

Technology of casting of copper alloys

Lecture 11

Liquefaction of copper alloys

Lecturer: Senior teacher Kholmiraev Nozimjon Bakhromjon ugli

11-Ma'ruza

Mavzu: Mis qotishmalarini suyuqlantirish.

Reja:

1. Jarayonning fizik-kimyoviy xarakteristikasi.
2. Tozalash.
3. Mis qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi.

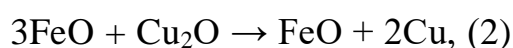
Jarayonning fizik-kimyoviy xarakteristikasi. Misning suyuqlanish temperaturasi 1083°C , jezni 950 dan 1050°C gacha, bronzalarni quyish temperaturasi 1150 dan 1200°C gacha. O'ta qizdirish qotishmalarining gazlar bilan to'yinishiga olib keladi, qotish jarayonida gazlarning jadal ajralib chiqishi quymalarning g'ovakli bo'lishiga olib keladi, ularning zichligi va germetikligini yomonlashtiradi.

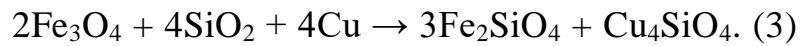
Qotishmalarining gazlar bilan to'yinishi qotishmaning kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'ladi. Metallar uchun eng zararli gazlardan biri vodorod hisoblanadi. U metallga suv bug'lari tarkibida bo'ladigan pech atmosferasidan kiradi. Ba'zi legirlovchi elementlar erigan vodorod miqdorini kamaytiradi, ba'zilari esa ko'paytiradi. Masalan, sof qo'sh qotishma Cu – Al lar gazlarni yutishga kam moyil bo'ladi, lekin u qotishmaga qo'shimcha legirlovchi komponentlar kiritilganda va qotishmada aralashmalar bo'lganda keskin ortadi.

Qotishmalarining komponentlari gaz fazasi bilan reaksiyalar bo'yicha oksidlanadi. Oksidlar shlakka o'tkaziladi. Masalan, qalay oksidi qotishmadan suvsizlantirilgan soda yordamida shlakka o'tkazilib, chiqarib yuboriladi:



Temir qotishmani kuprit bilan oksidlab tozalash yo'li bilan chiqarib tashlanadi:



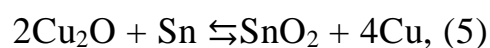


Bronzalarni suyuqlantirishda talab etilgan kimyoviy tarkibni ta'minlash alohida qiyinchilik tug'dirmaydi. Qotishmalarning gazlarga minimal to'yinishini ta'minlash murakkabroq bo'ladi, chunki gazlar suyuqlantirish jarayonida suyuqlanma tomonidan jadal yutiladi va g'ovakliklarning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun suyuqlanmani himoyalovchi qoplam tanlash alohida ahamiyatga ega bo'lib qoladi. Himoya qotishmani oksidlanishdangina saqlaydi, lekin suyuq metallda erigan gazlarni chiqarib yubormaydi.

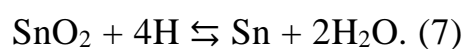
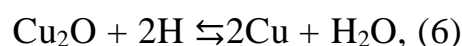
Tozalash. Vodorodni suyuqlanmadan chiqarib yuborishning bir nechta usullari mavjud: vakuumdan foydalanish, metall vannasini kislorod bilan boyitish va suyuqlanmaga degazatsiyalovchi qo'shimchalar kiritish. Vakuumdan foydalaniladigan bo'lsa, qimmatbaho asbob- uskunalar talab etiladi, shuning uchun bu usul cheklangan. Kislorod bilan boyitish qotishma tarkibidagi vodorodni deyarli kamaytiradi, lekin metallning kislorod bilan to'yinishiga olib keladi, bu esa oksidsizlantirish jarayonini o'tkazish zaruriyatini tug'diradi. Suyuqlanmaga havo yoki sof kislorod yuborib va suyuq metallga oksidlovchi fluslar kiritish yordamida oksidlab degazatsiyalash eng yaxshi samara beradi. Bunda bronza suyuqlanmasida quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



qotishmada qalay bo'lganda esa



Cu_2O va SnO_2 vodorod bilan reaksiyaga kirishib suv bug'larini hosil qiladi:



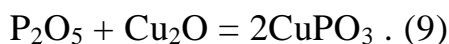
Suyuqlanmadan kislorodni chiqarib yuborish uchun oksidsizlantirishdan foydalaniladi. Fluslar bilan oksidlab tozalash 1180 – 1200°C da amalga oshiriladi.

