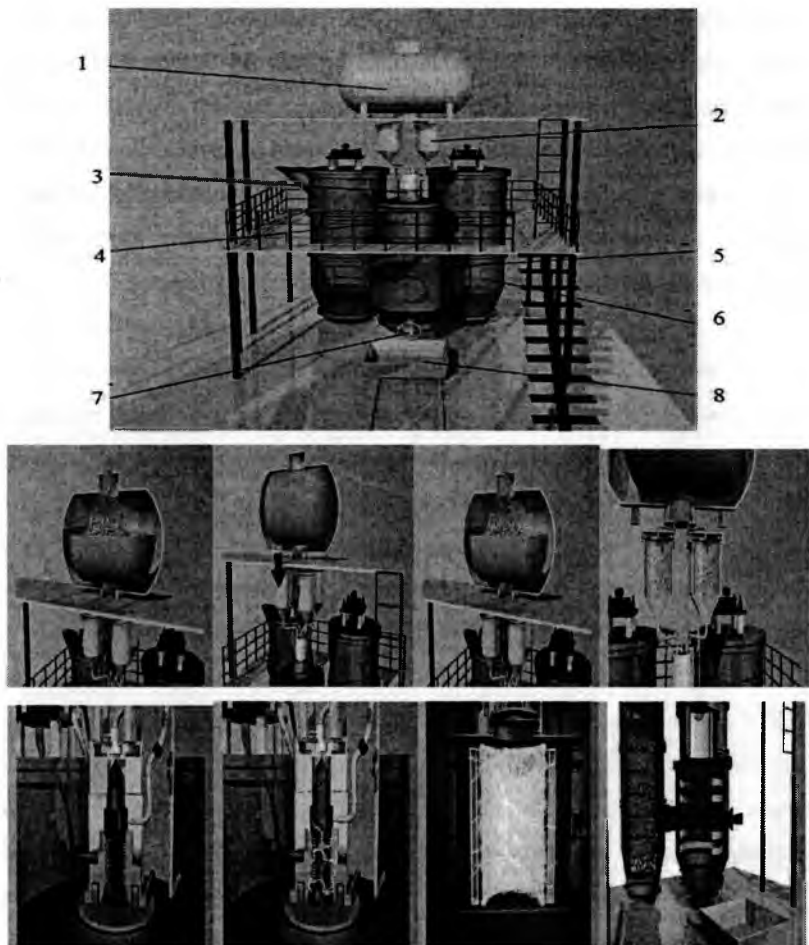
Yumshoq dog'lar detal yoki asbob sirtidagi qattiqligi past bo'lgan qismlaridir. Bu nuqsonlar sirtida kuyindi yoki ifloslangan, uglerodsizlangan joylar bo'lgan detallar toblash muxitida sovitilganda, shuningdek, detal toblash

muxitida keragicha tez xarakatlantirilmaganda va buyum sirtida bug' ko'ylagi hosil bo'lganda yuzaga keladi.

Asboblarni toblashda ko'pincha qattiqligining yetarli emasliga kuzatiladi. Qattiqlikning yetarli bo'lmisligiga toblash muxitida kerakli darajada tez sovitilmasligi, toblash haroratining pastligi, shuningdek toblash uchun qizdirilganda yetarlicha tutib turmaslik sabab bo'ladi. Bu nuqsonni yo'qotish uchun detal yuqori haroratda bo'shatilib, qaytadan toblanadi. Toblash uchun detal o'ta qizdirilganda metall zarralari (donlari) yiriklashadi, mexanik xossalari esa yomonlashadi. Metall xaddan ziyod mo'rt bo'lib qoladi. Detallarni qaytadan toblashdan oldin donachalarini (zarralarini) kichiklashtirish uchun, ularni yumshatish kerak.

4.6. Nanotexnologiya va nanokompozitlar

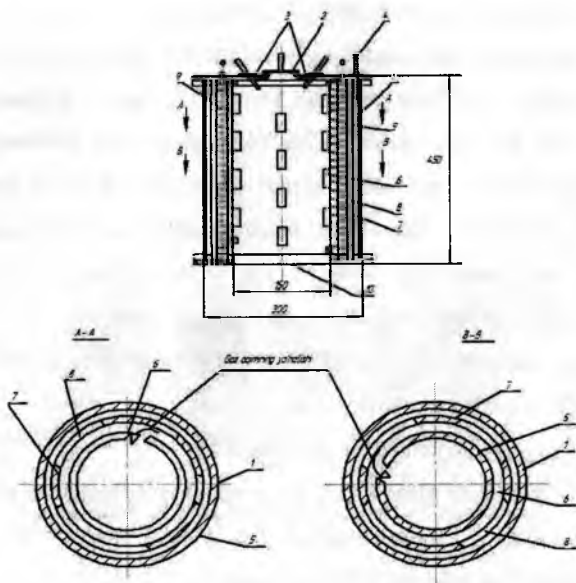
ПУВ-300 plazmaviy tiklash qurilmasi seriyali plazmaviy qurilmalarning bosh namunasi bo'lib "O'zQO'CHMK" AJda ishlatilmoqda. Qurilma umumiy ko'rinishi va ishlash prinsipi 4.23-rasmda keltirilgan.



4.23-rasm. PUV-300 plazmakimyoviy qurilmasi va uning ishlash prinsipi:

1 - xomashyo bunkeri; 2 - kukun ta'minlagichlar; 3 - plazmogenerator; 4 - reaktor; 5 - cho'kish kamerasi; 6 - filtr bloklari; 7 - shnek; 8 - idish

Pnevмотransпорт билан хомашыо бункерга (1) etkazib beriladi. Xomashыo o'z og'irligi ta'sirida uzluksiz to'rtta kukun qabul qilgichga (2) tushib turadi. Kukun qabul qilgichlardan xomashыo vodorod gaz yordamida kirish uzeli orqali plazmageneratorga (3) etib boradi va vodorod gazi hosil qilgan plazma oqimiga aralashadi. Natijada qizish, erish, bug'lanish – plazma xolatiga o'tadi. So'ngra plazma xolatidagi maxsulot reaktorga (4) o'tadi va tiklashnish kimyoviy reaksiyasi hamda kukunning kondensatsiyalanishi jarayonlari sodir bo'ladi. Reaktor bo'ylab haraktlanayotgan kukun zarrachalari bir-biri bilan to'qnashib, ultradisperss zarrachalar bug'-gaz oqimi ta'sirida filtrlarga o'tadi. Qurilmada ikkita maxsulotni bo'shatish nuqtasi bor: 1) cho'kish kamerasi, 2) filtrlar. Kukunning cho'kish kamerasi (5) va filtrda (6) to'planishiga qarab u qabul qiluvchi idishlarga bo'shatiladi.



4.24-rasm. Yangi tipdagi plazmokimyoviy reaktor: 1-korpus, 2-plazmagenerator, 3-koaksial tirqishlar, 4-soplo, 5,7-silindrlar, 6-teshik, 8-kesik, 9-elektrokalorifer, 10-chiqish teshiklari

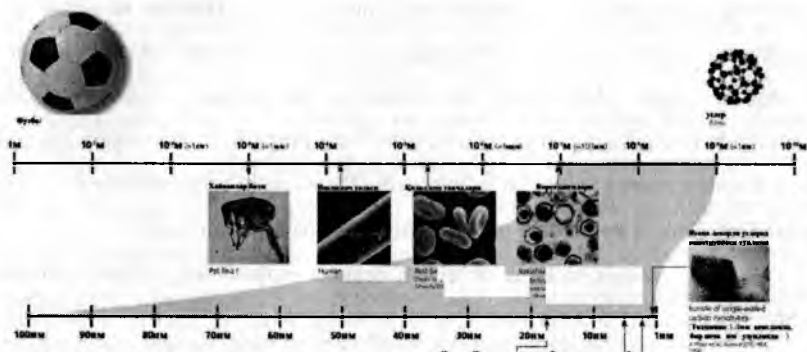
Reaktordagi plazma xolatidagi maxsulotning tiklanish jarayoni juda qisqa vaqtda sodir bo'ladi. Reaktordagi plazma xolatidagi maxsulot temperaturasining tez tushib ketishi oqibatida ma'lum miqdordagi volfram kukunlari tiklanmay qoladi. Ushbu xolatni to'g'rilash maqsadida quyidagi tuzilishga ega bo'lgan, yangi turdagi reaktor taklif etilmoqda. 4.24-rasmda yangi turdagi plazmakimyoviy reaktorning ko'ndalang kesimi bo'yicha chizmasi keltirilgan; Plazmagenerator molibden va zanglamas po'latda tayyorlangan ikkita silindrlardan tashkil topgan. Korpusning markaziy o'qi bo'ylab koksial o'rnatilgan ikkita yarim silindrlar (5) va (7) o'rnatilgan. Markazda o'rnatilgan 5 silindrda, uning butun yuzasi bo'ylab gazsimon reagentni uzatish uchun shaxmat tartibida joylashtirilgan sopel vazifasini bajaruvchi tangensial teshik (6) lar o'rnatilgan. Silindrlar oralig'iga haydalayotgan vodorodni qizdirish uchun molibden simidan yasalgan qizdirgich o'rnatilgan.

Olingan kukunlarni tadqiq qilish shuni ko'rsatdiki, yangi turdagi reaktor bilan jihozlangan qurilma cho'kish kamerasida deyarli kukun topilmadi, bu volfram uch oksidini qariyb to'liq tiklanganligi va volframning UDKlari fil'trlarga tushganligidan dalolat beradi. Shunday qilib yangi plazmakimyoviy reaktorda o'tkazilgan texnologik sinov tahlillaridan kelib chiqib quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

- xomashyoni qayta ishlash miqdori 95% ga ortadi;
- jarayonni boshqarish yaxshilanadi hamda volfram UDK olindi;
- granulometrik tarkibning bir xilligi ortdi;
- tiklash jarayoni ketadigan vaqt qisqardi;
- to'liq tiklangan plazma kukuni quyidagi tavsiflarga ega bo'ldi: maxsulot tarkibidagi kislorod miqdori 0,5 % va Fisher bo'yicha volfram donalarining o'lchami 0,07-0,09 mkm.

Maxsulot ishlab chiqarish jarayonida material yoki yarim tayyor mahsulot, xomashyo shakli, xossalari va holatini o'zgartiradigan usullar majmuyiga texnologiya deyiladi.

Nanotexnologiya termini birinchi marta yapon olimi N. Tanituchi tomonidan 1974 yilda ishlatilgan. Nano-soʻzini lugʻaviy maʼnosiga eʼtibor berilsa, “pakana” tushunchasini anglatadi, ikkinchi tomondan esa bu soʻz ilmda koʻproq old qoʻshimcha sifatida tanilgan boʻlib, uning aynan qiymati 0,000000001 metrga teng. Nano soʻzi milliarddan bir qism, milliardni bir qismi degani. Taqqoslash uchun quyidagi kattaliklarga eʼtiboringizni qaratamiz: 1 angstrom = 10^{-8} sm, 1 millimetr = 10^{-3} m, 1 mikrometr = 10^{-6} m. Demak, nano bu uzunlik birligi. Buni taqqoslab, his etish uchun shuni aytish kerakki, inson sochining diametri taxminan 50000 nanometrغا teng (4.25–rasm). Rasmlardagi uzunlik darajasi nanometrni anglatadi. Keltirilgan qiymatlar 1 metrdan 10^{-10} metr oraliqni tasvirlaydi. Er shari futbol koptogidan 100 000 000 marta katta, xuddi shuningdek S_{60} molekulasidan futbol koptogi shuncha marta katta. 100 nmdan 1 nmgacha boʻlgan oraliq pastda ifodalangan. Nanotexnologiya uchun kerakli va qiziqarli oraliq 100–0,2 nm hisoblanadi.



4.25–rasm. Nanotexnologiyani tushuntiruvchi rasm

Nanotexnologiya asosida nuqsonsiz katta hajmli konstruksion materiallar olish mumkin. Xozirda jahonda nanotexnologiyaga uchun yiliga 9–10 milliard dollar sarf qilinyapti: AQSH da 4–5 milliard, Yaponiyada 2–3 milliard. Nanotexnologiyadan keladigan foyda bir necha trillion dollar kutilyapti.

Nanotexnologiya sanoatda 1994 yildan boshlab qo'llanila boshlagan.

Maxsus biologik, kimyoviy, fizikaviy xossalarga ega materiallar, yangi molekula, nanostruktura, nanoqurilmalar yaratish maqsadida alohida atomlar, molekulalar va molekulyar tizimlarni boshqarish va nanoo'lchamdagi makonda yuz berayotgan fizikaviy hamda kimyoviy jarayonlar qonuniyatlari o'rganidigan fanlararo ilmga nanotexnologiya deyiladi.

Doimiy harakatdagi nanodunyo rivojida yuz bergan quyidagi ikkita voqea muhim ahamiyatga ega bo'ldi:

1. Skanerlovchi tunnelli mikroskopning yaratilishi (G. Binnig, G. Rohrer, 1982 y.) va skanerlovchi kuchli-atom mikroskop (G. Binnig, K. Kuatt, K. Gerber, 1986 y. Nobel mukofoti, 1992 y.);

2. Uglerodning tabiatdagi yangi formasining kashf etilishi-fullerenlar (H. Kroto, J. Heath, S. O'Brien, R. Curl, R. Smalley, 1985 y., Nobel mukofoti, 1996 y.).

Yangi mikroskoplar nanometrik o'lchamda monokrisstallar yuzasi atom-molekulyar tuzilishini o'rganish imkoniyatini yaratdi. Qurilma nanometrning yuzdan bir qismini ko'rsatadi. Skanerlovchi tunel mikroskopi ishlashi, vakuum to'siqlari orqali elektronlar tunellashuviga asoslangan. Atom o'lchami kattaligida to'siq kegligi o'zgarganda tunel toki miqdori 3 baravarga o'zgaradi, bu esa uning yuqori aniqligini ta'minlaydi. Tunellovchi kvant nazariyasi 1928-yilda G.A.Gamov tomonidan α parchalanish ishida asos solingan.

Hozirgi vaqtda biologik ob'ektlar, organik molekulalar, baland haroratda ishlaydigan yuqori o'tkazuvchilar, yarimo'tkazgichlar, metallar monokristallari yuzasi atom strukturalari skanerlovchi mikroskoplar yordamida o'rganilmoqda.

Yangi mikroskoplar nafaqat moddalarning atom-molekulyar tuzilishini o'rganishda foydali bo'lmoqda. Ular yordamida nanostrukturalar hosil qilinmoqda. Mikroskop aniq o'tkir xarakatlari natijasida atom strukturalari yaratilmoqda.

Fulleren—oldindan ma'lum bo'lgan olmos va grafit singari uglerodnig bu shakli 1985-yilda astofiziklar tomonidan yulduzlararo chang spektrini tushuntirish vaqtida aniqlangan. Uglerod atomi yuqori simmetrik C_{60} molekulasini hosil qilishi mumkin. Bunday molekula 60 uglerod atomlaridan tuzilgan bo'lib ular o'zaro 1 nm diametrga teng sharda joylashgan va futbol koptogiga o'xshaydi. L. Eyler teoremasiga ko'ra uglerod atomlari 12 ta to'g'ri beshburchak va 20 ta noto'g'ri oltiburchaklar paydo qiladi. Uglerod molekulasi olti va besh burchakli uy qurgan arxitektor R. Filler sharafiga qo'yilgan. Dastlab fulleren kam miqdorda, 1990 yildan esa katta masshtabda ishlab chimqarish texnologiyasi yaratildi.

Fulleritlar. C_{60} molekulari o'z navbatida yoqlari markazlashgan kub panjaraga ega va etarlicha kuchsiz molekulalararo bog'lanishga ega fullerit kristallarini hosil qilishi mumkin. Bu kristallda oktaedrik va tetraedrik bo'shliqlar mavjud va ularda boshqa atomlar bo'lishi mumkin. Agar oktaedrik bo'shliq ishqoriy metallar (($\blacklozenge$ =K (kaliy), Rb (rubidiy), Cs (sezii)) bilan to'ldirilsa xona haroratidan past haroratda bu moddalar strukturasini o'zgartiradi va yangi polimer material $\blacklozenge_1C_{60}$ paydo bo'ladi. Agar tetraedrik bo'shliq ham to'ldirilsa kritik 20–40 K haroratga ega yuqori o'tkazuvchan $\blacklozenge_3C_{60}$ material paydo bo'ladi. Yuqori o'tkazuvchan fulleritlarni Shtutgartda joylashgan Maks Plank nomidagi institutda o'rganiladi. Materiallarga noyob xossalar beradigan boshqa qo'shimchali fulleritlar ham mavjud. Misol uchun $\blacklozenge_1C_{60}$ -etilen ferromagnit xossaga ega. Kimyo sohasida olib borilgan tinimsiz mehnat, 1997 yilgan kelib 9000 ga yaqin fulleren birikmalarning aniqlanishiga olib keldi.

Uglerodli nanotrubka. Ugleroddan juda ko'p atomi bo'lgan molekula olish mumkin. Uzunlik bir necha o'n mikron, diametri 1 nm bir qatlamli trubkada $S \approx 1000\,000$ atom bo'lishi mumkin. Trubka yuzasidagi to'g'ri oltiburchakning uchlari uglerod atomlari joylashgan. Trubka oxiri 6 ta to'g'ri beshburchak bilan yopilgan.

Uch o'ldamli fazoda to'g'ri beshburchak, oltiburcha va ettiburchaklarni kombinitsiyalash orqali turli shakldagi uglerod sirtlarini olish mumkin. Bu nanoqurilmalar geometriyasi, ularning ajoyib fizikaviy hamda kimyoviy xossalarini belgilaydi. Natijada yangi material va ularni ishlab chiqarish texnologiyalari bo'lishi imkonini beradi.

Molekulyar dinamika hisoblari va kvant modellari yordamida uglerod materiallari fizikaviy hamda kimyoviy xossalarini oldindan aytish mumkin.

Bir qatlamli trubkalar yaratish bilan bir qatorda ko'p qatlamli trubkalar yaratish imkoni mavjud. Nanotrubkalarni ishlab chiqarishda maxsus katalizatorlardan foydalaniladi.

YAngi materiallarni avfzalligi nimada? Uchta xossaga to'xtalamiz.

