

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK - QURILISH INSTITUTI

**“QUYMAKORLIK QOTISHMALARINI SUYUQLANTIRISH VA
PECHDAN TASHQARI ISHLOV BERISH” fanidan**

O‘QUV – USLUBIY MAJMUASI

Bilim sohasi:	300000	-	Ishlab chiqarish texnik soha.
Ta’lim sohasi:	320000	-	Ishlab chiqarish texnologiyasi
Ta’lim yo‘nalishi:	5312800	-	Quymakorlik texnologiyalari

Namangan – 2022

Mashinasozlik texnologiyasi mutaxassisliklar bo'yicha kadrlar tayyorlash yo'nalishi bakalavrlari uchun "Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish" fanining ish dasturi. "Keng profilli dastur" profili O'zbekiston Respublikasi Fan va oliy ta'lim vazirligining 2022-yil 17-avgustdagi 1044-son buyrug'i bilan tasdiqlangan asosida tuzilgan.

Ish dasturini tuzuvchilar:

Ortiqov Nozimjon Boqijon o'g'li,
texnika fanlari nomzodi, PhD.

Ish dasturi "Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrasining 2022-yildan boshlab 1-sonli bayonnomasi yig'ilishida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi.

Kafedra mudiri

SH.Kenjoboyev

Ish dasturi 2022-yildan boshlab Mashinasozlik fakulteti MDH yig'ilishida 1-sonli bayonnoma bilan ko'rib chiqildi va tasdiqlandi.

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashining 2022-yil _____ yilgi yig'ilishida ko'rib chiqildi va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etildi.

Kengash raisi

I.Sayfullaev

MUNDARIJA

№	Nomi	Beti
1	Ma'ruzalar mavzulari (fan dasturiga muvofiq modullar tarkibida berilishi mumkin).....	
	Mavzu bo'yicha reja, tayanch so'z va iboralar, asosiy matn, illyustrativ materiallar, xorijiy adabiyotlarga xavolalar.....	
	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari, asosiy matn, topshiriqlar. variantlari, masala va misollar, ko'rsatmalar.....	
	Laboratoriya ishlarini mavzulari, asosiy matn, zarur asbob-uskunalar, xorijiy adabiyotlarga xavolalar.....	
	Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari, mavzulari, shakli, ko'rsatmalar, variantlar, tushuntirishlar, boshqa ma'lumotlar.....	
2	Glossariy	
3	Ilovalar:	
	- fan dasturi	
	- ishchi fan dasturi.....	
	- tarqatma materiallar,.....	
	- testlar	
	- baholash mezonlari.....	
	- qo'shimcha materiallar.....	
	- O'UM elektron varianti.....	
4	Foydalanilgan adabiyotlar.....	

1-modul. “Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fanining mazmuni va me’oriy hujjatlari.

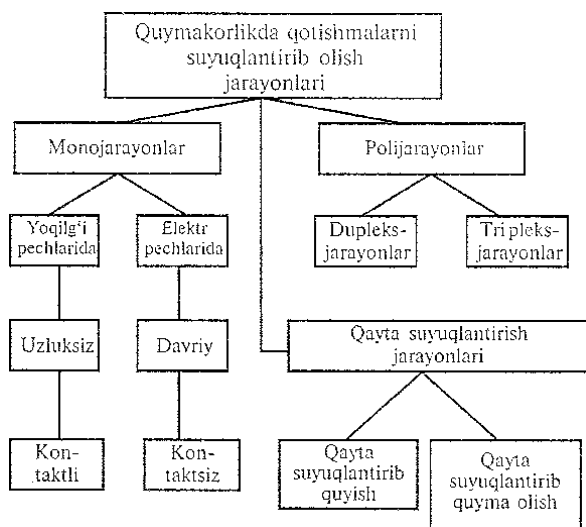
1-Ma’ruza

Mavzu. Kirish. Fan rivojining tarixi. Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish jarayonini ilmiy asoslari.