Bunda oksidlagichlar sarfi metall massasidan 0,5—1,0% ni tashkil qiladi.

Mis qotishmalarini qo'rg'oshin va qalay bilan suyuqlantirishda keng ko'lamda ishlatiladigan oksidsizlagichlar jumlasiga fosfor kiradi. Tarkibida rux, aluminiy, berilliy va kremniy bo'lgan mis qotishmalari berilliy bilan oksidsizlantiriladi, chunki bu elementlarning oksidlari fosfor yordamida qaytarilmaydi. Berilliy metallni to'la oksidsizlantirishga va yuqori darajada zich bo'lgan quymalar olishga imkon beradi. Mis qotishmalarini oksidsizlantirish uchun tarkibida 90 – 93% Cu va 7 – 10% P bo'lgan mis fosfidi ham ishlatiladi:



Oson eriydigan ($t_{er}=563^{\circ}C$) fosfor besh oksidi suyuqlantirilgan metal vannasining yuzasiga ko'tariladi va suyuqlantirilgan metallardan o'tayotganida mis oksidlari bilan reaksiyaga kirishadi:



Hosil bo'ladigan mis metafosfati – suyuq modda, u vanna yuzasiga suzib chiqadi.

Oksidsizlantirgichlar sifatida fosfatdan tashqari Zn, Al, Sn, Mg, Ba, Ce va boshqa elementlar ishlatiladi, lekin ularning hammasi umumiy kamchilikka ega: oksidsizlantirish reaksiyalarining to'la o'tishi uchun bu elementlarni biroz ortiqcha kiritish kerak, bunga esa hamma vaqt ham yo'l qo'yib bo'lavermaydi.

Yetarli darajada to'la oksidsizlantirish oksidsizlantirgich tarkibida mis – bor ligatura ko'rinishidagi bor kiritish hisobiga amalga oshiriladi (2 – 4 % B).

Kiritiladigan oksidsizlantirgichlar miqdori vannaning oksidlanish darajasi bilan aniqlanadi va odatda, qo'yim massasidan 0,1 – 0,3% ni tashkil qiladi. Oksidsizlantirgichlar vanna ichiga qalpoq yoki kajoburlar bilan himoya flusi qatlami ostiga kiritiladi.

Sirt oksidsizlagichlari sifatida magniy boridi, kalsiy karbidi va bor shlakidan foydalaniladi. Eng samaralisi – bor kislotasi yoki bura hamda 95:5 nisbatda olingan magniy kukunidan iborat bor shlakidir. Aralashma 1000 – 1100°C da suyultiriladi, izlojnitsealarga quyiladi, so'ngra esa maydalanib, kukunsimon ko'rinishda qotishma

massasidan 1 – 1,5% miqdorda unga kiritiladi. Qotishma yaxshilab aralashtiriladi.

Tozalashdan oldin suyuqlanma 1200 – 1250°C gacha qizdiriladi, shlak olinadi, metall yuziga maydalangan flyus kukuni sepiladi va 10 – 15 min davomida obdan aralashtiriladi, shundan keyin suyuqlanma 10 – 15 min davomida tindiriladi, shlakdan tozalanadi va quyish uchun tansportirovka qilinadi.

Fluslar bilan mis qotishmasiga ishlov berishdan qalayli va alyuminiyli bronzalardan zararli aralashmalarni, chunonchi, aluminiy hamda kremniyni chiqarib yuborish uchun foydalaniladi. Bu maqsadlar uchun, masalan, tarkibida 33% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 33% Cu_2O va 34% SiO_2 bo'lgan flus ishlatiladi.

Qalayli bronzalarning kompleks oksidsizlantirgichlari sifatida litiy va bor aralashmasidan foydalaniladi. Ularning oksidlari oson eriydigan shlak hosil qiladi. Litiy bilan bor aralashmasining kiritilishi modifikatsiya qilishni ham ta'minlaydi.