Mustahkamligi yuqori materiallar. Grafit listda uglerod atomlarining o'zaro bog'lanishi, ma'lumlariga nisbatan eng yuqori. Nuqsonsiz uglerodli trubkalar po'latdan ikki barobar mustahkam va to'rt marta yengil. Texnologiya oldida turgan vazifalardan biri cheksiz uzunlikga ega bo'lgan uglerod nanotrubkalarini yaratishdir. Bunday trubkalardan yangi asr texnikasi uchun yuqori mustahkam va yengil kompozitlar tayyorlash mumkin. Ulardan qurilish va ko'priklar kuchlanish ta'siridagi elementlari, uchish qurilmalari tutib turuvchi konstruksiyalari, turbina elementlari, kam yoqilg'i sarflaydigan dvigatellar kuchli bloklari va b.

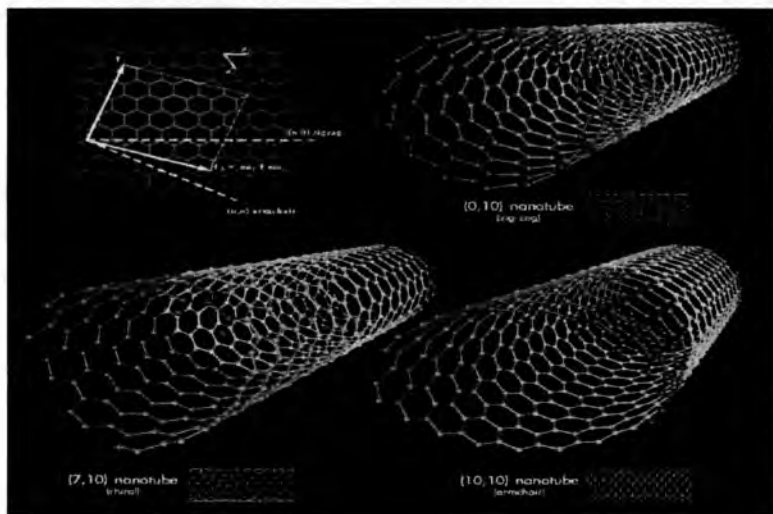
Hozirgi kunda diametri 10 nanometr bo'lgan 10 mikron uzunlikdagi nanotrubka yaratilgan (4.26-rasm).

Yuqori elektr toki o'tkazuvchi materiallar. Ma'lumki kristall grafitda bo'ylamasiga boshqa materiallarga nisbatan elektr o'tkazuvchanligi, aksincha yonlamasiga kichik. Shu sababli nanotrubkalardan yasalgan kabellar, xona haroratida tok o'tkazuvchanligi mis kabellarga nisbatan 2 marta yuqori bo'lishi kutilyapti. Zarur miqdorda va uzunlikda trubkalar ishlab chiqarish imkoniyatini beruvchi texnologiyani yaratish zarur.

Nanoklasterlar. Ko'plab nanoob'ektlar o'nlab, yuzlab, minglab atomlardan tashkil topgan juda kichik zarralarga kiradi. Klaster xossalari o'sha turdagi makroskopik hajmdagi material xossalariidan tubdan farq qiladi.

Nanoklasterlardan katta qurilish bloklari kabi aniq maqsadga yo'naltirilgan va oldindan xossalari boshqariladigan yangi turdagi materiallar yaratish mumkin. Misol sifatida gaz aralashmalarin ajratish va saqlashda katalitik reaksiyalardan foydalanamiz: $Zn_4O(BDC)_3(DMF)_8(C_6H_5Cl)$.

O'tuvchi metallar lantanoid va aktinoid atomlaridan tashkil topgan magnit klasterlari katta qiziqi uyg'otadi. Bu klasterlar o'z magnit momentiga ega, bu esa tashqi magnit maydoni yordamida xossalari boshqarish imkoniyatini beradi. Bunga yuqori alkali metallografik molekula misol bo'ladi: $Mn_{12}O_{12}(CH_3COO)_{16}(H_2O)_4$. Kvant kompyuterlari protsessorlarini loyihalashda nanomagnitlar katta ahamiyat kasb etadi.



4.26—rasm. Uglerod nanotrubbkasi

Bundan tashqari kvant tizimi tadqiqoti bistabillik va gisterezis hodisasi aniqlandi. Agar molekulalari orasidagi masofa 10 nanometr ekanligini hisobga olsak, bu tizimda xotira zichlik har kvadrat santimetrda 10 gegabaytni tashkil etadi.

5-bob. Turli asosli kompozitlar ishlab chiqarish asoslari

XX asr o'rtalaridan boshlab kompozit materiallarni ishlab chiqarish jadal rivojlandi. Kompozit materiallarni sanoatning turli jabhalarida qo'llanilishi jadallashmoqda. Turli materiallarni zarur, kerakli hamda muhim xossalarini o'zida mujassamlashtirgan yangi kompozit materiallarni ishlab chiqarish kundan - kunga rivojlanmoqda.

Kompozit materiallar ikki va undan ortiq turli materiallardan tashkil topadi va o'zining alohida chegarasiga ega. Ko'pchilik kompozitlar geterogen strukturaga ega bo'lib, bir-birida erimaydigan komponentlardan tashkil topadi.

Kompozit materiallarni xarakterlaydigan belgilarga[8]:

- komponentlar tarkibi va shakli oldindan belgilanadi;
- materialni belgilangan xossalarini olish uchun zarur miqdorda komponentlar kiritiladi;
- kompozitlar ko'p fazali materiallar hisoblanadi. Makromastshblarda ular bir tekis strukturaga ega, mikromashtablarda esa bir tekis strukturaga ega emas. Kompozitlarni tashkil etuvchi komponentlar turli xossalarga ega va ularni o'zaro chegaralari mavjud.

Kompozit materiallarni tashkil etuvchi komponentlar quyidagicha nomlanadi:

- matritsa-materialni butun hajmi bo'yicha uzluksiz bo'lgan komponent;
- mustahkamlovchi-kompozit hajmi bo'yicha o'ziga xos joylashgan mustahkamlovchi (armirlovchi) komponent.

Matritsa kompozitga zarur shakl beradi va armirlovchi komponentni mexanik zarblar hamda tashqi ta'sirlardan himoyalaydi.

Kompozit materiallarda matritsa sifatida metallar va ularning qotishmalari, organik va noorganik polimerlar, keramikali, uglerodli va boshqa materiallar ishlatilishi mumkin. Matritsaning tabiati materialning fizika - kimyoviy, ekspluatatsion va texnologik xossalariga bog'liq.

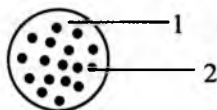
Zamonaviy mashinasozlik materiallarini ishlab chiqarishda ajoyib xossalarga ega bo'lgan polimer kompozit materiallarga bo'lgan e'tibor kundan kunga ortib bormoqda. Jumladan 2015 yilda dunyo miqyosida polimer kompozit materiallar ishlab chiqarish hajmi 12 mln. tonnadan oshib ketdi. Polimer kompozit materiallar ishlatilish soxalari kengayib bormoqda. Bugungi kunda o'ta puxta bo'lgan materiallar olish texnologiyalari ishlab chiqilgan va ular asosida puxta va pishiq materiallar olinmoqda. Avtomobilsozlik, kemasozlik, radiotexnika, qishloq xo'jaligi mashinalari, samolyotsozlik va kosmonavtika texnikalarining 20–60 % extiyot qismlari aynan polimer kompozit materiallardir.

Polimer kompozit materiallarning juda ko'p turlari mavjud. Jumladan, plastmassalar, metallplastiklar va boshqalar.

Plastmassalar asosan polimerlardan olinib, ularning og'irligi metallarga nisbatan 4–8 marta kam, pishiq va puxta, karroziya(chirish)ga barqaror, olinish usuli oson va xom ashyo resursiga boydir. Plastmassalarning pishiqligi, puxtaligi va tannarxini arzonlashtirish maqsadida turli xil to'ldiruvchilardan foydalaniladi. Plastmassalar tarkibidagi to'ldiruvchilarning turiga ko'ra ular quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastmassalar;
2. Tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar;
3. Qisqa tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar;
4. Gaz bilan to'ldirilgan plastmassalar.

1. Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastmassalar.

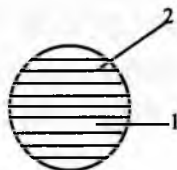


5.1—rasm. 1—bog'lovchi asos, 2—kukunsimon to'ldiruvchi

Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastiklar zamonaviy materialshunoslikda dunyo miqyosida keng va ko'p miqdorda ishlab chiqarilmoqda. Bunday plastmassalarda bog'lovchi asos sifatida termoreaktiv yelimlardan (epoksid yelimi, fenolformaldegid yelimi, furanformaldegid yelimi va h.k.) keng foydalaniladi, to'ldiruvchi sifatida kvars, chinni tolqoni, grafit, vollastonit, qum, kaolin kabi minerallardan keng foydalaniladi.

Bunday materiallar issiqbardosh bo'lib, ishqalanuvchi detallarda keng ishlatiladi, shuningdek qurilish materiallaridan dekorativ materiallar olishda keng miqyosda ishlab chiqarilmoqda. Kukunsimon to'ldiruvchilar bilan to'ldirilgan plastiklar ancha yengil, arzon va ishlab chiqarish texnologiyasini qulay va arzonligi bilan bugungi xaridorlar uchun ma'qul kelmoqda.

2. Tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar.



5.2—rasm. 1—bog'lovchi asos, 2— to'ldiruvchi tola.

Tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar juda yuqori puxtalikka va pishqlikka ega, siljishdagi va cho'zilishga mustaxkamligi yuqori bo'lib, metallarga nisbatan solishtirma og'irligi 4–8 marta kamdir. Tolalar bilan to'ldirilgan(sinchlangan) plastmassalar bugungi kunda samolyotsozlik, kemasozlik, kosmonavtika texnikalari, avtomobilsozlik va mashinasozlik

detallarini tayyorlashda juda keng miqyosda ishlab chiqarilmoqda. Quyidagi 5.1-jadvalda shisha, uglerod, organik tolalar bilan sinchlangan plastmassalarning mexanik xossalari keltirilgan.

5.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar uzluksiz tolalar bilan sinchlangan plastiklardir. Shishaplastiklar tipik konstruksion materiallar bo'lib, ularda bog'lovchi asos sifatida polikondensatsion yelimlar, to'ldiruvchi sifatida esa shisha tolali materiallar ishlatiladi.

Shishaplastiklar zarba ta'siridagi va dinamik yuklanishlarga yaxshi bardosh beradi va konstruksion elementlarining tebranishlarini so'ndiradi. Kimyoviy barqaror shishaplastiklar ishlatilishi 150°C dan yuqori bo'lmagan haroratlarda agressiv muhitlar ishlatish bilan bog'liq bo'lgan keng miqyosli texnologik jarayonlarni (masalan, sulfat kislota, xlor, mineral o'g'itlar va kaustik soda ishlab chikarish) ancha ratsional amalga oshirishga imkon beradi.

5.1-jadval

Tolalar bilan sinchlangan plastmassalarning xossalari

Xossalar	Shishaplastiklar	Ugleplastiklar	Organoplastiklar
Tola miqdori, %	70–75	60–70	65–75
Solishtirma zichligi, kg/m ³	2000–2100	1550–1600	1350–1400
Siljishdagi mustaxkamligi, GPa	2,5–2,8	1,8–3,5	3,5–4,0
Siqilishdagi mustaxkamligi, GPa	2,0–2,5	1,2–1,8	0,35–0,40
Elastiklik moduli, GPa	70–75	150–200	100–120

Ular orasida eng muhimi ko'p qatlamli shishaplastiklardir. Ularning 2–3 mm qalinlikdagi dastlabki ikki qatlamida massasi jixatdan tegishlicha 10–25% shisha tola bo'lib, tarkibida 60–65% shisha tola to'ldiruvchi bo'ladigan konstruksion qatlamga (kuch qatlamiga) agressiv suyuqlikning o'tishiga to'sqinlik qiladi, ya'ni u termik to'siq rolini bajaradi. Molekulalar tartibga solinib, parallel joylashtirilgan shisha tolalardan bog'lovchi modda (yelim) qo'shish yo'li bilan olinadigan shisha tolali kompozit material nixoyatda mustaxkam bo'ladi va yirik omborlar, truboprovodlar, estakadalar, yuqori

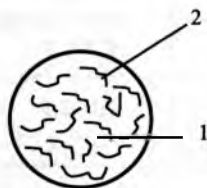
bosimli gaz ballonlar va xokozolar olishda ishlatiladi.

Ugleplastiklar zamonaviy mashinasozlik materiallaridan biri bo'lib, bunday yuqori mustaxkamlikka ega bo'lgan ugleplastiklarga dunyo miqyosida talab yildan yilga ortib bormoqda. Ugleplastiklar juda yengil va o'ta yuqori mustaxkamlikka ega bo'lgan kompozit materialdir. Ugleplastiklardan samolyotsozlik detallari, o'ta tez uchuvchi raketa texnikalari, mashinasozlik, kosmik texnikalar, meditsina anjomlari, protezlar, yengil velosipedlar va sport velosipedlari va boshqalarni ishlab chiqarishda keng miqyosda qo'llanilib kelinmoqda.

Organikplastiklar ham keng miqyosda avtomobilsozlik, kemasozlik, mashinasozlik, samolyotsozlik, kosmonavtika texnikalari, radioelektronika, kimyoviy mashinasozlik, sport anjomlari va boshqalar ishlab chiqarilmoqda.

Uzluksiz tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalarda tola miqdori 60–80 % gacha miqdorda sinchlab olinadi. Ishlab chiqarishning zamonaviy usullarida tola miqdorini plastmassalar tarkibida ko'paytirish borasida izlanishlar olib borilmoqda va tola miqdorini 85–90 % gacha yetkazish ko'zda tutilgan.

3. Qisqa tolalar bilan to'ldirilgan plastmassalar.

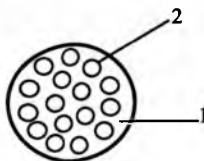


5.3–rasm. 1–bog'lovchi asos, 2– to'ldiruvchi qisqa tola

Qisqa uzunlikdagi (uzlukli) tolalar bilan sinchlangan plastmassalar xam yaxshi mexanik xossalarga ega bo'lib mashinasozlik, avtomobilsozlik, kemasozlik soxalarida keng miqyosda dunyo bo'yicha ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Tolalar bilan sinchlangan plastmassalarda bog'lovchi asos (termoreaktiv yelimlar) va to'ldiruvchi tolalar bilan yuqori mustaxkamlikdagi materiallar olinib kelinmoqda. Qisqa tolalar bilan sinchlangan plastmassalarda

tola miqdori 10–25% gacha bo‘lib yuqori pishiqlikka, puxtalikka ega bo‘lib kimyoviy agressiv muxitlarga chidamlidir.

4. Gaz bilan to‘ldirilgan plastmassalar.

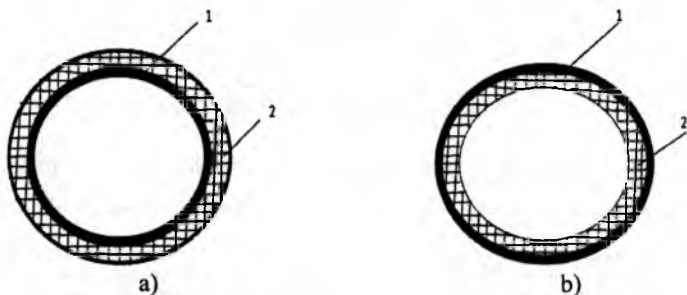


5.4–rasm. 1–bog‘lovchi asos, 2– to‘ldiruvchi gaz

Gaz bilan to‘ldirilgan plastmassalar ham yaxshi mexanik xossalarga egadir. Jumladan bunday materillar qurilish materiallari, kemasozlikda keng foydalaniladi. Bunday materiallar xam yuqori pishiqlik va puxtalikka egadir. Ayniqsa binolarni, avtomobillar, suv transport vositalari, qishloq xo‘jaligi texnikalarini germetikligini ta‘minlashda keng foydalaniladi. Chunki bunday materiallar issiq va sovuqni o‘tkazmasligi, suv va namlikni o‘zida saqlab qolishi, tebranish va zarbaga mustaxkamligi, yengil va puxtaligi, foylanish qulayligi bilan o‘z afzalligiga egadir.

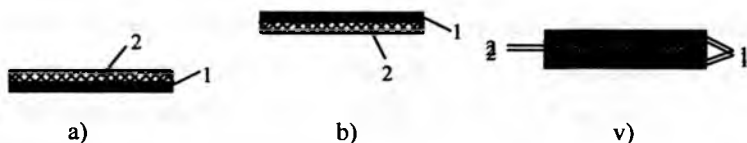
Metallplastiklar mashinasozlik materiallarini ishlab chiqarishda keng foydalanib kelinayotgan va yildan yilga ularga bo‘lgan talab ortib borayotgan zamonaviy istiqbolli materiallardandir. Metallplastiklardan qurilish inshotlarida, bino va inshootlarning tashqi bezagida, eshik va deraza romlarini ishlab chiqarishda keng foydalaniladi. Bunday materiallarning chidamliligi uzoq muddatli bo‘lib, havoning agressiv ta‘siriga, quyosh radiatsiyasi, namlik va issiqqa bardoshliligi, yengil va puxtaligi bilan o‘zining afzalliklariga egadir. Shuningdek mashinasozlik, kemasozlik detallarini ishlab chiqarish miqyosi yildan yilga ortib bormoqda.

Quyidagi 5.5–5.6–rasmlarda metallplastikli quvurlarning ko‘ndalang kesim yuzalari keltirilgan. Tashqi qismi plastik bilan qoplangan quvurlardan suv, neft va gaz tarmoqlarida foydalaniladi. Bunday metallplastikli quvurlarning afzalligi ularni metall quvurlarning ustki qismi plasmassadan bo‘lgani bois chirimaydi, elektr izolyasiyasi yuqoridir.



5.5–rasm. a–metal quvurga tashqi qoplangan plastik, b– metal quvurga ichki qoplangan plastik: 1–metall quvur, 2–plastik qoplama.

Shuningdek metallplastiklarning ishlatish sohasiga qarab metall listlarning tashqi, ichki va metallarning orasiga xam plastiklar qoplab ishlab chiqariladi. Bunday materiallardan kemasozlik, avtomobilsozlik, samolyotsozlik va boshqa ko‘plab mashinasozlik, sanoat va uy–joy qurilishi tarmoqlarida ishlatiladi.



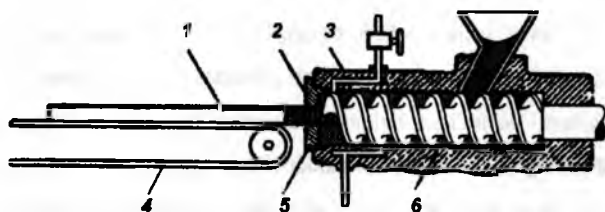
5.6–rasm. a–metall listga tashqi qoplangan plastik, b–metall listga ichki qoplangan plastik, v–metall list orasiga qoplangan plastik: 1–metall list, 2–plastik qoplama.