O’quv modul birliklari:

1. **Suyuqlantirishning asosiy prinsiplari va usullari**
2. **Suyuqlantirish jarayonlarining klassifikatsiyasi va ularni amalga oshirish usullari**
3. **Dupleks-jarayonlarga va tripleks-jarayonlar**
4. **Suyuqlantirish jarayonining parametrlari**

Suyuqlantirish jarayonlarining klassifikatsiyasi va ularni amalga oshirish usullari. Barcha mavjud jarayonlar bosqichlari soniga ko’ra *monojarayonlar* va *polijarayonlarga* bo’linadi (1-rasm). Quymakorlikda monojarayonlar eng keng tarqalgan. Monojarayonda hamma operatsiyalar bitta suyuqlantirish agregatida, polijarayonda esa suyuqlantirish ketma-ket ikkita yoki bir nechta suyuqlantirish agregatida bajariladi. Qayta suyuqlantirish jarayonlari alohida guruhni tashkil etadi, bularda dastlabki quyma (odatdagidek shixta emas) qayta suyuqlantirishdagi ma’lum sharoitlar tufayli ancha yuqori sifatli quymaga aylanadi. Bunda quyma yo bevosita suyuqlantirish jarayonida shakllanadi (uzluksiz jarayon), yo maxsus sharoitlarda, masalan, vakuumda qoliplarga quyish natijasida shakllanadi.



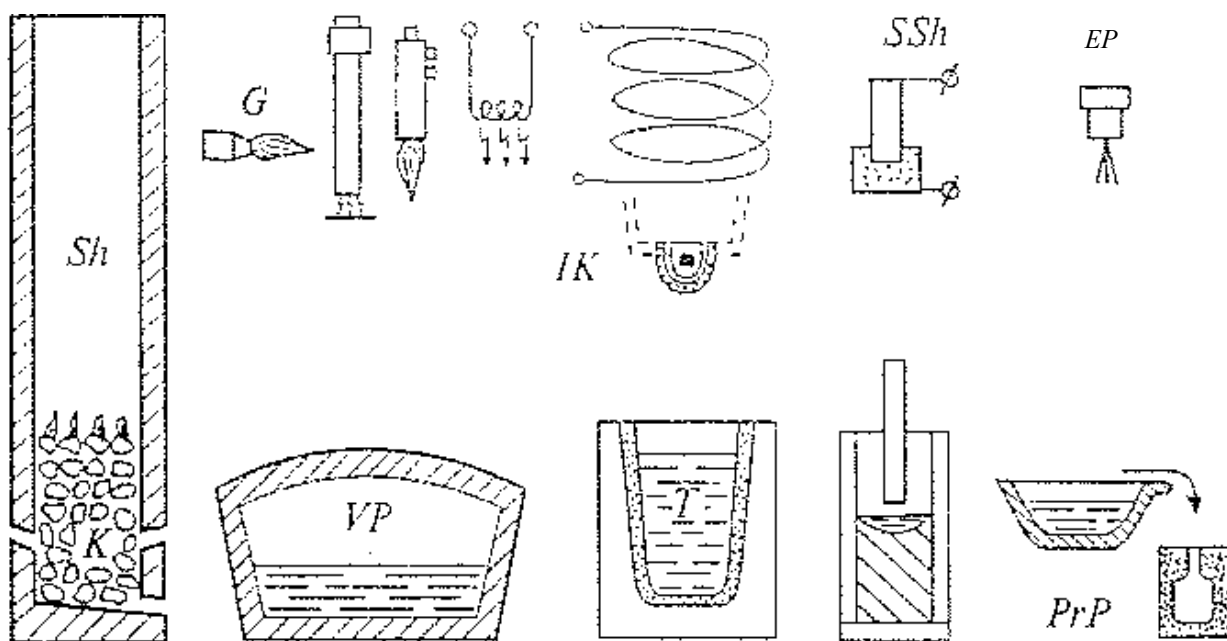
1- rasm. Quymakorlikda qotishmalarni suyuqlantirib olish jarayonlarining klassifikatsiyasi.