Mis qotishmalari azot, xlor, geliy va argon bilan degazatsiya qilinadi. Mis va uning qotishmalarini gaz berib tozalashda vodorod atomlari gaz pufakchasining ichiga diffuziyalanadi. Qotishmaning temperaturasi ortgan sayin degazatsiyalanish jarayoni jadallashadi. Degazatsiyani 1270 – 1370°C larda o'tkazish tavsiya etiladi. Mis qotishmalari aluminiy qotishmalari kabi geksaxloreten bilan ham degazatsiya qilinadi. U degazatsiyalash qobiliyatiga ko'ra inert va neytral gazlardan qolishmaydi. Qotishmaning xlor bilan tozalanishi uning aktivligi hisobiga sodir bo'ladi. Metallda erigan gazlar bilan reaksiyaga kirishadigan xlor keyinchalik metalldan chiqarib yuboriladigan xloridlar hosil qiladi. Inert gazlar bilan tozalash suyuqlanmaning temperaturasi 1150 – 1200°C bo'lganda 5 – 10 minut davomida amalga oshiriladi. 1t suyuqlanmaga 20 – 30 kPa da 0,25 – 0,5 m³ gaz sarflanadi. Qotishma tozalangandan keyin gaz pufakchalarini yo'qotish uchun u 10 – 15 min saqlab turiladi va quyish uchun transportirovka qilinadi.

Tozalash uchun qotishmalarni, masalan, aluminiyli bronzalarni filtrlash usuli ham qo'llaniladi. Shu maqsadda donador keramik filtrlardan (masalan, CaF_2 singdirilgan magnezitdan), metall to'rlardan (masalan, molibdendan) ham foydalaniladi. Suyuqlanmaga kompleks ravishda ham ishlov berish mumkin. 1250°C da 10 min davomida 0,6 – 1,3 kPa siyraklanish ostida filtrlash vodorod miqdorini 80% ga,

kislorod miqdorini 40 – 50% ga kamaytirishga imkon beradi. Biroq, tarkibida qo'rg'oshin va rux bo'lgan qotishmalar uchun vakuumlash yaramaydi, chunki bu – elementlarning qotishmadan jadal chiqib ketishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun vakuumlash mis qotishmalari uchun cheklangan holda foydalaniladi.

Mis qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi. Bronza, odatda, mustaqil yoyli elektr yoy pechlarida yoki alanga pechlarida jezlar esa tigelli induksion pechlarda hamda kanalli pechlarda suyuqlantiriladi. Shixta sifatida birlamchi materiallar, qaytarilgan metall, temir- tersak va quyma otishmalar (jezlar va bronzalar) ishlatiladi. Qotishmani kimyoviy tarkibi bo'yicha me'yoriga yetkazish uchun birlamchi sof metallar yoki ligaturalardan foydalaniladi (1 – jadval).

Mis qotishmalarini suyuqlantirishda qoplama materiallar sifatida pistako'mir va qoplama fluslardan foydalaniladi (2 – jadval).

1 – jadval

Mis qotishmalarini suyuqlantirishda foydalaniladigan ligaturalar tarkibi

№	Ligatura	Massa ulushi, %	Suyuqlanish temperaturasi, °C
1.	Mis – marganesli	73 Cu, 27 Mn	860
2.	Mis – berill Lyli	85-95 Cu, 5-15 Be	900
3.	Mis – kremniyli	84 Cu, 16 Si	800
4.	Mis – qalayli	50 Cu, 50 Ni	780
5.	Mis – nikelli	67-85 Cu, 15-33 Ni	1050 – 1080
6.	Aluminiy – mis – nikelli	50 Al, 40 Cu, 10 Ni	670

Ligaturalarni istalgan pechda tayyorlash mumkin, lekin induksion pechlardan foydalanish ma'qulroq bo'ladi, chunki ularda suyuqlanmaning aralashishi ta'minlanadi va qimmatbaho rangli metallar juda kam yo'qotiladi. Mis-aluminiyli ligaturalarni tayyorlash texnologiyasini ko'rib chiqamiz. Pechga aluminiyning hisob miqdoridan taxminan 2/3 qismi yuklanadi, u suyuqlantiriladi va 800 – 1000°C temperaturagacha o'ta qizdiriladi, shundan keyin 150 – 200°C gacha qizdirilgan mis porsiya- porsiyalab yuklanadi. Qotishma yaxshilab aralashtiriladi va barcha mis suyuqlangandan keyin aluminiyning qolgan qismi kiritiladi, qaytadan aralashtiriladi

va 720 – 750°C gacha tutib turiladi, so'ngra suvsizlantirilgan xlorli rux yoki xlorli marganes bilan tozalanadi. 670 – 700°C temperaturada tayyorlangan ligatura 150 – 200 °C gacha qizdirilgan cho'yan izlojnitsaga quyiladi.