Polimerlardan buyumlar ishlash usullari. Polimer materiallardan istalgan shakldagi xilma–xil buyumlar, shuningdek, ip, plyonka, list, quvur va boshqalar tayyorlanadi.

Polimerlarning o'ziga xos fizik va texnologik xossalari ularni buyumlarga va yarim tayyor mahsulotlarga aylantirishda maxsus usullardan foydalanish talab etiladi. Polimerlarni buyumlarga aylantirishning asosiy usullariga ekstruziyalash, odatdagi usulda quyish, bosim ostida quyish, odatdagicha presslash, quyma presslash, ko'pirtirish, payvandlash, qizdirib purkash, randalash, shuningdek, dastgohlarda qirindi yo'nib olish yo'li bilan ishlash usullari kiradi.

Ekstruziyalash. Ekstruziyalash usulida ishlash yo'li bilan sterjenlar, quvurlar, listlar va plyonkalar olinadi, buning uchun, asosan, termoplastik, kamdan-kam hollarda esa termoreaktiv polimerlar ishlatiladi. Ekstruziyalash polimerni mundshtuk teshigi orqali siqib chiqarishdan iborat, teshikning shakli buyumning ko'ndalang kesimi shakliga bog'liq bo'ladi.

5.7–rasmda ekstruziyalash mashinasining sxemasi tasvirlangan. Kukun yoki granular oldidagi polimer bunkerga solinadi, polimer bunkerdan shnek (6) ga tushadi.



5.7–rasm. Ekstruzion mashinaning sxemasi

Shnek elektr dvigateldan aylanma harakatga keluvchi vint rotordir, u polimerni vintli yuzalari yordamida o'q yo'nalishida (xuddi qiyma mashinasidagi kabi) surib beradi; vint aylanganda vint qadamining kichrayishi yoki kanal chuqurligining kamayishi natijasida material siqiladi. Ta'minlagichning silindrik g'ilofida surilayotgan sochiluvchan material o'z yo'lida qizdirish qismi (3) dan o'tadi, qizdirish qismining harorati, ishlov berilayotgan polimer turiga qarab, 100 dan 400 °C gacha bo'ladi. Yumshagan polimerni shnekning uchi mundshtuk (2) li kallakka itarib beradi, mundshtukda

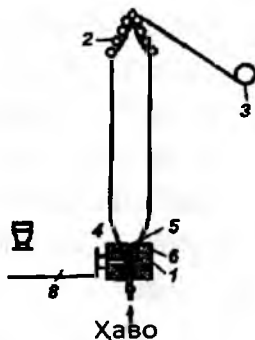
teshik bo'ladi, bu teshikning shakli hosil qilinadigan buyumlarning kesimi shakliga o'xshash qilib tayyorlanadi. Buyumlarda teshik hosil qilish lozim bo'lsa, dorn (5) (yo'naltiruvchi) dan foydalaniladi, kesimi yaxlit buyum olish kerak bo'lganda esa dorn ishlatilmaydi. Mundshtukning teshigidan chiqayotgan buyum (1) ni transportyor (4) olib ketadi.

Polietilen va boshqa termoplastlarning asosiy miqdori ekstruziyalash yo'li bilan ishlanadi, bu usul termoreaktiv smolalarni va kompozitsiyalarni, shuningdek, sellyulozani qayta ishlash (buyumga aylantirish) uchun ham qo'llaniladi.

Ba'zi termoplastlardan (masalan, polietilen, polivinil xlorid, polistirol, selluloiddan) plyonkalar va boshqa buyumlar quvurlarni dam berib shishirish yo'li bilan olinadi.

Idishlar (butillar, flyagalar va b.) ajraluvchi qoliplarda tayyorlanadi, bu qoliplarga quvurning qizdirilgan bir bo'lagi joylanib, unga dam beriladi (shishiriladi).

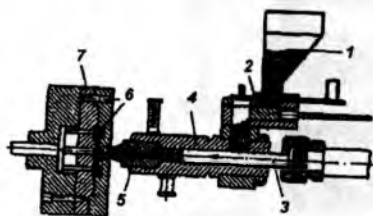
Plyonka hosil qilish uchun termoplast ekstruziyalash mashinasining ish silindri (8) dan (5.8—rasm) kallak (7) ga o'tkaziladi va mundshtuk (6) bilan dorn (5) orasida hosil bo'ladigan halqasimon tirqish orqali siqib chiqariladi, natijada quvur hosil bo'ladi. Bu quvur kallakka magistral bo'ylab (pastda strelka bilan ko'rsatilgan) dorn orqali keluvchi havo bosimi ta'sirida shishiriladida, so'ngra sovitkichga o'tkaziladi, sovitkich quvurning sirtiga sovuq havo haydaydi (zona 4), shundan keyin quvur yo'naltiruvchi roliklar (2) va qamrovchi roliklarga o'tadi. Qamrovchi roliklar quvur shaklidagi plyonkani qapishtirib, yassilaydi, yassilangan quvurning ikki cheti qirqilib tasma hosil qilinadi. Hosil qilingan qo'sh tasma eni havo 1400 mm li rulon tarzida baraban (3) ga o'raladi. Quvurning diametri (binobarin, plyonkaning qalinligi ham) havo bosimi ta'sirida avtomatik rostlanadi.



5.8–rasm. Ekstruziyalash va dam berib shishirish usuli bilan plyonka hosil qilish sxemasi.

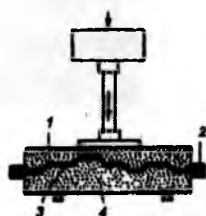
Bosim ostida quyish usulida termoplastik polimerlar (polistirol, polietilen, poliamid, ftoroplast va b.) dan detallar olinadi. Bosim ostida quyish uchun (5.9–rasm) granulalangan plastik bunkerga solinib, u yerdan plastikni ta'minlovchi plunjer (2), so'ngra quyish plunjeri (3) silindr (4) ga beradi, silindrda polimer qizdiriladi, qizdirilgan polimer soplo (5) orqali bosim ostida press-qolip (7) ga o'tadi. Press-qoliplarning harorati ularga keladigan plastik materialning haroratidan hamma vaqt past bo'ladi, shu bois press-qolipdagi buyum (6) tez soviydi va o'z shaklini saqlab qoladi.

Qoliplash harorati va bosimi ishlatiladigan materialning turiga, press-qolipning tuzilishi va o'lchamiga bog'liq bo'ladi.



5.9–rasm. Bosim ostida quyish.

- 1) bunker; 2) ta'minlovchi plunjer;
3) quyish plunjeri; 4) silindr; 5) soplo;
6) buyum; 7) press-qolip.



5.10–rasm. List shtamplash usuli.

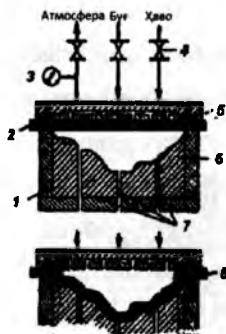
- 1) puanson; 2) list zagotovka;
3) buyum 4) matritsa.

Misol tariqasida shuni ko'rsatib o'tish mumkinki, polistirol uchun quyish

mashinasining soplosidan chiqish oldida harorat $150\text{--}215^{\circ}\text{C}$, quyish mashinasining silindridagi bosim $800\text{--}1500\text{ kG/sm}^2$, polietilen uchun esa bu ko'rsatkichlar mos ravishda $175\text{--}260^{\circ}\text{C}$ va $70\text{--}200\text{ kG/sm}^2$ bo'ladi. Quyish mashinalarining aksariyati avtomatik siklda ishlaydi.

Plastmassalarni shtamplash. Shtamplash usulida list zagotovkadan iborat termoplastlar (selluloid, viniplast, organik shisha, polistirol, polietilen, polipropilen va b.) buyumlarga aylantiriladi. Buyumning shakli qizdirilgan listni botirish va so'ngra uni sovitish yo'li bilan hosil qilinadi. Shtamplangan buyumlar o'z shaklini shishalanish haroratidan past haroratlardagina saqlab oladi, polimerning shishalanish haroratidan yuqori haroratlarda qizdirish va shu haroratda tutib turish list shaklining tiklanishiga olib keladi.

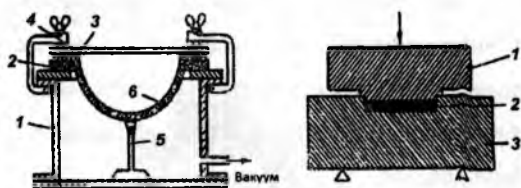
Shtamplashda shakl berishning ikki usuli: yo'naltirilgan botirish usuli va erkin botirish usuli qo'llaniladi. Yo'naltirilgan botirishda buyum shakli matritsa bilan puansonning ish yuzalari shakliga yoki faqat matritsaning ish yuzasi shakliga bog'liq bo'ladi; faqat matritsa ishlatilgan bosim ostidagi havo ishlatiladi yoki vakuumdan foydalaniladi. 5.11–rasmda puanson (1) va matritsa (4) dan iborat qolip yordamida yo'naltirilgan botirish sxemasi ko'rsatilgan.



5.11–rasm. Listdan vakuumdan yoki havo (yoxud bug') bosimidan foydalanib, matritsaga yo'nalgan botirish usulida shtamplash

Termoplastning shtamplanadigan listi qisqichlar (2) ga mahkamlanadi; buyum (3) qolipda to soviguncha qoldiriladi. 5.11–rasmda vakuumdan yoki havo boslmidan foydalanib, matritsa (6) yordamida yo‘naltirilgan botirish sxemasi keltirilgan. Vakuumdan foydalanib shakl hosil qilishda (qoliplashda) plastikning qizdirilgan listi (2) oboyma (1) bilan teshik–teshik plita (5) orasiga mahkamlanadi. Havo kameraning ichidan vakuum–nasos yordamida kanallar (7) orqali so‘rib olinadi. Plita (5) orqali atmosferadan keladigan havo zagotovkani bosib uni matritsaga siqadi, natijada buyum (8) hosil bo‘ladi. Vakuum usulida qoliplash buyum hosil qilish uchun atmosfera bosimi yetarli bo‘lgan taqdirdagina yaroqlidir. Agar atmosfera havosining bosimi yetarli bo‘lmasa, havo (yoki bug‘) bosimidan foydalaniladi, havo yoki bug‘ jo‘mrak (4) orqali beriladi, bu holda kameradagi havoni deformatsiyalanayotgan zagotovka kanallar (7) orqali siqib chiqaradi. Bosim manometr (3) bilan nazorat qilinadi.

Erkin botirishda shakl hosil qilish usuli yirik buyumlar tayyorlashda qo‘llaniladi, bu usulda havoning bosimidan hamda vakuum usuli yoki pnevmatik usuldan foydalaniladi. Ayni usulda buyum shtamp devorlariga ishqalanmaydi, bu esa tiniq optik buyumlarining silliq yuzalarini hosil qilishda juda muhimdir.



5.12–rasm. Vakuumda qoliplash yo‘li presslash sxemasi

5.12–rasmda vakuum usulida erkin botirish sxemasi tasvirlangan. Qizdirilgan list tanavor botirish halqasi (2) bilan siqish halqasi (3) orasiga qisqichlar (4) yordamida siqiladi. Vakuum–kameradan havo so‘rib olin borgan sari zagotovka (6) halqa (2) orqali botadi. Botish qiymati ko‘rsatkich (5) bilan nazorat qilinadi va vakuum nasosning uzilishi (ajratilishi) bilan belgilanadi.

Pnevmatik usulda erkin botirish vakuum usulida botirish kabidir.

Presslash. Plastmassalarni presslash deganda ularni yopiq kameralarda (press-qoliplarda) bosim ta'sir ettirib ishlash tushuniladi. Presslash odatdagi presslash bilan quyma presslashga bo'linadi.

Odatdagi presslash usuli qizdirib presslash va sovuqlayin presslash turlariga bo'linadi; odatdagi presslash usuli press-qolipga solinadigan material miqdori juda aniq bo'lishini talab etadi, chunki press materialning juda oz miqdorigina puanson (1) bilan matritsa (3) orasidan siqib chiqariladi. Buyum (2) hosil qilishda materialning siqib chiqarilgan ortiqcha miqdori grot shuningdek, piter deb ataladi.

Qizdirib presslash turi eng ko'p tarqalgan. Buyum presslash uchun presskompozitsiya (granulalar, smola shimdirilgan to'qimalar va boshqalar tarzida) qizdirilgan press-qolipga solinadi, bu yerda u qizib plastik bo'lib oladi. Press-qolip sekin-asta yumila borgan sari presskompozitsiya qolipning barcha chuqurlik va bo'shliqlarini to'ldiradi. Buyum to qotguncha bosim ostida tutib turiladi. Ko'pincha presskompozitsiya qolipga solish oldidan 80-150 °C gacha qizdirib olinadi (buyumning kesimi katta bo'lganda qizdirib olish usulidan ayniqsa ko'p foydalaniladi), shunday qilinganda ish unumi ortadi va presslash vaqtida bosimni kamaytirishga imkoniyat tug'iladi. Presskompozitsiya yuqori chastotali tok bilan qizdiriladi, yuqori chastotali tok molekulalar orasida sodir bo'ladigan ishqalanish hisobiga pressmaterial ichida issiqlik ajralib chiqishini ta'minlaydi (molekulalarning ishqalanishi tok yo'nalishi o'zgarganda ularning burilishidan kelib chiqadi).

Press-qolip, odatda, bu, gaz, o'ta qizigan suv yoki elektr toki bilan 160-135 °C gacha qizdiriladi, qizdirib presslashda bosim 100-550 kG/sm² bo'ladi. Qizdirib presslash usulida, asosan, fenol-formaldegid smolalari asosida tayyorlangan kompozitsiyalar va aminoplastlar, shuningdek, armaturalangan poliefir plastikalaridan buyumlar tayyorlanadi.

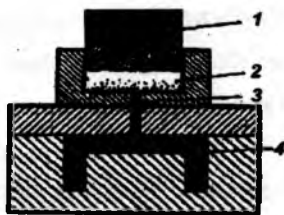
Qizdirib presslash usuli shakli murakkab bo'lmagan chuqur buyumlar

(masalan, televizorlar va radiopriyomniklarning, telefon apparatlarining korpuslari), shuningdek, ko'plab ishlab chiqarishda mayda buyumlar (tugmachalar, tuqalar va shu kabilar) tayyorlashda qo'llaniladi.

Sovuqlayin presslashda ish unumi yuqori bo'ladi, chunki unda press-qolipni qizdirish va sovitishga ehtiyoj bo'lmaydi. Sovuqlayin presslashda bosim $140\text{--}2100 \text{ kG/sm}^2$ ga yetadi. Presslangan buyumlar pechlarda $80\text{--}260 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha qizdiriladi, qizdirish harorati bog'lovchi modda turiga bog'liq bo'ladi.

Sovuqlayin presslash usulida asfalt-chirk plastmassalari (akkumulyatorlar batareyasi baklari, tugmachalar, shabkalar va shu kabilar olish uchun), shuningdek, elektr-texnik detallar (masalan, shtepsel rozetkalari, viklyuchatellarning korpuslari, elektr lampalarining patronlari va boshqalar olish uchun), fenolaldegid smolalari asosida tayyorlangan kompozitsiyalar qayta ishlanadi (buyumga aylantiriladi).

Quyma presslash. Quyma presslashda presskompozitsiya yuklash (uzatish) kamerasi (2) ga joylanadi (5.13-rasm), bu yerda presskompozitsiya chala suyuq holatga kelguncha qizdiriladi, bunday holatdagi presskompozitsiyani porshen (2) kamera (2) dan bitta yoki bir nechta tor litniklar (3) orqali qolip (4) dan presslash bo'shlig'iga haydaydi. Pressmaterial litnikning tor teshigidan o'tayotib qo'shimcha ravishda qiziydi va qolip bo'shlig'ini bir tekis to'ldiradi.



5.13-rasm. Quyma presslash sxemasi

Quyish yo'li bilan preslash sxemasi katta bo'lishi kerak. Quyma presslashda bosim kanal va litniklardagi qarshiliklarni yengishi kerak bo'lganligidan, bu bosim bir xil press-material va bir xil buyumlar uchun odatdagi qizdirib presslashdagiga qaraganda qariyb ikki baravar katta bo'lishi kerak. Quyma presslash usulida termoreaktiv smolalardan, shuningdek, qovushoqligi katta termoplastlardan, masalan, qattiq polivinil-xloriddan buyumlar tayyorlanadi. Quyma presslashning afzalligi shundan iboratki, bu usul murakkab armaturadan foydalanib nihoyatda murakkab shaklli va aniq o'lchamli buyumlar hosil qilishga imkon beradi. Bu usulda mashina va asboblarning xilma-xil detallari, shu jumladan chuqurliklari, teshiklari va rezbalari bo'lgan detallar ham tayyorlanadi.

Polimerlardan buyumlar tayyorlashning boshqa usullari. *Yirik gabaritli buyumlar qoliplash.* Plastmassalardan yirik gabaritli korpus buyumlar (masalan, kema korpuslari, avtomobil kuzovlari va shu kabilar) tayyorlash uchun yuqorida ko'rib o'tilgan usullar yaramaydi, chunki bunda katta va murakkab asbob-uskunalar kerak bo'ladi.

Yirik gabaritli buyumlar olish uchun, ko'pincha, ustma-ust quyib kontakt usulida qoliplash usuli, qop usuli qo'llaniladi.

Ustma-ust quyib kontaktli qoliplashda (5.8-rasm) armaturalovchi material qolipga joylashtiriladi va cho'tka yoki pulverizator yordamida suyuq bog'lovchi modda bilan (ba'zan bir necha marta) ho'llanadi; shundan keyin kompozitsiya sellofan bilan qoplanib, havoni chiqarib yuborish, buyumni tekislash va uning zich kontaktda bo'lishini (tegib turishini) ta'minlash uchun qolip devorlari tomon roliklar yurgizib chiqiladi. So'ngra bog'lovchi modda xona haroratida yoki ozroq qizdirilgan holda qotiriladi.



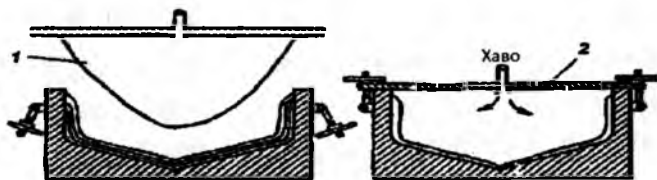
5.14-rasm. Kema korpusini kontakt usulida qoliplash sxemasi:

1 – qolip;

2 – qoplangan smola va shisha tola

Armaturalovchi to'ldirgich sifatida, ko'pincha, shisha to'qima va shisha tola, bog'lovchi sifatida esa fenol, epoksid va to'yinmagan poliefir smolalari ishlatiladi.

Bu usulda to'ldirgichga bog'lovchi modda shimdirib ham olinadi, bu holda armaturani bog'lovchi modda bilan ho'llashga ehtiyoj bo'lmaydi.



5.15—rasm. Qop usulida qoliplash sxemasi:

a) Qavatlar berish vaqtida. b) Qotish vaqtida

Qop usulida komponentlarni tayyoriash va joylashtirish kontakt usulida qoliplashdagi kabi bo'ladi. Qop, ko'pincha rezina qop ishlatish (5.15—rasm) bog'lovchi moddalar bilan to'ldirgichlarning yaxshiroq kontaktda bo'lishini, shuningdek, buyumning yaxshiroq tekislanishini ta'minlaydi, qavatlar hosil qilishda (5.15—rasm, a) qop (1) qolipdan tashqarida bo'ladi. Qoliplash va qotishtirishda siqish plitasi (2) qolipning yuqorigi kesigiga qattiq mahkamlanadi, qolipga esa havo yoki bug' haydaladi, havo yoxud bug' bosimi ta'sirida smola qotadi (5.15—rasm, b).

Polimerlarni ko'pirtirish natijasida hajmiy og'irligi kichik ($0,05 \text{ g/sm}^3$ gacha) bo'lgan katak-katak konstruksion material hosil bo'ladi. Bu materiallar tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashmagan, gaz bilan to'la, katak-katak (ko'pikli) va bir-biri bilan xuddi gubkadagidek tutashgan g'ovaklarga ega bo'lishi mumkin.

Ko'pirtirish uchun fenolaldegid va mochevinaaldegid smolalari, polistirol, polietilen, polivinilxlorid, sellyuloza atsetati, shuningdek, tabiiy va sun'iy kauchuk ishlatiladi.

Ko'pirtirilgan polimerlardan suzish vositalari, issiqlik va elektr izolyasiyalari, tovush so'ndiruvchi detallar, gubkalar yostiq uchun, mebellarni

joylash uchun materiallar qilinadi.

Fenoplastlar hosil qilishning bir necha usuli bor. Plastina gaz hosil qiluvchilar (poroforlar) kiritishdan iborat usul keng ko'lamda qo'llaniladi, plastikka kiritilgan poroforlar qizdirilganda gazlar ajratib chiqaradi.

Plastmassalarni payvandlash usuli barcha termoplastlar uchun qo'llaniladi. Plastmassalarni payvandlash uchun qizdirilgan (250–300 °C gacha) havo ishlatiladi. Havo elektr toki yoki gaz alangasi bilan, yuqori chastotali toklar yoki ultratovush bilan qizdiriladi. Payvandlab biriktiriladigan yuzalar tozalanadi, tekislanadi va bir-biriga siqiladi (siqish bosimi 2–3 kG/sm² gacha bo'ladi). Plastmassa qizdirilganda chegara qatlamdagi makromolekulalar plastik holatga o'tadi, harakatchan bo'lib oladi, bu esa qismlarning o'zaro singishi va payvandlanishiga olib keladi.

Elektr o'tkazmaslik xossalari yuqori bo'lgan plastmassalar (polietilen, polipropilen, poliizobutilen va polistirol) yuqori chastotali toklar bilan payvandlanmaydi. Qattiq polivinilxloridni (vinilplastni) payvandlash uchun ishqalash yo'li bilan qizdirish usulidan, yumshoq polivinilxloridni (plastikatni) payvandlash uchun esa, qizdirilgan tasma bilan qizdirish usulidan foydalaniladi.

Yuzalarga beriladigan qoplamlar. Polimerlar metall, yog'och, qog'oz, plastmassalarni korroziya va eroziyadan himoya qilish, ularni bezash maqsadida ularning yuzalariga qoplash uchun keng ko'lamda ishlatiladi. Qoplamlar erituvchi bug'lanib ketganda qotuvchi (quruvchi) va polimerlanib yoki oksidlanib havoda parda hosil qiluvchi qoplamlarga bo'linadi. Termoplast qoplamlar qizdirib purkash yo'li bilan ham hosil qilinadi, bunda pasta yoki kukun holidagi plastik havo bosimi ostida havo-atsetilen alangasi orqali purkaladi. Bunda plastikning yumshagan zarralari himoyalaniishi lozim bo'lgan yuzaga tushadi va bu yuzani yaxlit tekis qatlam tarzida qoplaydi.

5.1. Dispers mustahkamlangan kompozit materiallar

Nol o'lovli kompozitsion materiallarda metall matrisa juda keng tarqalgan. Metall asosli kompozitsiyalar turli dispersli bir hil taqsimlangan zarrachalar bilan mustahkamlanadi. Bunday materiallar xossalari izotoplari bilan farq qiladi. Bunday materiallarda matrisa hamma yuklanishni o'z ichiga oladi, to'ldirgichlarning dispers zarrachalari plastik deformatsiya sodir bo'lishga to'sinlik qiladi. Samarali mustahkamlanishga to'ldirgich zarrachalarining 3-10 % miqdorida qiymatlarida erishiladi. Armirlovch to'ldirgichlar sifatida qiyin eriydigan oksidlar, nitridlar, boridlar va karbidlarning zarralari hizmat qiladi. Dispers mustahkamlangan kompozit materiallar asosan kukun metallurgiyasi uslublari bilan olinadi yoki armirlovch kukunining zarrachalari metal yoki qotishmaning suyuq eritmasiga kiritiladi. Metall kukunli materiallar(metallokeramik) – metall kukunlarni presslash yo'li bilan kerakli shakl va o'lchamli buyumlarni tayyorlash va tayyorlangan buyumlarni keyinchalik varumda yoki himoyalangan muhitda 0,75-0,8 T_{er} (T_{er} - erish harorati) pishirilgan materiallardir. Bunday materiallar texnikada ishlatiladigan ko'pchilik metallar va qotishmalar asosida olinish mumkin.

Pishirish – mayda donali va kukunsimon materiallarni yuqori haroratlarda bo'laklarga birlashtirishdir. Pishirishda murakkab fizika-kimyoviy jarayonlar(yuzadagi oksidlarning tiklanishi, diffuziya, qayta kristallanish va boshqalar) sodir bo'ladi va bir xil tarkibli qattiq eritma hosil bo'ladi. Pishirish erishdagi muvozanat holatlar sharoitida amalda bir-birida erimaydigan komponentlardan foydalanilgan holda ham bir xil tarkibli qattiq eritma olish imkonini beradi. Metall kukunli materiallar olish jarayonida sovuqlayin presslangandan keyin ham materiallar, shuningdek undan olingan homaki va detallar yuqori bo'lmagan mustaxrammlikka ega bo'ladi. Pishirish qoldiq kuchlanishni oladi, fizik xossalari o'zgaradi va mexanik hossalari yahshilanadi. Ammo pishirish haroratini ko'tarish va davomiyligini orttirish mexanik hossalari pasayishiga olib keluvch donlarning o'sishiga olib keladi. Metall

kukunli materiallar kompakt va g'ovaksimon materiallarga bo'linadi. Yakuniy ishlovdan keyin ham 10-30 % qoldiq g'ovaklik saqlanib qolgan materiallar g'ovak materiallar deyiladi. Metall kukunlaridan olingan buyumlarning mexanik xossaloari ko'pchilik hollarda turli metallurgiya uslublarida olingan buyumlarning mexanik xossaloaridan qolishmaydi, ammo kislorodning miqdori va g'ovaklikka bog liq bo'ladi. G'ovaklik va kislorod miqdorining ortishi buyumlarning zarbiy qovushoqligi va mustahkamligini sezilarli darajada kamaytiradi. Masalan, yuqori kuchlangan detallarda kukunsimon po'latlar ishlatilmaydi. G'ovak materiallar asosan filtrlar ishlab chiqarishda va antifriksion materiallar sifatida ishlatiladi. Metall kukunli materiallarni kimyoviy-termik ishlash (azotlash, xromlash, sianlash va boshqalar) metallardagi kabi amalga oshiriladi. G'ovaklikning mavjudligi, demak yoyilgan sirtning mavjudligi kimyoviy-termik ishlash jarayonini aktiv amalga oshirish imkonini beradi.

Metall kukunli materiallarning afzalliklariga, metallardan foydalanish koeffitsiyentining yuqoriligi, ishlab chiqarish unumdorligining ortishi, maxsus fizikaviy xossalarga ega bo'lgan qotishmalar olish imkoninig borligi kabilar kiradi.

Metall kukunli materiallarning kamchiliklariga esa mavjud bo'lgan texnologiyada ulardan yasalgan buyumlar katta bo'lmagan o'lcham va og'irlikka ega bo'lish hamda simmetrik shaklli bo'lishi kerak.

5.2. Mustahkamlovchi elementi bir o'lchamli tolali kompozitlar. Metall matritsali tolali kompozitlar

Bir o'lchovli mustahkamlovchi (tolali) kompozitsion materiallarda to'ldirgich sifatida matrisa bilan kuchaytirilgan umumiy monolit ipsimon kristallar shaklidagi bir o'lchovli elementlar hisoblanadi. Muhimi mustahkam tolalar plastic matrisada bir xil taqsimlangan bo'lishi kerak. Kompozitsion materiallarni armirlash uchun ko'ndalang kesim o'lchamlari 0,1-100 mkmgacha bo'lgan uzluksiz va diskret tolalardan foydalaniladi. Matrisa mustahkamlovchi

tolalarni buzilishlardan himoyalaydi, kuchni tolaga uzatuvchi muhit bo'lib xizmat qiladi va alohida tolalar uzilishi sodir bo'lganda kuchlanishlarni qayta taqsimlaydi. Ular metall va polimer asosli tolalilarga bo'linadi.

Ipsimon monokristallar bilan armirlangan materiallar o'tgan asrning etmishinchi yillarida aviatsiya va kosmonavtika konstruksiyalari uchun yaratilgan. Ipsimon kristallar olishning asosiy usuli to'yintirilgan bug'larda o'stirish (par-kristall jarayoni) hisoblanadi. O'ta yuqori mustahkamlikdagi ipsimon kristallarni ishlab chiqarishda bug'-suyuqlik-kristall mexanizmidan foydalaniladi.

Ipsimon kristallarni yaratishda filyer orqali suyuqlikni tortishdan foydalaniladi. Kristallarning mustahkamligi yuzaning kesimi va tekisligiga bog'liq bo'ladi. Kompozitsion materiallarning bunday turlari yuqori o'tga chidamli materiallar kabi istiqbolidir.

Metall asosli kompozitsion materiallarda bir o'lchovli to'ldirgichlar sifatida xar xil metallarning simlaridan (turli tarkibli po'latlar, volfram, niobiy, titan, magniy va boshqalar) va borli va uglerodli tolalardan foydalaniladi.

Metall tolalar asosan yuqori issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik talab qilingan hollarda ishlatiladi. Bunda po'lat simlar bilan armirlash ancha arzonga tushadi.

Al, Mg va ularning qotishmalarini armirlash uchun borli va uglerodli tolalar, shuningdek qiyin eriydigan birikmalar (karbid, nitrid, borid va oksid)dan foydalaniladi.

Ni va uning qotishmalarini armirlashda W va Mo simlardan foydalaniladi.

Bir va ikki o'lchovli armirlangan kompozitsion materiallarning asosiy kamchiliklari qatlamlar orasidagi siljish va ko'ndalang uzilish hisoblanadi.

5.3. Polimer matritsali tolali kompozitlar

Nometall asosli kompozision materiallarda matritsa sifatida epoksidli, poliefirli, fenolli, poliamidli va boshqalar ishlatiladi. Shishali, uglerodli, organik, borli va boshqa turli tolalar bilan armirlangan materiallar juda keng tarqalgan. Bu ko'rinishdagi plastiklar tolani mustahkamlash turiga qarab nomlanadi.

Tolali kompozitlar to'ldirgich sifatida ip, jgut, mato shaklidagi uzluksiz tolalardan iborat bo'ladi. Bir tomonga yo'naltirilgan tolali kompozitlarda mustahkamlovchi uzluksiz tolalar bir tomonga yuklama yo'nalishi tomonga qarab yo'naltirilgan bo'ladi. Buning yaqqol misoli sifatida bir tomonga yo'naltirilgan shisha tolali kompozitlarni olish mumkin. Bunday tolali kompozitlarning kachiliklari mexanik xossalarining anizotropiyasi hisoblanadi. Bu kamchiliklarni ipsimon tolalarni ko'ndalang armirlash usuli bilan bartaraf etish mumkin. Bunday materiallar tekstolitlarga kiradi. Yo'naltirilmagan tolali kompozitlar xaotik joylashgan kalta tolalardan iborat bo'ladi. Bunday plastiklar pollarni qoplashda, avtomobil, qayiq va boshqalarni korpuslarini tayyorlashda ishlatiladi. Organik tolalar deb polimer matrisa va sintetik tola (kapron, nitron, naylon, lavsan)dan iborat kompozision materiallarga aytiladi. Odatda tolalarning ulush 35-37% ni tashkil qiladi. Organik tolalar nuqsonsiz g'ovakligi 3% dan oshmaydi. Shuning uchun komponentlar diffuziyasi va ular orasidagi kimyoviy barqarorlik taminlanadi. Odatda komponentlarning xossalari bir-biriga yaqin, shuning uchun komponentlar diffuziyasi va ular orasida kimyoviy reaksiya yuz berishi mumkin.

5.4. Muhandislik plastmassalari

Plastiklar foydalanishiga ko'ra umumtexnikaviy (yuqori bo'lmagan ekspluatatsion xossali) va muxandislik - texnik (yuqori talablar qo'yilgan) bo'ladi. Umumtexnikaviy foydalanishga mo'ljallangan plastmassalar estetik funksiyali, avtomobil va mexanizmlarning detallari, mishiylar buyumlar bo'lishi mumkin. Muxandislik – texnik plastmassalaridan agressiv muhitda,

o'zgaruvchan haroratda ishlaydigan buyum va asboblarning qismlari tayyorlanadi. Bunday plastmassalar o'zining xossalari va ishlovchanligini yo'qotmaydi. Muxandislik – texnik plastmassalari elektr qarshiligi, elektr o'tkazuvchanligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, radio va elektrotexnikada ishlatilishi bilan, bundan tashqari mexanik tasniflari (yeyilish, ishqalanish va issiqdan kengayish) bilan farqlanadi. Ko'pincha ularni oddiy plastmassa va kompozit materiallar asosidagi muxandislik plastmassalari deb atashadi. *Muxandislik konstruksion plastmassalar* sanoatning hamma sohalarida ayniqsa avtomobilsozlik, asbobsozlik, aniq mexanika, elektrotexnika, radiotexnika, radioelektronika, aviasozlik, meditsina va neftni qayta ishlash sanoatlarida keng qo'llaniladi. Muxandislik konstruksion plastmassalar maishiy texnika ishlab chiqarishda ham ishlatiladi. Konstruksion plastmassalar sanoat miqyosida ishlatiladigan texnik plastmassalar kategoriyasidan bo'lib, mashina, mexanizm, asboblari va elektrotexnika buyumlarining vtulka, shesternya, mexanizm yo'naltiruvchilari, korpus bog'lovchi detallarini tayyorlashga mo'ljallangan,

5.4.1. Ftoroplast

Ftoroplast - 200°C dan $+ 260^{\circ}\text{C}$ gacha harorat oralig'ida o'zining kimyoviy turg'unligi va inertligi, elektrik va mexanik xossalari bilan farq qiladi. Past ishqalanish koefitsientiga ega, suv o'tkazmaydi va oziq ovqat maxsulotlari bilan ta'sirlashishi chegaralangan. Ftoroplast xossalarini yaxshilash maqsadida to'ldiruvchili kompozitlardan foydalaniladi. $\Phi 4$ markali ftoroplast hamma kislotalarga, erituvchilarga, neft mahsulotlariga qarshi turg'unlikka ega bo'lib, kichik g'ovokliligi, yuqori dielektrik va mexanik xossalari bilan tasniflanadi. $\Phi 4$ markali ftoroplastga yuqori haroratlarda faqatgina aktiv metallning qotishmalari, ularning ammiakdagi eritmaları, uch ftorli xlor va elementar ftor ta'sir qiladi. $\Phi 4\text{K}20$ markali kompozit ftoroplast $\Phi 4$ markali ftoroplastning 20% koks qo'shilgan kompozitidir. $\Phi 4\text{K}20$ markali kompozit $\Phi 4$ markali ftoroplastga nisbatan - 60°C dan $+ 250^{\circ}\text{C}$ gacha harorat oralig'ida yeyilishga bardoshligi 600 marta va 30 % ko'p kuchlanishga chidamlidir. $\Phi 4\text{K}15\text{M}5$ markali kompozit

5.4.3. Polikarbonat

Polikarbonat yuqori mexanik mustahkamlik va zarbiy qovushoqlikka ega, - 60°C dan + 160°C gacha harorat oralig'ida mustahkamligini saqlaydi. Polikarbonat mineral va organik kislotalar qo'shilgan tuz eritmalari, kuchsiz ishqorlar, oliy spirtlar, yog' va moylar tasiriga yuqori turg'unlikga ega.

Material yaxshi optic xossalarga ega, lekin ultrafiolet nurlanishga chdamsiz. Ultrafiolet nurlanishga chdamlilik parametri muhim bo'lgan sohalarda maxsus yorug'likni stabillovch qo'shimchali markalari mavjud.

Polikarbonatlar kompakt-disklar; qurilish uchun listlar, shuningdek o'q o'tmaydigan oynalar; fanar va faralarning sochuvchilari; maishiy texnika va elektr jihozlarining korpus detallari; sport shlemlari; yorug'lik tablolari; avtomobil jihozlarining panellari; tibbiyot texnikasi (sterillanadigan materiallar).

5.4.4. Elektrotexnik izolyasiya plastikalari

Polimerlardan tayyorlangan plyonkali elektroizolyasion materiallar elektrotexnikada keng qo'llanila boshlandi. Plenkalar 5-250 mkm, lentalar 0,2-3 mm qalinlikda ishlab chiqarilmoqda. Yuqori polimerli plenka va lentalar katta egiluvchanligi, mexanik mustahkamligi va yahshi elektroizolyasion hossalari bilan ajralib turadi.