2 – jadval

Mis qotishmalari uchun qoplama va tozalovchi fluslar (massasidan % hisobida)

Tarkibi	Vazifasi
41-47 SiO ₂ ; 25-32 MnO ₂ ; 10-15 Na ₂ O; 11-14 Al ₂ O ₃ 50 SiO ₂ ; 30 Na ₃ B ₄ O ₇ ; 20 C ₄ O	Shamot futerovkali pechlarda jezli bronzalar uchun qoplama -//- Magnezit futerovkali pechlar uchun
10-30 SiO ₂ ; 90-70 Na ₃ B ₄ O ₇ 7 Na ₃ B ₄ O ₇ ; 60 Na ₂ CO ₃ ; 33 CaF ₂	shuning o'zi Qalayli bronzalar uchun tozalovchi
50 Na ₂ CO ₃ ; 50 — shisha siniqlari	Aluminiyli bronzalar uchun qoplama
30 SiO ₂ ; 30 Na ₂ CO ₃ ; 40 CaF ₂	Kremniyli va oddiy jezlar uchun qoplama
50 Na ₂ CO ₃ ; 50 CaF ₂	-//-
50 CaF ₂ ; 50 MgF ₂	Bronza va jezlar uchun qoplama- tozalovchi
20 CaF ₂ ; 60 NaF; 20 Na ₃ AlF ₆	Aluminiyli bronzalar uchun tozalovchi
6 Na ₃ B ₄ O ₇ ; 70 Na ₂ CO ₃ ; 12 Na ₃ AlF ₆ ; 12 K ₂ CO ₃	-//-

Jezlar yoy va vakuum pechlardan boshqa pechlarning barcha tiplarida suyuqlantiriladi (bu ikkita pechda rux ko'p kuyadi). Tayyor qilingan shixta tozalangan va qizdirilgan pechga yuklanadi. Agar suyuqlantirish shixtaning irlamchi komponentlaridan amalga oshirilsa, u holda avval quritilgan flus (masalan, metall massasidan 0,25% miqdorda bura) va sof mis yuklanadi. Mis suyuqlangandan keyin u 1130 – 1150°C gacha o'ta qizdiriladi va quyimdan 0,3 – 0,4% hisobida fosforli mis bilan oksidsizlantiriladi. Qotishma obdan aralashtiriladi va shlak ostiga hisob

bo'yicha oldindan 200 – 250°C gacha qizdirilgan mis—kremniy ligaturasi (15 – 20% Si) kiritiladi. Ligatura bo'laklarining shlaklanishiga yo'l qo'yilmaydi. Ligatura to'la suyuqlangandan so'ng qizdirilgan rux, so'ngra qo'rg'oshin kiritiladi va suyuqlanmani grafit qorg'ich bilan aralashtira borib, uning temperaturasi 1050 – 1100 °C gacha yetkaziladi. So'ngra namuna olinadi. Qotishmaning tayyor bo'lganligi quyilgan namunalarning singan joyi bo'yicha baholanadi. Mayda donador siniq va namuna sirtida likvatsion do'ngliklarning yo'qligi qotishma yuqori darajada sifatli ekanligidan darak beradi, bu esa qoliplarga quyishga kirishish mumkinligini ko'rsatadi. Qotishmaning gazlar bilan yuqori darajada to'yinganligi payqalsa, u degazatsiya qilinadi, buning uchun azot kiritib yoki o'ta qizdirib tozalash usuli qohlaniadi.