Polistirol plenkalar 20-100 mkm qalinlikda va 8-250 mm kengliglikda ishlab chiqarilmoqda. Polietilen plenkalarining qalinligi odatda 30-200 mkm, kengligi 230-1500 mm ni tashkil qiladi. Ftoroplast -4 plenkalar odatda 5-40 mkm qalinlikda va 10-200 mm kengliglikda tayyorlanadi. Shuningdek bu materialdan orentirlangan va orentirlanmagan plenkalar ishlab chiqariladi.

Orentirlangan ftoroplastli plenkalar ancha yuqori mexanik va elektrik tasniflarga ega bo'ladi.

Bundan tashqari to'ldiruvchi (qog'oz yoki mato) va bog'lovchdan iborat qatlamli plassmasa materiallar mavjud.

Muhim bo'lgan elektroizolyasion qatlamli plassmasalarga getinaks, tekstolit va steklotekstolit kiradi.

5.4.5. Turli maqsadlarda qo'llaniladigan plastiklar

Dekarativ qog'oz - qatlamli plastiklar (DQQP) termoreaktiv polimerlar bilan shimdirilgan maxsus qog'ozlarni zichlash yo'li bilan olinadi. Ust qatlamlar uchun - dekorativ qog'ozlar, ichki qatlamlari uchun kraft-qog'ozdan foydalaniladi. Dekarativ qog'oz - qatlamli plastiklar (DQQP)ning zichligi taxminan $1,4 \text{ g/sm}^3$ ga teng. DQQPning cho'zilishga mustaxkamligi list bo'ylanmasiga 90 MPa, list ko'ndalang bo'yicha 70 MPa tashkil etadi. Egilishga mustaxkamligi 100 MPa (120 MPa)gacha bo'ladi. Suvni shimish koefitsienti 8% ni tashkil qiladi. Dekarativ qog'oz - qatlamli plastiklar (DQQP) qizishga 120°C haroratgacha bardosh beradi. $100\text{-}120^{\circ}\text{C}$ haroratgacha qizdirilgan plastiklarga sovigandan keyin saqlanadigan har qanday shaklni berish mumkin. DQQP lar uch xil A, B va B markalarda ishlab chiqariladi.

Yog'och - qatlamli plastiklar (DCHI) – suniy yog'och material bo'lib fenolfarmaldigedli polimer bilan shimdirilgan reazol bilan elimlangan qipiqdan tayyorlanadi. Yog'och - qatlamli plastiklar (DCHI)ning zichligi taxminan $1,2 - 1,3 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Yog'och - qatlamli plastiklar yuqori mexanik xossalari bilan cho'zilishga mustaxkamligi list tolalar bo'ylanmasiga 140 – 240 MPa ajralib turadi. Bulardan tashqari stekloplastiklar, shishatekstolitlar, ugleplastiklar, keramik kompozision materiallar, eutektik kompozision materiallar, metalloorganoplastiklar(alora) kabi plastic materiallar mavjud bo'lib ular yetarlicha mustaxkamlikka ega.

5.5 To'ldirgichlar va plastifikatorlar

To'ldirgichlar. To'ldirgichlar tarkibi jihatidan organik va anorganik to'ldirgichlarga, strukturasi jihatidan esa tolali va donador (ba'zan kukun) to'ldirgichlarga bo'linadi. Plastmassalar ishlab chiqarishda to'ldirgichlar sifatida organik to'ldirgichlardan-yog'och kukuni, yog'och sellyulozasi, yog'och shponi (yupa faner), paxta taramlari, ip gazlama, sintetik matodan foydalaniladi; anorganik to'ldirgichlardan-asbest tolasi va to'qimasi, shisha tolasi, shisha

tolasidan to'qilgan mato, qisqa tolali asbest (kukun to'ldirgich sifatida), kaolin, slyuda, kvarts kukuni, talk, oxak, kizelgur va boshqalar ishlatiladi. Plastmassalar tarkibiga kirgan to'ldirgichlar ularning xossalarini yaxshilaydi, bundan tashqari, nisbatan arzon bo'lgani uchun buyumlarni arzonlashtiradi.

Organik to'ldirgichlar polimerlarni yaxshi singdiradi. Tolali to'ldirgichlar buyumlarning uzilishdagi va zarbiy egilishdagi mustahkamligini oshiradi. Anorganik kukun to'ldirgichlar buyumlarning suvga va issiqqa chidamliligi hamda qattiqligini oshiradi, ularning g'ovakliligi va gigroskopikligini pasaytiradi.

Termoplastik smolalarga qo'shiladigan plastifikatorlar ularning yumshash haroratini pasaytiradi, bu esa ularni qoliplashni osonlashtiradi. Plastifikatorlar sifatida yuqori haroratda qaynovchi kichik molekulyar suyuqliklar: murakkab efirlar, xlorlangan uglevodorodlar va boshqalar eng ko'p ishlatiladi. Polimerlar plastifikatorlarni shimib, bukadi, bunda plastifikatorning molekulyar qatlamlari zanjiriy makromolekulalar atrofida joylashib, ular orasidagi bolg'anishlarni zaiflashtiradi. Polimerning yumshash harorati pasayishi va uning shishalanishiga, ya'ni qizdirilganda shishasimon holatdan qovushoq-oquvchan holatga va sovutilganda yana shishasimon holatga o'tishining sababi ham ana shu.

5.6.Shisha materiallar

Shisha materiallar. Shisha ham boshqa no metall materiallar kabi xalq xo'jaligining hamma sohalarida (qurilishda, elektronika va radiotexnikada, o'quv laboratoriyalarida va h.) juda keng ishlatiladi. Turmushimizni shishasiz tasavvur qilish mumkin emas. Shisha amorf jismdir.

Shisha materiallar, asosan, sun'iy ravishda ishlab chiqariladi. Shisha olish uchun kvars qumi, borat kislotasi, tanokor, bur, marmar toshi, dolomit, soda va ohaktoshdan iborat aralashma tegishli pechlarda (1300–1500 °C haroratda) suyuqlantiriladi. Shisha materiallarni cho'zish, siqish, kuydirish, presslash,

burish, sovitish jarayonlari orqali turli shakldagi buyumlar yasaladi. Shisha materiallar o'zlarining tarkibidagi moddalar (elementlar va birikmalar)ning turlari va miqdorlariga qarab juda ko'p xillarga bo'linadi. Masalan, silikatli shishaning tarkibiy qismini uning formulasidan anglash qiyin emas, ya'ni Me_2O PbO CaO BaO Li_2O K_2O Na_2O SiO_2 bunda Me_2O - ishqoriy metallarning oksidlarini (Na_2O , K_2O , Li_2O) PO - yer-ishqoriy metallarning oksidlarini (CaO , BaO) hamda qo'rg'oshin, rax va boshqa metallarning oksidlarini ifodalaydi. Ishqoriy va yer-ishqoriy metallar modifikatorlar deyiladi. Shisha materiallar sanoatda deraza va eshik oynasi, vitrinalarga moslangan yassi va egilgan oynalar, mustahkam oyna, toblangan oyna - "Stalinit", naqshli oyna, xira oyna, taram-taram oyna, biologik nurlarni o'tkazadigan o'ta tiniq oyna, rangli oyna hamda kolbalar, naychalar ishlanadigan shisha va boshqa silliqlangan va silliqlanmagan oynalar ko'rinishlarida ishlab chiqariladi.

Rangli shisha hosil qilish uchun shisha materiallariga (yuqorida nomlari aytilgan xomashyolarga) qo'shimcha kristallar (selen, xrom, kadmiy va boshqa metallarning oksidlari hamda oltin) qo'shiladi. Shisha massa hosil qilish uchun, avvalo, shisha tarkibiga kiruvchi xom materiallar (xomashyolar) tayyorlanadi: ular quritiladi, elanadi, maydalanadi va yaxshilab aralashtiriladi. Agar maydalangan materiallar bir jinsli bo'lsa, undan olinadigan shishaning sifati juda yuqori chiqadi. Tayyorlangan (aralashtirilgan) xom materiallarni pishirish uchun vannali pechlarga, uzluksiz va davriy ishlaydigan marten pechlariga solinadi va tegishli harorat ($1200\text{ }^{\circ}\text{C}$) shisha materialga aylantiriladi. Pechlar asosan gaz va qattiq yoqilg'ilar bilan ishlaydi. Eng katta pechda bir sutkada 200 tonnagacha shisha massa ishlab chiqarish mumkin. Pishirilgan shisha massadan buyum ishlab chiqarish uchun turli qoliplardan va turli prinsipda ishlaydigan mashinalardan foydalaniladi. Masalan, xo'jalik ishlari va qurilish uchun shisha bloklar ishlab chiqarish uchun pishirilgan shisha massalar presslanadi. Agar ma'lum bir qalinlikdagi shisha listlar ishlab chiqarish kerak bo'lsa, shisha massa ichi bo'sh valiklar orasidan o'tkazib prokatlanadi. Basharti yuqori

mustahkamlikka ega bo'lgan shisha hosil qilish talab qilinsa, shisha toblanadi, ya'ni yumshash harorati (15...20 °C) dan yuqori haroratgacha qizdiriladi va siqilgan havo purkash orqali tez sovitiladi. Shisha buyumlarga faqat termik usulda emas, balki kimyoviy va mexanik usullarda ham ishlov berish mumkin.

6-bob. Bimetall kompozitlarni tadqiqot va sinash usullari

6.1. Bimetall kompozitlar uchun materiallar va ularni olish texnologiyalari

Yig'ma asboblarni bimetallarga almashtirishning asosiy maqsadlari– kamyob bo'lgan legirlangan po'latlar sarfini, mexnat sarfini kamaytirish, matritsa ishchi elementida yuqori darajadagi kuchlanishlarni yaratish, shuningdek termik ishlov natijasida hosil bo'lgan qoldiq kuchlanishlarni relaksatsion turg'unligini taminlash [70].

Diametri 184 mm bo'lgan matritsa va parma uchun ishchi element sifatida oddiy metallurgik chegarali tezkesar po'lat P6M5 GOST 19265-73 olingan (6.1-jadval) [63].

6.1-jadval

Tezkesar po'lat P6M5 ning kimyoviy tarkibi

Miqdori, og'ir., %							
C	W	Mo	Mg	V	S	P	Fe
0,87	6,0	5,0	4,1	2,1	0,02	0,03	qolgani

Qattiq qotishmali plastinalarni presslash uchun matritsa ishchi qismi materiali sifatida BK8 qattiq qotishmasi GOST 3882-74 (6.2-jadval) olingan [35, 71].

BK8 qattiq qotishmasi kimyoviy tarkibi

Markasi	Miqdori, og'ir., %	
	WC	Co
BK8	92	8

Diametri 150 mm bo'lgan o'ta qattiq materiallarni sintezi uchun ishlatiladigan matritsalarida kukun metallurgiyasi usulida tayorlangan pishirilgan molibdenli qotishma Mo-TiC ishlatilgan (6.3-jadval) [72].

6.3-jadval

Pishirilgan molibden qotishmasi sistemas Mo-TiC kimyoviy tarkibi

Miqdori, og'ir., %					
TiC	Fe	Ni	W	La B ₆	Mo
45-47	1,5-2,0	1,5-2,0	0,5-1,0	0,1-0,2	qolgani

Material tanlash masalasining ikkinchi qismi asboblarning korpusi materialini tanlashga tegishlidir. Bunda bir tomondan imkon qadar topiladigan, past narxli, boshqa tomondan—ishonchliliigi, ishchanligi va umriboqiyliigi, bimetall bog'liqlik, umuman asbob hisobga olingan. Shu munosabat bilan legirlangan po'latlarni 40XHMJL, 40XHMΦJL (6.4-jadval) [73] o'z ichiga olgan quyma konstruksion po'latlarning butun gruxi sinovdan o'tkazildi..

6.4-jadval

Bimetall kompozitlarni asos qismi sifatida ishlatiladigan konstruksion quyma po'latlarning kimyoviy tarkibi (GOST 977-75)

Po'lat markasi	Miqdori, og'ir., %								
	C	Cr	Mn	Si	Mo	Ni	V	S	P
Po'lat 40XHMJL	0,43	1,4	0,52	0,37	0,37	1,2	-	0,03	0,04
Po'lat 40XHMΦJL	0,4	0,8	0,52	0,37	0,5	1,2	0,5	0,03	0,03

Qo'yilmalar – kompozitning ishchi elementlari tezkesar po'lat P6M5 sortli prokatdan tayyorlandi (6.1-rasm), qattiq va molibdenli qo'yilmalar – kukun metallurgiyasi uslubida tayyorlandi (6.1-rasm). Tayyor elementlar laboratoriya sharoitida atseton va kaustik soda bilan yog'sizlantirildi, ishlab chiqarish sharoitida ultratovushli vannada 8-10 daqiqa davomida ushlab turildi. Keyin 8-10 daqiqa davomida emulgator qo'shilgan xolatda tutib turildi va quritildi. Matritsani olishda oraliq qatlam sifatida mis va nikel simlari ishlatildi. Mis va nikel simlari diametri (0,1-0,6) mm ni tashkil etdi. Qo'yilmalar press-qolipga o'rnatilishdan oldin mis va nikel simlaridan tayyorlangan belbog' o'rnatildi [74-78].

Tezkesar po'latdan tayyorlangan qo'yilma P6M5 laboratoriya sharoitida atseton va kaustik soda bilan tozandi, ishlab chiqarish sharoitida ultratovushli vannada 8–10 daqiqa davomida ushlab turildi. Keyin 8–10 daqiqa davomida emulgator qo'shilgan xolatda tutib turildi va quritildi. Matritsani olishda oraliq qatlam sifatida mis va nikel simlari ishlatildi. Mis va nikel simlari diametri (0,1–0,6) mm ni tashkil etdi. Qo'yilmalar press-qolipga o'rnatilishdan oldin mis va nikel simlaridan tayyorlangan belbog' o'rnatildi [3].



a) parma



b) o'ta qattiq materiallar uchun matritsa (P6M5)

6.1-rasm. Qo'yilmaning ishchi elementlari:
a) parma; b) o'ta qattiq materiallar uchun matritsa (P6M5)



a) qattiq qotishmali plastinalarni presslash uchun matritsa



b) o'ta qattiq materiallarni sintezi uchun matritsa (Mo-TiC)

6.2-rasm. Qo'yilmaning ishchi elementlari:

a) qattiq qotishmali plastinalarni presslash uchun matritsa;

b) o'ta qattiq materiallarni sintezi uchun matritsa (Mo-TiC)

Press-qolip alminiy qotishmasidan tayyorlandi (6.3—rasm). Press-qolip shakli va o'lchamli bo'lajak quyma mos ravishda ishlandi. Press-qolipni loyihalashda quyma krisstallanishi va sovushi jarayonida kirishishi hamda mexanik ishlov uchun qo'shimcha o'lchamlar hisobga olindi. Press-qolipni loyihalashda qo'yilmani aniq o'rnatish uchun bo'rtiqlar hisobga olindi. Quyma modeli (6.4—rasm) sifatida dastlabki ishlov berilgan granula shaklidagi polistirol ishlatildi. ПСБЛ-0,315(0,5) markali polistirolga qaynoq suvda yoki bug'li vannada dastlabki ishlov berildi, keyin issiq havo ($30...40^{\circ}\text{C}$) oqimida 4...6 daqiqa quritildi.

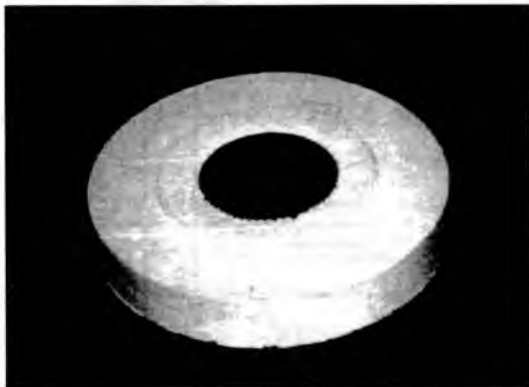
Dastlabki ishlov berilgan ishirilgan granula shaklidagi polistirol press-qolipga yuklandi va oxirgi ishlov avtoklavda berilib tayyor model olindi. Tayyor model (6.4, 6.5—rasmlar) press-qolipdan chiqarilgandan so'ng issiq havo ($30...40^{\circ}\text{S}$) oqimida 4...6 daqiqa quritildi va kuyishga qarshi maxsus qoplama-buyoq [26] bilan qoplandi. Model issiq havo ($30...40^{\circ}\text{C}$) oqimida 1 soat

davomida qurildi. Tayyor modellar kollektorga biriktirilib, stoyakga (6.5-rasm) yig'ildi. Stoyaga yig'ilgan modellar quymakorlik qolipga o'rnatilib kvars qumi bilan to'ldirildi va titrash ta'sirida jipslandi.

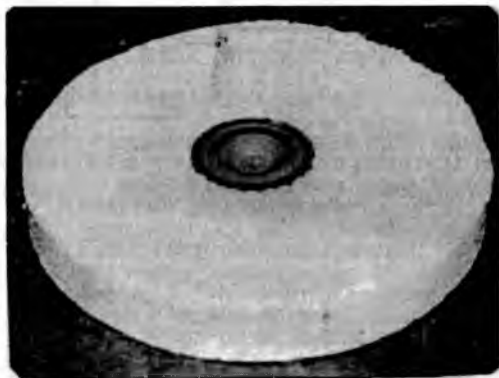
Quyish tizimi elementlari (ta'minlagich, shlak tutgich, stoyak kanali diametri qo'yim va b) ko'ndalang kesimi o'lchamlar po'lat quymalar uchun adabiyotlarda [79-80] o'rnatilgan tartib asosida hisoblandi. Modelga suyuq metall sifon usulida yuborildi.



6.3-rasm. O'ta qattiq materiallarni sintezi uchun matritsa penomodelini olish uchun press-kolip



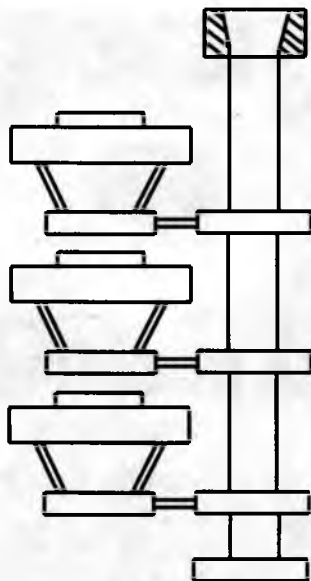
a) qo'yilma - po'lat R6M5



b) qo'yilma - molibdenli qotishma Mo-TiC

6.4-rasm. O'ta qattiq materiallarni sintezi uchun matritsa penomodeli:

a) qo'yilma - po'lat R6M5; b) qo'yilma - molibdenli qotishma Mo-TiC



6.5-rasm. O'ta qattiq materiallarni sintezi uchun matritsa penomodeli
kollektorlarini yig'ish sxemasi

1600-1650°C haroratgacha qizdirilgan konstruksion po'lat eritmasi quyuv sistemasi orqali quyiladi. Eritish ИСТ-0,16 induksion pechlarda amalga oshiriladi. Quymalarni ajratish to'liq sovugandan keyin amalga oshiriladi. Quymalarni tozalash drobli kameralarda amalga oshiriladi. Mexanik ishlovga berilgan ortiqchalar olingandan keyin xomakilar termik ishlanadi.

Termik ishlov berilgan asbob o'zining aniq o'lchamlariga sayqallash orqali olib kelinadi. Eritilga po'lat 1600–1650°C quyish tizimi orqali qolipga quyildi. Po'latni eritish ИСТ-0,16 induksionpechda amalga oshirildi. Qolippdan quymalar to'liq sovigandan keyin ajratib olindi.Quymalarni tozalash drobli kamerada amalga oshirildi. Mexanik ishlov orqali matritsalar talab etilgan o'lcham va yuza tozaligiga keltirildi.Tayyor asbob termik ishlangandan keyin jilvirlash dastgohlarida oxirgi ishlov berildi.

6.2. Bimetall kompozit o'tish qatlami strukturasi va tarkibini aniqlash

Konstruksion po'lat eritmasini asbobsozlik materialidan tayyorlangan qo'yilma bilan tegishidan hosil bo'lgan kompozitsiya ko'p tomonlama tadqiq qilindi. Kompozitlarni o'tish zonasi tarkibi, struktura va xossalari o'rganildi.

O'tish zonasi tarkibini aniqlashni ko'rib chiqamiz. Quyma bimetall kompozitsiyalarda o'tish qatlami fazaviy tarkibi DRON-2 rentgen qurilmasida $Fek\alpha$ nurlanishda [81-83] qatlamlarni ketma ket 0,1-0,2 mm olish usuli bilan aniqlanadi. Syomka jarayoni $U=36$ kW; $J=20$ mA; diafragma rentgen trubkasidan 1:10:0,25 mm olib tashlash tartibida; Sollera tirqishi farqi 2,5 grad. tashkil qiladi; diagramma lentasi tezligi -720 mm/s; schetchik harakat tezligi -2 grad/min.

Ma'lumki, har qanday fazani difraksion cho'qqisi intensivligi uning namunadagi miqdoriga proporsional bo'ladi. Ammo elementning intensivligi va og'irlik konsentratsiyasi munosabatlari orasida birdek mutanasiblik yo'q, shuningdek xattoki fazaning bir xil miqdorida ham uning intensivlik chiziqlari o'zgaradi. Birinchidan, matritsa effekti deb ataluvchi rentgen nurlarining namunadagi yutilishining o'rtacha koeffitsientiga bog'liqligi, ikkinchidan, ekstinksiya effektlari harakatidan [81, 84]. Bularning hammasi, hattoki bog'liq bo'lmagan etalonlar to'plami bo'lgan taqdirda ham namunalarda fazaviy analiz o'tkazishni qiyinlashtiradi. Bunday holatda namunada fazalar miqdorini aniqlash hajmiydir. Uni quyidagi uslub bo'yicha o'tkazish mumkin.

1- faza yaratadigan difraksion ko'rinishning intensivligi, quyidagi formula bilan topiladi:

$$I = (J_o)_i S_o q_i \cdot e^{-2\mu d} \cdot d, \quad (32)$$

bunda $(J)_i$ - yutilish koeffitsientini hisobga olmagan holda, faqat i -chi fazadan tashkil topgan namunadan ko'rinish intensivligi;

S_o - namuna yuzasidagi difraksiyada ishtirok etuvchi maydon;

q_i - namunadagi aniqlanayotgan fazaning hajmiy miqdori;

μ - kuchsizlanishning chiziqli koeffitsienti;

d - Vulf-Bregga burchagi yo'nalishida namunaga rentgen nurlarining kirib borish chuqurligi.

Ko'pincha amaliyotda bo'lganidek, namunaning katta qalinliklarida,

$e^{-2\mu d} \sim \frac{1}{2\mu}$ qabul qilish mumkin, shunda formula (32) quyidagi ko'rinishga keladi

$$I_i = (J_o)_i S_o q_i \frac{1}{2\mu}, \quad (33)$$

Syomka geometriyasi bir xil bo'lib, $\frac{1}{2} S_o q_i \frac{1}{2\mu}$, doimiy kattalikdir.

SHunda (33) formula quyidagi ko'rinish oladi:

$$I_i = K q_i \frac{1}{\mu} (J_o)_i, \quad (34)$$

Xamiy foizlarni ogirliklarga alamshtirib $P_i \left(q_i = \frac{P_i}{\rho_i} \right)$, bunda ρ_i – i-chi faza zichligi, namuna yutilishining o'rtacha chizikli koeffitsientini korishma komponentlarini ogirlik koeffitsientlari orkali belgilab μ^* , olamiz

$$I_i = K P_i \frac{(J_o)_i}{\rho_i \sum_{i=1}^n \rho_i \mu^*}. \quad (35)$$

Agar namunada n ta faza bo'lsa, n ta turdagi ko'rinishni yozamiz.

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i^*} \frac{P_1}{\rho_1} (J_o)_1 \\ I_2 &= \frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i^*} \frac{P_2}{\rho_2} (J_o)_2 \\ I_3 &= \frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i^*} \frac{P_3}{\rho_3} (J_o)_3 \end{aligned} \right\} \quad (36)$$

(36) ko'rinishni jamlaymiz. Jamlaganimizdan keyin chap tomonda kuyidagini olamiz:

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (37)$$

$\sum_{i=1}^n I_i$ ni 1 deb yoki 100% deb olamiz, demak etalon kilib ishlatishimiz mumkin.

O'ng kismi kuyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \left[\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 + \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 + \dots + \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \right] \quad (38)$$

Endi namunadagi fazaning xajmiy mikdorini xisoblaymiz. Buning uchun kuyidagi munosabatni olamiz:

$$\frac{I_1}{\sum_{i=1}^n I_i} = \frac{\frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1}{\frac{K}{\sum_{i=1}^n P_i \mu_i} \left[\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 + \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 + \dots + \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \right]} = \frac{\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1}{\left[\frac{P_1}{\rho_1} (J_0)_1 + \frac{P_2}{\rho_2} (J_0)_2 + \dots + \frac{P_n}{\rho_n} (J_0)_n \right]} \quad (39)$$

yoki

$$\frac{I_1}{\sum_{i=1}^n I_i} = \frac{q_1(J_0)_1}{q_1(J_0)_1 + q_2(J_0)_2 + \dots + q_n(J_0)_n} \quad (40)$$

(40) formuladan etalonlashtirish va korishma yutilishining ogirlik koeffitsientini xisoblamasdan turib, fazaning xajmiy miqdorini keraklicha ob'ektiv baxolash mumkin.

O'tish qismi ko'ndalang kesimi bo'yicha elementlarning taksimlanishi "Link" sistemali $Cu(Li)$ qattiq detektorida rentgenli energodispersionli mikroanalizator bilan C-180 elektron mikroskopida aniqlandi.

Po'lat R6M5 - po'lat 40XHMΦЛ kompozitida W, Mo, Cr, V, Cu, Ni, Fe elementlarining taqsimlanishi o'rganildi. Qattiq qotishma BK8-po'lat 40XNMЛ, pishirilgan molibden qotishma sistemasi Mo-TiC - po'lat 40XNMЛ

kompozitlarida tegishli W, Co, Cu, Ni, Fe, Mo, Cu, Ni, Ti, Fe elementlarining taqsimlanishi o'rganildi [84].

6.3. Bimetall kompozit xossalari tadqiqoti

O'tish qismi birlashmasining mikrostrukturasi MIM-8 metallografik mikroskopi va PЭM-200 elektron mikroskoplari yordamida o'rganildi. Mikroshliflarni tayyorlash ma'lum bo'lgan uslublar bilan amalga oshirildi [85].

O'tish qismi ko'ndalang kesimi xossalarini o'zgarishi mikroqattqlikni taqsimlanishi bo'yicha baholandi (mikrotverdomer PMT-3, yuklanish $P=100$ g, qadami $h=0,1$ mm).

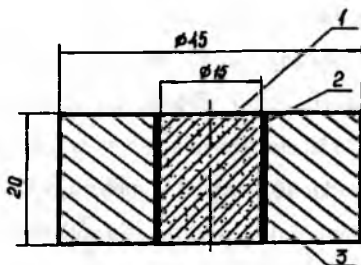
6.4. Bimetall kompozit birikish mustaxkamligini sinash

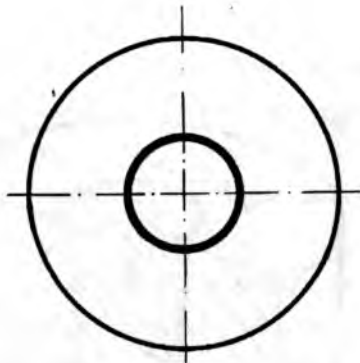
Kompozitning xar bir varianti ketma-ket uchta sinash bosqichlaridan o'tdi: a) bogning mustaxkamligiga;

b) kuchlanish xolatiga;

v) ishlovchanlik sinovlari.

Birikmani mustaxkamlikka sinash sxemasi – «siljishga mustaxkamlik» YMM-5 pressida olib borildi [86, 87]. Sinovlar model namunalarda (6.6-rasm) va bevosita quymalarda asbob korpusini ko'yilmaga nisbatan siljitish yo'li bilan olib borildi.





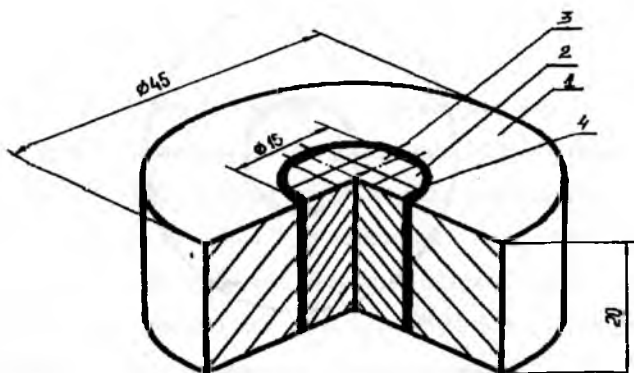
6.6 - rasm. Kompozitni “siljishga” mustaxkamligini aniqlash uchun model namunalarni shakl va o'lchamlari:

1-qo'yilma; 2-o'tish qatlami; 3- quyma tana.

6.5. Bimetall kompozit ishchi elementidagi qoldiq kuchlanish miqdorini aniqlash

Ko'yilmani korpusdagi kuchlanish xolati tadqiqotlari o'tkazildi. Tadqiqotlar model namunalarda va bevosita quymalarda olib borildi. Kuchlanishlar tenzometrik aniqlandi (6.7-rasm). Tenzodatchiklar ПДБ-10/100 qo'yilmaga ikkita o'zaro perpendikulyar radial yo'nalishlarda yelimlandi (6.7-rasm). Datchiklarning ko'rsatkichlari БДС-1 uskunasi yordamida kompozit tegib turgan asosini olishdan avval va keyin olindi. Ko'rsatkichlardagi farq ichki qoldiq kuchlanishlarni xisoblashning darajasi va belgisi bo'lib xizmat qildi [88, 89].

Qo'shimcha ravishda P6M5 tezkesar po'lat kompoziti tashkil qiluvchisining kuchlanish xolati rentgenografik tadqiq qilindi. Yupqa kristall tuzilish elementlarini aniqlash – bloklarning disperstligi va mikrokuchlanishlar darajasini aniqlash uchun – difraksion chiziqlar interferensiyasining fizik kengayishidan foydalanildi (110), (211) va (220) [58, 81, 90].



6.7-rasm. Kompozitsiyada qoldiq ichki kuchlanishlarni aniqlash va tenzodatchiklarni yopishtirish chizmasi: 1- quyma tana; 2-qo'yilma; 3- tenzodatchik ПДВ - 10/100, 4-o'tish qatlami

Tadqiqotlar uchun namunalar [58] ishda ko'rsatilgan uslub bo'yicha tayyorlandi. Rentgenogrammlar ДРОН-2 rentgenli difraktometrda va YPC-55 qurilmasida, КРОСС-1 qayta olish kamerasida kobalt nurlanishdan foydalanib olindi. Etalon sifatida toblangan P6M5 po'lat namuna olindi. Tadqiqotlar ДРОН-2 rentgenli difraktometrda bevosita yozib olish usuli bilan o'tkazildi. Quyidagi yozib olish tartibi tanlab olindi:

- anod toki 10 mA; kuchlanish 24 kW; tirqish kengligi: trubkada 2 mm, namuna oldida 4 mm, xisoblagich oldida 1 mm. Xisoblagich xarakatining tezligi 2 grad/minut, diagrammali lenta xarakatining tezligi 1800 mm/soat.

Rentgen chizig'i interferensiyasi kengligini 0,68 mm darajadagi interferension maksimumi balandligidan aniqlandi. Xar xil tartibda termik ishlangan namunalarni blok o'lchamlarini aniqlash va mikrokuchlanishlar (2-chi darajali kuchlanishlar) ni aniqlash [58, 90] ishlarda ko'rsatilgan.

6.6. Bimetall kompozitlardan tayyorlangan turli sharoitda ishlaydigan

buyumlari ishlab chiqarish sharoitda sinash

Parmalarni sinash Toshkent asbobsozlik korxonasida amalga oshirilgan. O'ta qattiq materiallar (O'QM) sintezi uchun matritsalarini solishtirish sinovlari – Toshkentdagi "Elbor" ishlab chiqarish korxonasida amalga oshirildi. Ikki partiyali o'ta qattiq materiallar sintezi uchun matritsa chizma. № 161.027, 6,3 MN kuchli presslarda sinaldi. Qattiq qotishmalarni presslash uchun matritsa, kesuvchi asboblari charxlanmaydigan ko'p uchli plastinalar uchun press-qolip sinaldi. Sinovlar KO-622B modeli press-avtomatda 14 sikl minut presslash tezligida amalga oshirildi.

6.7. Bimetall kompozitlar ishlab chiqarishga joriy etishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

O'tkazilgan tadqiqotlarni natijalariga asosanib metall kesuvchi va shakl beruvchi asboblarni volframning ultradispers kukunlaridan tayyorlash texnologiyasi ishlab chiqildi. Yangi texnologiyani joriy qilishning iqtisodiy texnik ko'rsatkichlarini mavjud bo'lgani bilan solishtirish quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\mathfrak{Z} = (C_1 * A) - \frac{C_2 * A}{E}; \quad (2)$$

bunda E–yillik iqtisodiy samara, so'm;

S_1 va S_2 – sotib olinayotgan mahsulot donabay tannarxi, tegishli bazaviy va yangi texnikaniki, so'm;

E – metall kesuvchi va shakl beruvchi asboblarni ishlatish sharoitida turg'unligining oshishi 1,8–2,0 marta;

A – metall kesuvchi va shakl beruvchi asboblarning yillik xajmi, dona.

Bazaviy variantda kapital solishtiriladigan harajatlarning yo'qligi sababli (2) formula quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$\mathfrak{Z} = (2000 * 55000) - \frac{2000 * 35000}{2} = 110000000 - 35000000 = 75000000 \text{ so'm}$$

Shunday qilib, volfram ultradispers kukunlari asosida metall kesuvchi va shakl beruvchi asboblarni tayyorlashning yangi texnologiyasini joriy qilishdan kutilayotgan yillik iqtisodiy samara 75 mln. so'm ni tashkil qiladi.

Bazaviy maxsulot ko'rinishida hisoblash uchun «O'zmetkombinat» AJ da cho'yan rolklarga bo'lgan extiyoj ma'lumotlari olindi.

Bazaviy rolik «S₁» – 1 donasining tannarxi 50 ming. so'mga teng.

Yangi texnika bo'yicha rolik «S₂» –1 donasining tannarxi 250 ming. so'mga teng.

Formula (2) quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$\exists = [(50000 \cdot 1156) - (250000 \cdot 70)] = 57800000 - 17500000 = 40300000 \text{ so'm}$$

70 dona kirish qutisi №25 kleti roligini joriy qilishdagi yillik iqtisodiy samara 40,3 mln. so'mni tashkil qildi.

Yuqori legirlangan po'lat va qotishmalarga toza va yarim toza ishlov berishda ishlatiladigan qattiq qotishmalarni ishlab chiqarishda volfram ultradispers kukunlardan foydalanish metallga ishlov beruvchi asboblarning ishlash turg'unligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

Hozirga vaqtda quyma asboblarni ishlab chiqarishning uchta usuli mavjud: ishlab chiqarishdagi asbobsozlik chiqindilarini qayta eritish va eritmani qoliplarga quyish orqali to'liq quyma asbob olish; qolipga asbobni tashkil qiluvchi ishchi hamda tana qismlarini suyuq metallni ketma-ket quyish yo'li bilan bimetall asbob olish; qo'yilma - asbob ishchi qismi asbobsozlik materialidan va quyma tana qismi konstruksion po'latdan iborat bimetall kompozit olish.

Ma'lum bo'lgan quymakorlik usullaridan, quymakorlikning maxsus modeli gazga aylanuvchan usulida ishlab chiqarilgan asboblar sifat ko'rsatkichlari bo'yicha yaxshi natijalar berdi.

Ko'p martali zarbiy va davriy kuchlanishlar ta'sirida, shuningdek yuqori temperatura sharoitida sanoatda ishlatilayotgan asboblarini quyma bimetall kompozitlarda asbobsozlik materiali - qo'yilmasi sifatida volfram ultradispers

kukunlaridan foydalanilgan BK gruppasidagi qattiq qotishmalardan foydalanish yaxshi natijalar berdi.