ИЖТ – 2,5 markali pechda ЖС 59 – 1Ж jez quyidagi tarzda suyuqlantiriladi. Pechda oldin suyuqlantirib olingan qotishmadan 30% (botqoq) qoldiriladi. Iflosliklar, namlik, moy va boshqa chet qo'shilmalardan yaxshilab tozalangan shixta materiallari (50% quyma ko'rinishidagi jez va 50% qaytarilgan qotishma) ehtiyotlik bilan pechga yuklanadi. Bunda, birinchi navbatda, ishlab chiqarish chiqindilari (litniklar va quyma braklari), so'ngra quyma ko'rinishidagi jez yuklanadi. Shixta cho'g'latilgan pistako'mir qatlami bilan qoplanadi. Yuklangan shixta suyuqlantiriladi, metallning temperaturasi 960 – 980°C gacha yetkaziladi, hlakdan tozalanadi va ekspress- analiz qilish uchun namuna olinadi. Zarur bo'lganda rux bilan shixtovka qilinadi. Tayyor bo'lgan qotishma 700 – 800°C gacha qizdirilgan kovshga quyiladi va qoliplarga quyish uchun transportirovka qilinadi.

Qo'sh jez, masalan, Ж68 ni suyuqlantirish uncha qiyinchilik tug'dirmaydi. Qizdirilgan pechga mis yuklanadi, u suyuqlantiriladi, shundan keyin tarkibida rux bo'lgan chiqindilar va ikkilamchi jez kiritiladi. Qotishmaning temperaturasi 1000 – 1050°C gacha yetkaziladi, ruxning yetishmagan miqdori kiritiladi va qoliplarga quyish boshlanadi. Rux a'lo darajadagi oksidsizlantirgich bo'lgani uchun suyuqlantirib olingandan keyin mis oksidsizlantirilmaydi. Rux kuyindisini kamaytirish uchun suyuqlantirish operatsiyasi qoplama flus qatlami ostida bajariladi.

Ko'p komponentli murakkab jezlarni suyuqlantirish shu bilan farqlanadiki, bunda legirlovchi komponentlar, masalan, aluminiyni kiritishdan oldin jez fosforli

mis bilan oksidsizlantiriladi. Metallmas qo'shilmalarni chiqarib tashlash uchun otishmalar xlorli marganes bilan tozalanadi yoki donador filtrlar orqali filtrlanadi.

Qalayli bronza birlamchi materiallar, ishlab chiqarishdan qaytgan materiallar va quyma ko'rinishidagi bronza asosida suyuqlantiriladi. Qizdirib tayyor qilingan pechga shixtaning katta qismi yuklanadi va uning ustiga quritilgan pistako'mir to'kiladi. Suyuqlantirilgan mis massadan 0,2% miqdorda fosforli mis bilan (9 – 10% P) oksidsizlantiriladi, suyuqlanmaning temperaturasi 1100 – 1150°C gacha yetkaziladi, so'ngra shixtaning qolgan tashkil etuvchilari navbatma – navbat (rux, qalay va qo'rg'oshin) kiritiladi, qotishmaning temperaturasi 1100 – 1200°C gacha yetkaziladi, xlorli marganes yoki azot bilan tozalanadi, modifikatsiyalanadi (masalan, tarkibida 0,05% Zn, 0,06% B va 0,2% Ti bo'lgan kompleks modifikator bilan), texnologik namuna olinadi va quyish uchun transportirovka qilinadi.

Qalayli bronzalarni suyuqlantirib olishda fosforli mis yordamida oksidsizlantirish bilan bir qatorda, 100 kg qotishmaga 500 g fosforli mis va 500 g rux hisobidan rux bilan oksidsizlantirish qo'llaniladi. Fosforli mis bilan oksidsizlantirish ikki bosqichda bajariladi: dastlab 250 g fosforli mis kiritiladi va qotishma aralashtiriladi (agar birlamchi materiallar asosida suyuqlantirilsa, unda qalay qo'shishdan oldin), so'ngra 500 g rux qo'shiladi va qotishmani chiqarishdan oldin qolgan 250 g fosforli mis kiritiladi. Tarkibida qalay bo'lmagan, masalan, aluminiyli bronzalar, odatda, elektr yoy pechlarida yoki induksion pechlarda jadallashtirilgan rejimda suyuqlantiriladi. Yoqilg'i pechlaridan kamroq foydalaniladi.