O'tkazilgan tadqiqotlardan kelib chiqib quyidagi xulosalar qilindi:

- qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlarini olish uchun qurilmaning ish unmdorligini sezilarli oshirish imkonini beruvchi yangi plazmakimyoviy reaktor taklif qilindi;

- plazmatron reaktorida zahira issiqlik bug'lanishiga nurlanish quvvatining ko'tarilishi sezilarli ta'sir qilishi; modda issiqlik o'tkazuvchanligi ortishining o'zgaruvchanligi plazmatron reaktorida zahira issiqlik bug'lanishini asta-sekin kamayishiga olib keladi; modda zichligining ortishi esa, plazmatron reaktorida zahira issiqlik bug'lanishini ancha sekinroq pasayishiga olib keladi;

- volfram ultradispers kukunlar morfologiyasi va strukturasi tadqiq qilindi;

- volfram ultradispers kukunlari asosidagi maydadonli qiyin eriydigan qotishmalardan tayyorlangan asboblarni presslash va pishirish rejimlari taklif qilindi;

- bimetall kesuvchi va shtamlash asbobini tayyorlash usuli taklif qilindi;

- ishchi qismi P6M5 teskesar po'lat, BK6, BK8 qattiq qotishmalar, Mo-TiC pishirilgan molibden qotishmalaridan hamda tana qismi 40XHML, 40XHMΦЛ quyma konstruksion po'latlardan tashkil topgan quyma bimetall kompozitlardan iborat asboblarni ishlab chiqarish texnologiyalari yaratildi;

- ko'rib chiqilgan kompozitlarning ikki turi uchun asbobning ishchi qismida yuqori darajadagi siquvchi kuchlanishlarni hosil qilish hisobiga turg'unligini oshirishni ta'minlaydigan termik ishlash rejimlari taklif qilindi.

- volfram ultradispers kukunlaridan tayyorlangan asboblarni ishlab chiqarishga joriy qilish natijasida olingan yillik iqtisodiy samara 40,3 mln. so'mni tashkil qildi.

TEXNOLOGIYASI

Kukun metallurgiyasi haqida ma'lumotlar

Kukunlarning olinish usullari. Kukun metallurgiyasi usullari bilan suyultirilganda bir–birida erimaydigan metallardan, shuningdek qiyin eriydigan va o'ta toza metallardan qotishmalar olish mumkin. Kukunli metallurgiyada xomakilar, shuningdek, aniq o'lchamli turli detallar tayyorlanadi. Kukunli metallurgiya g'ovak materiallar va ulardan detallar, shuningdek, ikkita (bimetallar) yoki turli metallar va qotishmalarning bir necha qatlami ko'rinishidagi detallar tayyorlash imkonini beradi. Kukunli metallurgiya usullari otashga chidamliligi, yeyilishga chidamliligi yuqori, kattiqligi katta, belgilangan barqaror (magnit xossali, shuningdek alohida fizik–kimyoviy, mexanik va texnologik xossali – detallar olish imkonini beradi. Bunday detallarni quyish va bosim ostida ishlash yuli bilan olish mumkin emas.

Kukun materiallardan detal va buyumlar olish prosessi metall kukunini tayyorlash, ulardan shixta tuzish, presslash, zagotovkani pishirishdan iborat. Metall kukunlari mexanik va fizik-kimyoviy usullar bilan olinadi.

Mexanik usullarda kukunlar qattiq metallarni maydalab, suyuq metallarni esa kimyoviy tarkibini o'zgartirmasdan to'zitib hosil qilinadi. Mo'rt qattiq materiallarni maydalash uchun sharli, uyurma va vibrasion tegirmonlardan foydalaniladi. Ishlov beriladigan material po'lat yoki cho'yan sharlarning zarbiy yoki ishqalozchi ta'siri bilan maydalanadi. Metall kukunlarni mexanik usullar bilan olishda ularning ifloslanishini hisobga olish zarur.

Sharli tegirmon po'lat barabandan iborat bo'lib, unga maydalovchi sharlar va maydalanadigan material solinadi. Sharli tegirmonda olingan kukun zarralari 100–1000 mkm o'lchamli noto'g'ri ko'pyoqlik ko'rinishida bo'ladi. Uyurma tegirmonlarda maydalash sharli tegirmonlarga nisbatan tezroq kechadi. Uyurma tegirmonining kamerasida ikkita parrak bo'lib, qarama–qarshi tomonlarga aylanib, o'zaro kesishuvchi havo oqimlari hosil qiladi. Kamera solingan

material (sim bo'lagi, qirindi, qiyqimlar va boshqa mayda bo'lakchalar) ni havo oqimi ilashtirib olib ketadi, ular o'zaro bir-biriga urilib 50 dan 200 mkm gacha o'lchamli zarralarga maydalanadi. Hosil bo'lgan zarrachalar tarelka ko'rinishida, chetlari arrasimon bo'ladi.

Mo'rt metall karbidlari va oksidlaridan mayin kukunlar olish uchun vibrasion tegirmonlardan foydalaniladi. Vibrotegirmonlar eng unumli bo'lib, ularning ishi po'lat shar va silindrlarning tegirmon barabanining katta chastotali aylanma tebranma harakati tufayli maydalanadigan materialga govori chastota bilan ta'sir qilishiga asoslangan.

Qalay, ko'rg'oshin, alyuminiy, mis, shuningdek temir va po'lat kukunlarini olish uchun havo, suv, bug' yoki inert gazlar kinetik energiyasi bilan suyuq metallni to'zitish usulidan ham foydalaniladi. Olingan kukun zarralari 50–350 mkm o'lchamli bo'lib, sferik ko'rinishga yaqin.

Fizik–kimyoviy usullar bilan kukunlar olishda boshlang'ich materialning kimyoviy tarkibi va xossalari o'zgaradi. Metallarni oksidlardan kimyoviy qaytarish, suyultirilgan tuzlarni elektroliz qilish, karbonil va gidrogenizasiya usullari asosiy fizik–kimyoviy usullar hisoblanadi.

Oksidlardan materiallarni kimyoviy qaytarish gazsimon yoki qattiq qaytargichlar bilan amalga oshiriladi. Gazsimon tiklagichlar sifatida tabiiy, domna gazlari, karbonat angidrid, shuningdek vodorod keng qo'llaniladi. Kimyoviy qaytarish natijasida hosil bo'ladigan g'ovak metall massa maydalanadi. Kukun olishning fizik-kimyoviy usullari ichida bu usul eng arzon hisoblanadi. 1–100 mkm o'lchamli dendrit ko'rinishdagi toza va nodir metallar (tantal, sirkoniy va boshqalar) ning kukunlari suyultirilgan metall tuzlarini elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Elektroliz usuli ifloslangan xomashyodan toza kukunlar olish imkonini beradi. Karbonil usuli 1–800 mkm o'lchamli sferoid ko'rinishdagi magnitli temir, nikel va kobalt kukunlarini olish imkonini beradi. Bu usul bilan olingan mahsulot 200–300°C haroratda metall kukuni va uglerod oksidiga parchalanadi. Gidrogenizasiya usuli asosida kalsiy gidrati bilan

xromni qaytarish yotadi. Bunda hosil bo'lgan ohak suv bilan yuviladi, metall kukuni esa 8–20 mkm o'lchamli dendritlardan tashkil topadi.

Fizik–kimyoviy usullar bilan olingan kukunlar mayda dispersli va toza hisoblanadi. Zarralari o'lchamiga ko'ra kukunlar granulometrik tarkibi buyicha 0,5 mkm gacha o'lchamli ultra mayda, 0,5–10 mkm o'lchamli juda mayda, 10–40 mkm o'lchamli mayda, 40–150 mk o'lchamli o'rtacha mayda va 150–500 mkm o'lchamli yirik xillarga bo'linadi.

To'kilish massasi, oquvchanlik, presslanuvchanlik va pishuvchanlik kukunlarning asosiy texnologii xarakteristikallari hisoblanadi.

To'kilish massasi erkin to'kilgan 1 sm³ kukunning grammlarda o'lchangan massasidir. Agar kukun o'zgarmas to'kilish massasiga ega bo'lsa, pishirilganda uning o'zgarmas kirishuvchanligi ta'minlanadi. Olinish usuliga qarab, bitta kukunning to'kilish massasi turlicha bo'lishi mumkin. Govakligi yuqori bo'lgan buyum tayyorlash uchun to'kilish massasi kichik bo'lgan kukundan, asbob va mashinalarning turli detallarini tayyorlashda esa to'kilish massasi katta kukunlardan foydalanish lozim.

Oquvchanlik–kukunning qolipni to'ldira olish qobiliyatidir. U ma'lum diametrlı teshik orqali kukunning o'tish tezligi bilan xarakterlanadi. Kukun zarralarining o'lchami kamayishi bilan uning oquvchanlısh yomonlashadi. Kukunning qolipni bir tekis to'ldirishi va presslashda zichlanish tezligi ko'p jihatdan oquvchanlikka bog'liq.

Presslanuvchanlik–tashqi nagruzka ta'siridan kukunning zichlanish xossasidir, u presslangan kukun zarralari o'zaro qanchalik mustahkamlashganligini xarakterlaydi. Presslanuvchanlik materialning plastikligi, kukun zarrasining o'lchami va shakliga bog'liq bo'ladi. Kukun tarkibiga sirtqi aktiv moddalar qo'shilishi bilan ularning presslanuvchanligi ortadi.

Pishuvchanlik deyilganda presslangan xomakini termik ishlash natijasida zarrachalarning ilashish mustaxkamligini tushuniladi.

Shixtani tayyorlash. Ma'lum kimyoviy va granulometrik tarkibdagi xamda texnologik xossalarga ega bo'lgan kukunlarning dozalangan porsiyalari barabanlarda, tegirmonlarda va boshqa qurilmalarda aralashtiriladi. SHixtani bir tekis aralashtirish zarurati tug'lsa spirt, benzin, gliserin va distillangan suv qo'shiladi. Ba'zan aralashtirish prosessida turli vazifani o'tovchi texnologik qo'shilmalar qo'shiladi: presslanishni yyengillashtirish maqsadida plastifikatorlar (parafin, stearin, gliserin va boshqalar), kerakli g'ovaklikka ega bo'lgan buyumlar olish uchun oson suyuqlanadigan qo'shilmalar, uchuvchi moddalar qo'shiladi.

Xomaki va buyumlarni shakllantirish. Kukunlar sovuqlayin yoki issiqalayin prokatlash hamda boshqa usullar bilan presslanadi.

Sovuqlayin presslashda press forma matritsasiga shixta solinadi va ish puanson bilan presslanadi. Bosim olingach, buyum surib chiqaruvchi puanson bilan matritsadan chiqariladi. Presslash jarayonida kukun zarrachalari elastik va plastik deformatsiyalanadi. Bunda kukun zarrachalari orasidagi jipslashish ortadi, g'ovaklik kamayadi. Bu esa kerakli shakl va mustaxkamlikdagi xomaki olish imkonini beradi. Xomaki gidravlik yoki mexanik (ekssentrikli, krivoshipli) presslarda presslanadi. Presslash bosimi kukun tarkibi va buyum vazifasiga ko'ra 200-1000 MPa bo'ladi.

Avtomatik harakatlanadigan presslar keng tarqalgan. Qabul qiluvchi bunker (1) ga solinadigan shixta o'z og'irligi bilan to'ldiruvchi shlangga o'tadi. SHlang press-qolip (3) ustida tugaydi, u press stoli (4) buylab surilishi mumkin. Pastki surib chiqaruvchi puanson (5) vaziyati to'kiladigan kukun miqdorini belgilaydi, ya'ni ushbu holda press-qolipni dozalash va uni to'ldirish bir vaqtda bajariladi. Pres-qolip to'lgach, shlang chetga suriladi va yuqori ish puanson bilan kukunni qisish imkoniyati tug'iladi. Xomaki pastki puanson bilan surib chiqariladi, qolipni yana to'ldirish uchun shlang suriladi, xomaki bir yo'la stoldan maxsus novga surib tushiradi. Bunday presslar ba'zan bir necha press-qolip o'rnatilgan

aylanuvchi stollar bilan jixozlanadi. Avtomatik presslarning ish unumi bir soatda bir necha ming xomaki chiqaradigan darajada bo'lishi mumkin.

Issiqlayin presslashda press-qolipda buyum shakllantirilibgina qolmay, pishiriladi ham, bu esa fizik-kimyoviy xossalari yuqori bo'lgan g'ovaksiz material olish imkonini beradi. Issiqlayin peresslashni vakuumda, himoya qilish yoki qaytarish atmosferasida, keng harorat oralig'ida ($1200-1800^{\circ}\text{C}$), sovuqlayin presslashga nisbatan ancha past bosimda bajarish mumkin. Odatda, kukunlar kerakli haroratgacha qizdirilgach bosim ostida siqiladi. Bu usullardan kiyin deformasiyalanadigan metallar (boridlar, karbidlar va boshqalar) dan buyumlar tayyorlashda foydalaniladi.

Metall kukunlarini prokatlash sovuqlayin yoki issiqlayin deformasiyalash usuli bilan tasma, sim, polosa ko'rinishidagi buyumlar olishning uzluksiz prosessidir. Prokatlash vertikal, qiya va gorizontal yunalishlarda bajariladi. Vertikal holatda prokatlash buyumni shakllantirish uchun eng yaxshi sharoit hisoblanadi. Avvaliga kukun bunkerdan aylanma siquvchi valiklar orasidagi zazorga tushadi, xomaki xoliga keltirish uchun qisiladi, so'ngra pishirish uchun pechga yo'naltiriladi, keyinchalik toza valiklarda prokatlanadi. Prokatlashda kukun hajmi bir necha marta kichrayadi. Tasmani prokatlashda valik diametrining tasma qalinligiga nisbati 100:1 dan 300:1 gacha bo'lishi kerak. Kukunlarni prokatlash tezligi quyma metallarni prokatlash tezligiga nisbatan ancha kichik bo'lib, kukunning oquvchanligi bilan cheklanadi. SHuning uchun aylanuvchi valiklar sirtining chiziqli tezligi metall kukunning bunkerdan chiqib, valiklar orasidagi zazorga surilish tezligidan kichik bo'lishi kerak. Prokatlash usuli bilan bir va ko'p qatlamli buyumlar, qalinligi 0,025–3 mm, eni 300 mm gacha bo'lgan tasmalar, diametri 0,25 mm va undan katta bo'lgan simlar va xakazolar olish mumkin. Prosessning uzluksizligi uni avtomatlashtirishni hamda yuqori unumdorligini ta'minlaydi.

Detal va buyumlarga kerakli mustahkamlik va qattqlik berish uchun ular pishiriladi. Pishirish operatsiyasi buyumni asosiy komponent suyuqlanadigan

haroratning 0,6–0,8 qismiga qadar qizdirish va shu haroratda ma'lum vaqt ushlab turishdan iborat. Pishirish qarshilikli elektr pechlarda induksion qizdirish yoki bevosita pishiriladigan buyum orqali tok o'tkazish yuli bilan amalga oshiriladi. Metall kukunlar oksidlanmasligi uchun pishirish argonli, geliyli muhitlarda, vakuumda yoki vodorod muxitida bajariladi. Tob tashlamasligi uchun yupqa va yassi detallar bosim ostida pishiriladi. Buyumlarga uzil–kesil shakl va aniq o'lchamlar berish uchun ular pardozlash operasiyalaridan o'tkaziladi; kalibrlanadi, kesib ishlov beriladi, kimyoviy termik ishlanadi, elektrofizik usullar bilan kerakli o'lchamiga yetkaziladi, qayta presslanadi.

Kalibrlash presslangan buyumni press–qolipdagi mos qirqimli teshikdan siqib o'tkazishdan iborat. Kalibrlash natijasida buyumning o'lchamlari aniqlashadi, sirti silliqlanadi, g'ovakligi kamayadi.

Presslangan zagotovkalardan murakkab shaklli detallar (cho'zish uchun volokalar, qattiq qotishmali qistirmalar, shtamlarning matritsalari va xokazolar) olish; ichki va tashqi rezbalar qirqish; diametri kichik, lekin chuqur teshiklar olish uchun ularni kesib ishlanadi. Kimyoviy–termik ishlash (azotlash, xromlash, sianlash va xokazo) metallardagi kabi bajariladi. G'ovaklikning mavjudligi, demak, yoyilgan sirtning mavjudligi kimyoviy termik ishlash prosesini aktiv amalga oshirish imkonini beradi.

Elektr uchqunli va elektr impulsli elektrofizik usullar murakkab shaklli detallar olish uchun qo'llaniladi. Elektr uchqunli usulda ishlash mohiyati ikkita elektrod orasida elektr impulsli uchqunli razryaddan foydalanishdan iborat. Bunda ishlov beriladigan xomaki anod, asbob, katod vazifasini o'taydi. Elektr impulsli usulda ishlashda elektrodlarni ulashda teskari qutblilikdan foydalaniladi. Bu usullar tok o'tkazuvchi elektrodlar orqali impulsli elektr toki o'tkazilganda ularning eroziyalanishiga (yemirilishiga) bog'liq. Hosil bo'lgan razryad tufayli ishlov beriladigan xomaki-elektrod sirtida juda qisqa vaqt oralig'ida harorat 10000–12000°C gacha ko'tariladi, shu onda metall suyuqlanadi va bug'lanadi. Zagotovkadan ajralib chiqqan metall dielektrik suyuqlik muxitida zarralar ko'rinishida qotadi.

Qayta presslash usulidan murakkab shaklli detallar olishda foydalaniladi. Qayta presslash natijasida xomakining kerakli o'lchamlari va shakli ta'minlanadi. Birinchi marta presslanganda xomakining shakli oddiy, o'lchamlari taxminiy bo'ladi.

7.1. №25 stendi kirish qutisi roligini molibden kukuni yordamida ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqish

Zamonaviy iqtisodiyotning asosiy masalalaridan biri o'tga chidamli qiyin eriydigan metallarning yuqori dispers kukunlariga asoslangan materiallar yaratish hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi zamonaviy ishlab chiqarishida, asosiy tarmoqlarning rivojlanish darajasiga bevosita bog'liq bo'lgan, qiyin eriydigan metallarning yuqori dispers kukunlaridan foydalanish, ustuvor bo'lishi kerak.

Taraqqiyot va ishlab chiqarish jarayonlarini [16] takomillashtirish asboblarni ekspluatatsion tasniflari va mexnat unimdorligini sezilarli ortishiga hissa qo'shishiga sabab bo'luvch qattiq qotishmalardan foydalanish bilan bog'liq.

Qattiq qotishmalarni yaxshilashning istiqbolli yo'llaridan biri standartlariga nisbatan qarshilik, kuch, bardoshlik va qattiqlik kabi bunday xususiyatlari bir vaqtning o'zida takomillashtirish imkonini beradigan va qiyish texnologiyalarni [9] rivojlantirish hisoblanadi. Aynan bu xususiyatlar kombinatsiyasini vositasida asboblarning umriboqiyli taminlanadi.