Aluminiyli bronzalar o'ta qizdirishga nihoyatda sezgir bo'ladi va gazlar yutishda yuqori aktivlikka ega, shuning uchun ular qotishmaning temperaturasi ko'pi bilan 1200°C bo'lganda flus qatlami ostida (2 – jadvalga q.) oksidlovchi atmosferada suyuqlantiriladi.

Nikel, marganes yoki temir bilan legirlangan aluminiyli bronzani suyuqlantirishda dastlab mis suyuqlantiriladi va u fosforli mis (0,05 – 0,1%) bilan oksidsizlantiriladi, shundan keyin aluminiy yoki Al – Cu ligatura kiritiladi. Aluminiyni marganes va temirdan oldin kiritish lozim, chunki aks holda, qotishmani quyish uchun yaroqsiz holga keltiruvchi plenlar hosil bo'ladi.

Qotishma 1150 – 1200°C temperaturagacha yetkaziladi va xlorli marganes yoki uyuqlanma massasidan 0,1 – 0,3% hisobida kriolit bilan tozalanadi. Plenlarni chiqarib tashlash uchun qotishma donador filtrlar orqali filtrlanadi.

Mayda donador struktura olish uchun metall vannadiy, bor, volfram, sirkoniy yoki titan bilan suyuqlanma massasidan 0,05 – 0,015% miqdorda modifikatsiyalanadi, so'ngra Cu – Ni, Cu – Mn, Cu – Fe ligaturalar kiritiladi, qotishma qaytadan fosforli mis bilan oksidsizlantiriladi.

Mis va aluminiyning kiritiladigan komponentlarining zichligi bir- biridan ancha farq qiladi. Bu farqning zonal likvatsiyaga yordam berishini hisobga olib, suyuqlanma yaxshi aralashtiriladi. Suyuqlantirish operatsiyasi flus ostida bajariladi (2 – jadval). Aluminiyli bronzalar tolali metallmas aralashmalar pardasini hosil qilishga moyil bo'ladi. Ulardan ozod etish uchun suyuqlanma filtrlansa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

Qo'rg'oshinli bronzalarni (БpC30) suyuqlantirish ma'lum qiyin – chiliklar tug'diradi. Ularning tarkibiga kiradigan komponentlar zichligining bir- biridan ancha farqlanishi bu qotishmalarning likvatsiyaga moyilligini oshiradi. Likvatsiyani pasaytirish uchun qotishmani induksion pechlarda suyuqlantirish tavsiya qilinadi, chunki bu pechda suyuqlanma yaxshi aralashadi, shuningdek, bronzani nikel bilan (massasidan 2 – 2,5%) legirlash va qotishmani metall qoliplarga quyish mumkin bo'ladi. Qoliplarda quymalarning tez kristallanishi uchun sharoitlar yaratiladi.

Berilliyli bronzalarni suyuqlantirish jarayoni qalayli bronzalarni suyuqlantirish jarayoni kabi bo'ladi. Lekin shuni nazarda tutish kerakki, berilliy zaharli va maxsus ehtiyot choralarini ko'rishni talab qiladi. Shuning uchun qotishma izolatsiya qilingan, havo berib so'radigan mashinalar bilan yaxshi jihozlangan xonalarda suyuqlantirilishi kerak.

Kremniyli bronzalarni suyuqlantirish ham qalayli bronzalarni suyuqlantirishga o'xshash bo'ladi. Qotishmalarni vodorod bilan to'yinishini oldini olish uchun suyuqlanmani 1250 – 1300°C dan yuqori temperaturagacha qizdirishga yo'l qo'yilmaydi. Mis qotishmalari olishning so'nggi bosqichlarida modifikatsiyalash qo'llanilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi [1 – 5].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirboboyev V.A. Konstruksiya materiallar texnologiyasi. Toshkent.: “O’zbekiston” 2004.
2. Rasulov S.A, Turaxodjayev N.D. Metallurgiyada quyish texnologiyasi. Darslik. Toshkent. 2006.
3. Rasulov S.A. Quyma mahsulotlarni loyihalash va ishlab chiqarish. O’quv qo’llanma. T.: «Fan va texnologiya», 2019.
4. Rasulov S.A., Grachev V.A. Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish. Darslik. – Toshkent – 2020. –313 b
5. Internet manba’lari