Bunday xususiyatlarga yuqori polidispersitli qotishma ega bo'ladi. Qotishma tarkibida nozik don ortishi bilan oquvchanlik va mustaxkamlik chegarasi qattiqligi ortadi. Qotishmaning katta va kichik donlarning nisbatida kichik donlar miqdori ko'paysagina faqat bir oz kamayadi. Aralashmada titan karbidining kichik donlar miqdori 40% gacha bo'lganda rezerv plastik deformatsiya deyarli o'zgarmaydi, 60% gacha ko'tarilganda ozgina (10%) kamayadi, deyarli o'zgarishsiz qoladi. Olingan ma'lumotlar tahlili qotishmalarning plastiklik va yeyilishga bardoshlilikning eng manfaatli birikmasi yirik 60:40 nisbati bor, deb ko'rsatadi.

Tadqiqotlarning ob'ekti va uslublari:

№25 stendi kirish qutisi roligini pishirilgan Mo-TiC-Ni-W-Fe tarkibli qotishmadan ishlab chiqarish; №25 stendi kirish qutisi roligini *Mo-TiC* tarkibli qotishmalardan islab chiqarishni *tadqiqotlarini rivojlantirish usullari*;

№25 stendi kirish qutisi roligini ishlab chiqarish uchun W va Fe ning qo'shilishi.

Bu ishning asosiy vazifalaridan biri yangi sistemali pishirilgan molibden kukun tarkibli qotishmani yaratish va uning texnologiyasini ishlab chiqish edi.

Asosiy komponentlar Mo va TiC dan tashqari kompozisiya tarkibiga uning texnologik va ekspluatSION xususiyatlarini yaxshilash uchun Ni, Fe va W elementlari kiritildi.

- nikel (Ni) kompozisiyaga kerakli texnologiklik va plastiklikka erishish uchun kukun aralashmasi tarkibiga kiritildi. Nikelni qotishma tarkibiga kiritish yaxshi siqishuvchanlik va pishuvchanlik bilan ta'minlaydi – buyumni ijobiy ishlashi xususiyatlariga ta'sir qiluvchi, zarur zichlik bilan taminlaydi.

-temir (Fe) – ham kompozisiyagakerakli texnologiklikni oshirishi tufayli vositasi tushunish titan molibden uchun titan karbidi zarralar va qattiq-yechim mustahkamlash yuzasida oksidi kamaytirish va islovchanligini oshirish uchun tarkibi kiritilgan;

- volfram (W) –kompozisiyaga molibden bazalariniqattiq eritmada mustaxkamlash va qotishma qattiqligini yaxshilash uchun tarkibi kiritildi;

Dastlabki tajribalar pishirilgan qotishma har qanday parametr ustida talablariga javob bermaydi, chunki bir xil tashkil topgan, bir kukun tarkibini pishirish evtektik qotishmasidan yaratish, mumkin emas, deb ko'rsatdi. Shuning uchun, qotishmani rivojlantirish - o'rmini bosuvchi bir tomondan miqdorini oshirish, boshqa tomondan esa, qotishmani texnologik va operatsion xususiyatlarini takomillashtirish uchun qo'shimcha qo'shimchalarning kiritilishi yo'nalishi bo'yicha, tashqi mazmunini oshirish yo'nalishi bo'yicha amalga oshirilayotgan edi (7.1-jadval).

Tadqiqotlarning empirik shartlari ("UzKTZhM" AJ)

Komponentlar	TiC, %	Ni, %	W, %	Fe, %	Mo, %
Baza darajasi	45	12	4	4	35
O'zgarish oralig'i	5	2	0,5	0,5	
Yuqori darajasi	50	14	4,5	4,5	27
Quyi darajasi	40	10	3,5	3,5	43

Ma'lumki, bu xususiyatlar, issiqlik qarshilik va issiq qattqlik kabi xususiyatlarga bog'liq, shuningdek issiq shakllantirish paytida va chidamlilikni belgilashda yahshi moslashadi. Shuning uchun, qotishma optimal tarkibini aniqlash baholash mezoni uchun egilishga mustaxkamlik (σ_{ms}) va qattqlik (HRC) qabul qilindi. Tarkibni optimallashtirish eksperimentlarni matematik rejalashtirish usuli yordami bilan amalga oshirildi [23].

Boshlang'ich nuqtasi 45% TiC, 4% Te, 12% Ni, 4% W va qolgani molibden(Mo) bo'lgan qotishmani ishlab chiqarishda ($\sigma_{ms}=900$ MPa, HRC=80)(7.2-jadval) nazorat xarakterli juda maqbul darajasi olindi.

7.2-jadval

Tik yuksalish uslubida yangi pishirilgan qotishma tarkibini optimallashtirishni rejalashtirish

Omillar № t/r	Tajriba soni №	TiC, %	Ni, %	W %	Fe, %	σ_{ms} kgs/mm ²
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y
1	Bi	+5	+2			-
2	Bi.		-	-	-	-
3	IIIar	1	-	-	-	-
4	№ 1	36	12	3,5	3,5	-
5	№ 2	37	12	3,5	3,5	-
6	№ 3	38	12	3,5	3,5	110
7	№ 4	39	12	3,5	3,5	-
8	№ 5	40	12	3,5	3,5	-
9	№ 6	41	12	3,5	3,5	-
10	№ 7	42	12	3,5	3,5	115
11	№ 8	43	12	3,5	3,5	-
12	№ 9	44	12	3,5	3,5	-
13	№ 10	45	12	3,5	3,5	-

14	№ 11	46	12	3,5	3,5	106
15	№ 12	47	12	3,5	3,5	-
16	№ 13	48	12	3,5	3,5	-
17	№ 14	49	12	3,5	3,5	-
18	№ 15	50	12	3,5	3,5	98

Tik yuksalish usuli yordamida [23] tadqiqotlarni yanada rivojlantirish uchun asos sifatida qabul qilingan kukuni tarkibi aniqlanadi egilishga mustaxkamlik ($\sigma_{ms}=1150$ MPa va qattqlik HRC=80) optimallashtirildi.

Optimal kukun tarkibi o'z ichiga tarkibi: 40-45% TIC, 11-12% Ni, 3,5% W, 3,5% Fe va qolgani molibden bo'lgan tarkibni oldi.

Pishirilgan Mo-TiC-Ni-W-Fe tarkibli qotishmadan ishlab chiqarish texnologiyasi. Pishirilgan Mo-TiC-Ni-W-Fe tarkibli qotishmadan ishlab chiqarish texnologiyasida xususiyatlari yuqori darajaga erishishda muhim rol uning pishirish tarkibi va rejimida tayyorlash texnologiyasi o'ynaydi.

Kukun aralashmasi tayyorlash kichik laboratoriya to'p tegirmonda va 20-40 mm diametri BK6 markali sharlar yordamida 1:4, to'p hajmi aralash hajmi nisbatda amalga oshirildi.

Kompozitsiya tuzilishiga kiritilgan komponentlar ikki guruhga bo'linadi: birinchisiga Ni, W va Mo, ikkinchisiga TiC kiritilgan.

Har ikki guruh turli tegirmonlarga yuklangan edi va 10-12 soat davomida etil spirit muhitida dastlabki qorish ishlari olib borildi. Bundan tashqari, tarkibi, birlashtirildi va final qorish 6-8 soat davom etgan.

Keyingi, 8-12 soat davomida 100-120 °C haroratda spirt aralashmasida quritildi. Quritilgan aralashmasi keyin yana 20-30 daqiqa davomida 100-120 °C haroratda duxovkada kauchukning benzindagi 8% li eritmasi plastifikatorda quritishdan o'tdi. Tayyor aralashma 100 kgs / mm² bosim ostida 4626 – jihozida siqiladi.

Siqilgandan keyin buyumlar bug'li tandirda 100-120°C haroratda 18-24 soat davomida quritiladi, keyin 1 soat davomida 1000-1100°C haroratda vodorod muhitda dastlabki pishiruvdan o'tadi. Final aglomeratsiya rejimi

mahsulot maqsadiga qarab tanlanadi. Tadqiqotlarning birinchi bosqichi tugaganidan so'ng birinchi ustuvor vazifalardan biri qotishmaning tarkibini va darajasini, mexanik va texnologik xususiyatlarini baholash edi (7.3-jadval).

7.3-jadval

BK6, Mo-TiC va Mo-TiC-Ni-W- Fe qotishmalaridan tayyorlangan №25 stendi kirish qutisi roligini solishtirish

№ soni p/p	Qotishma	Chiziqli kengaytirish koeffitsienti $\text{grad}^{-1} \text{ } ^\circ$	Zichligi, g / sm^3	Qattiqligi, HRC	Mustaxkamlik, MPa
1	BK6	$5,5 \times 10^{-6}$	14,8-15,0	88-89	1550
2	Mo-TiC	$6,61 \times 10^{-6}$	6,4-6,6	85-86	800
3	Taklif etilgan yangi Mo-TiC-Ni-W-Fe tizimli qotishma	$6,0 \times 10^{-6}$	5,5-6,0	83-84	1150

HOT-2015-7-8 “Ekstremal sharoitda ishlaydigan moliben-titan qotishmasidan tayyorlangan asboblarni ishlab chiqarishga joriy etish” nomli innovatsion loyiha doirasida "UzKTJM" AJ, "O'zmetkombinat" AJ va "Turon Abrasive" MCHJ bilan iqtisodiy bitimlar tuzildi. Ushbu korxonalarda namunalarni sinash ishlari tashkil qilindi.

8. Hulosa

Ekstremal sharoitlarda ishlatiladigan qattiq qotishmali metall kompozitlar va ularni termik ishlash bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida quyidagi natijalar olingan.

Ekstremal sharoitda ishlovchi asboblari uchun metall asosli kompozitlarni ishlab chiqarishning o'ziga xos texnologiyalari taklif qilindi;

Modeli gazga aylanuvchan quymakorlik usulning o'zgachaligi uning afzalliklarini belgilaydi[8, 9]:

Bu usul quymalar aniqligining yuqoriligi, model chiqarish operatsiyasining yo'qligi, yig'ishda o'zak va qolipni siljimasligi mexanik ishlashni kamaytirish imkonini beradi;

Metall asosli kompozitlardan tayyorlangan asboblarni termik ishlashning nazariy asoslari ishlab chiqildi;

Asbobsozlik materiallarini ishlash muddatlarini oshirish yo'llari ishlab chiqildi va ishlab chiqarishga joriy qilindi;

Turli maqsadlarda ishlatiladigan asboblari uchun metall asosli quyma bimetall kompozitlar ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi;

Mazkur kitob mualliflari tomonidan ushbu yo'nalishni rivojlantirish maqsadida quyma bimetall kompozitsiyalardan tayyorlangan asboblarga termik ishlov berish bo'yicha bir nechta termik ishlov rejimlari ishlab chiqildi;

Quyma bimetall kompozitsiyalar ishlash davomida asosiy xavf-bu kompozitsiya tana qismining quyilmaga nisbatan siljishi ekanligi aniqlandi. Shu sababli kompozitsiyalar ishlash muddatlarini baholashda bosh kriteriy qilib birikish mustahkamligi olindi;

Qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlarini olish uchun qurilmaning ish unmdorligini sezilarli oshirish imkonini beruvchi yangi plazmakimyoviy reaktor taklif qilindi;

Yangi plazmakimyoviy reaktorda o'tkazilgan texnologik sinov tahlillaridan kelib chiqib quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

- xomashyoni qayta ishlash miqdori 95% ga ortadi;
- jarayonni boshqarish yaxshilanadi hamda volfram UDK olindi;
- granulometrik tarkibning bir xilligi ortdi;
- tiklash jarayoni ketadigan vaqt qisqardi;

To'liq tiklangan plazma kukuni quyidagi tavsiflarga ega bo'ldi: maxsulot tarkibidagi kislorod miqdori 0,5 % va Fisher bo'yicha volfram donalarining o'lchami 0,07-0,09 mkm ga teng;

Kompozitsiyalarning o'tish qismi birlashmasining mikrostrukturasi МММ-8 metallografik mikroskopi va РЭМ-200 elektron mikroskoplari yordamida o'rganildi. Mikroshliflarni tayyorlash ma'lum bo'lgan uslublar bilan amalga oshirildi;

№25 stendi kirish qutisi roligini molibden kukuni yordamida ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi.

Wolframning ultradispers kukunlardan tayyorlangan asboblarni ishlab chiqarishga joriy qilish natijasida olingan yillik iqtisodiy samara 40,3 mln. so'mni tashkil qildi.

1.Каримов И.А. Демократик ислохатларни янада чуқурлаштириш ва фукаролик жамиятини шакллантириш-мамлакатимз тараккиётининг асосий мезонидир. НМИУ, «Ўзбекистон» 2011

2. Каримов И.А. Наша главная задача – дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа /И.А. Каримов – Т.:Ўзбекистан, 2010. С.58

3. Чекуров В.В. Теоретические и технологические основы формирования структуры и свойств литых биметаллических композитов для инструментов различного целевого назначения. Дис. д-ра техн. наук. – Ташкент, 1991. – 375 с.

4. Затуловский С.С., Кезик В.Я., Иванова Р.К. Литые композиционные материалы. - Киев.: Техника, 1990. - 340 с.

5. Колесов, С.Н.Материаловедение и технология конструкционных материалов:Учеб. для вузов / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. — М.:Высш шк., 2004. — 519 с.

6. Норхуджаев Ф.Р. Турсунов С.Ж., Нурмуродов С.Д. Молибденовый сплав системы Mo-TiC, предназначенный для работы в экспериментальных условиях. «Современные методы термической, химико-термической обработки и поверхностного упрочнения деталей машин и инструментов»: Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции. – Ташкент, 1994. С. 26-27.

7. Нурмуродов С.Д., Норкулов А.А. Теплофизические основы структурообразования в литых биметаллических композитах. Монография. – Ташкент: Фан ва технология, 2010.-160 с.

8.Нурмуродов С. Технология металлов. Учебное пособие. –Ташкент: VNESHINVESTPROM, 2013-188 бет.

9. Патент №IAP 04531. 27.06.2012. Нурмуродов С.Д. и др. Способ термической обработки инструментов из быстрорежущей стали.

10. Патент №IAP 04732. 26.06.2013. Нурмуродов С.Д. и др. Плазмохимический реактор.

11. Патент №IAP 04728. 05.06.2013. Нурмуродов С.Д. и др. Способ изготовления биметаллического режущего и штампового инструмента.

12. Заявка на Патент № IAP 20130555. 30.12.2013 г. С.Д. Нурмуродов и другие. Способ термической обработки литого биметаллического твердосплавного инструмента.

13. Нурмуродов С.Д. Теоретические и технологические аспекты создания конструкционных материалов на основе мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов. Монография. – Ташкент, ТашГТУ, 2012.-136 с.

14.Salokhiddin D. Nurmurodov, Alisher K. Rasulov, Nodir D. Turahadjaev, Kudratkhon G. Bakhadirov. Development of New Structural Materials with Improved Mechanical Properties and High Quality of Structures through New Methods Using New Type of Plasma Chemical Reactor. American Journal of Materials Engineering and Technology Vol. 3, No. 3, 2015, pp 58-62/

15.Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015.-170 с.

16.Расулов А.Х. Технология изготовления твердосплавного инструмента с оптимальным сочетанием прочности и пластичности. ТашГТУ Вестник –ТашГТУ 2015 г Спец. выпуск. С. 127 – 133.

17.Расулов А.Х. Внедрения технологии производства инструментов из сплава системы Mo-TiC-Ni-W-Fe, работающих в экстремальных условиях. ТашГТУ Вестник –ТашГТУ 2015 г №2. С. 160 – 164

18.Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х., Эшматов Х.Н. Технология изготовления твердосплавных изделий с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама. “Композиционные материалы” ГУП “Фан ва тараққиёт”- 2015 г №3. С. 58 – 60.

19. ¹R.H.Saidahmedov prof., ²K.G.Bahadirov senior researcher, ³A.K.Rasulov senior researcher. POWDER METALLURGY AND ITS APPLICATION TO ASYMMETRIC ROLLING MACHINES 2015 йил 19-21 май VIII Респуб. Ярмаркаси тўплами. 160-165 бетлар.

20.Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Ерга ишлов берувчи асбобларнинг ейилган қисимларини яроқлилигини тиклаш технологияси. «Инновация - 2015» 141-142 бетлар.Тошкент.ш.

21.Расулов А.Х., Нурмуродов С.Д. Исследование мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов. //Химия и химическая технология. – Ташкент, 2012. №3, С.55–58.

22.Расулов А.Х. Технология производства ролика вводной каретки клетки.//Материалы научно-практической конференции //Композиционные материалы. – Ташкент, 26-27 сентября 2012 г. С.117-118.

23.Каламазов Р.У. Нанокристаллические структуры и материаловедение. – Ташкент: ТашГТУ, 2004. – 98с.

24.Расулов А.Х. Технологии производства литых биметаллических композиций и увеличение их долговечности путём выбора оптимальных режимов термической обработки. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2014 г, №3, С. 30 – 32 .

25.Расулов А.Х., Нурмуродов С.Д.,Джалалова С.Т. Композиционные материалы. Методическое пособие. ТашГТУ. Ташкент, 2014 г.38с.

26.Расулов А.Х., Нурмуродов С.Д., Баходиров Қ.Ғ. Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси. Дарслик. – Тошкент, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015 й. 243б.

27.Расулов А.Х., Нурмуродов С.Д., Баходиров Қ.Ғ. Конструкцион материаллар технологияси. Дарслик. – Тошкент, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015 й. 270б.

28.Заявка на Патент № IAP 20160056. 24.02.2016 г. Расулов А.Х., Нурмуродов С.Д., Металлокерамический материал.

Ilmiy nashr

Nurmurodov Saloxiddin Do'smurodovich

Rasulov Alisher Hakimovich

Ruziev Ulugbek Nematovich

**EKSTREMAL SHAROITLARDA ISHLATILADIGAN QATTIQ
QOTISHMALI METALL KOMPOZITLAR VA ULARNI TERMİK
ISHLASH**

Muharrir: Grigoryants A. S.

Texnik muharrir: Toshmatov R.K.

Terishga 2016 yil 1 noyabrda berildi. 2016 yil 14 dekabrda bosishga ruxsat etildi. Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. Hajmi 11,125 bosma toboq. 10,35 hisob-nashriyot bosma tobog'i. Ofset qog'oziga offset usulida chop etildi. Adadi 50 nusxa. 2626946-sonli buyurtma.

«O'zbekim Dasturlari» MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Buyuk Ipak Yo'li k., 38-uy.