Polijarayonlar *dupleks-jarayonlarga* va *tripleks-jarayonlarga* bo‘linadi. Dupleks-jarayonda ikki pechdan foydalaniladi: bittasi suyuqlantirish va qisman qizdirish uchun, ikkinchisi uzil-kesil yetiltirish va quyishga uzatish uchun ishlatiladi. Tripleks-jarayonda aytib o‘tilgan ikki pechdan tashqari, maxsus quyish qurilmasidan iborat bodgan uchinchi pechdan ham foydalaniladi.

Quymakorlikda qotishmalarni suyuqlantirib olish usulining fizik mohiyati dastlabki kristall materiallarni suyuq holatga o‘tkazishdan iboratdir. Bu o‘tkazish issiqlik yutilishi bilan kechadi.

Yoqilg‘i bilan ishlaydigan va elektr pechlarda suyuqlantirib olish jarayonlari ushbu jarayonning o‘tishi uchun zarur bodgan issiqlikni hosil qilish prinsipi bo‘yicha bir-biridan farq qilinadi.

Suyuqlantirish jarayoni uzluksiz va davriy bo‘lishi mumkin. Uzluksiz jarayonda yuklash va chiqarish operatsiyalari ayni bir vaqtda o‘tadi, davriy jarayonda esa bu ikki operatsiyani ayni bir vaqtda olib borib bo‘lmaydi. Issiqlik hosil qilish manbayi suyuqlantirishda reaksiyaga kirishuvchi fazalar bilan kontaktda bo‘lishi yoki ulardan ajratib qo‘yilgan bo‘lishi mumkin, shu boisdan suyuq lantirishning kontakli va kontaktsiz jarayonlari bir-biridan farq qiladi (2-rasmga q.). Bitta suyuqlantirish agregatida ikkita issiqlik hosil qilish manbayidan foydalanish mumkin. Bu holda suyuqlantirish jarayonlari kombinatsiyalashgan (aralash) bo‘ladi.



2 - rasm. Quymakorlik pechlarining ishchi jarayoni asosiy turlarining texnologik sxemalari.

Suyuqlantirish jarayonini amalga oshirish uchun ikkita asosiy element zarur: ishchi bo‘shliq va issiqlik energiyasi hosil qiluvchi manba. Uzluksiz jarayonlarda shaxta shaklidagi ishchi bo‘shliqdan (2 - a rasm), davriy kontakli usullarda vanna

tarzidagi (2 - b rasm), kontaktsiz usullarda tigel tarzidagi (2 - d rasm) ishchi bo'shliqlardan foydalaniladi.

Issqlik energiyasi hosil qilish manbalariga quyidagilar kiradi (2 - rasmga q.): K — qattiq yoqilg'i (odatda, koks) va G — gaz yoki suyuq yonilg'i, D — elektr yoy razryadi, P — plazma-yoy razryadi, S — spiralning (nixrom sim va boshqalarning) qarshiligi, I — tigel atrofidagi induktor, IK — kanal tipidagi induktor, SSh — shlak qatlamining qarshiligi, EP — elektron pushka.

Ishchi bo'shliqlarni va issqlik hosil qilish qurilmalarini birlashtirish (U)¹ variantlari quyidagi asosiy suyuqlantirish agregatlarini hosil qilishga imkon beradi.

1. *Yoqilg'idan foydalaniladigan:* $Sh \cup K = V$ — vagranka, $Sh \cup G = GV$ — gazda ishlaydigan vagranka, $VP \cup G = PI$ — alangali pechlar, bular quyidagilarga o'linadi: statsionar PIS, burilma PIP va aylanma PIV hamda $T \cup G = TP$ — tigelli suyuqlantirish pechlari.

2. *Elektrda ishlaydigan:* $VP \cup D = DP$ — yoy pechlari, bular quyidagilarga bo'linadi: nomustaqil yoyli pechlar DZ (bunda yoy elektrod bilan metall orasida yonadi); mustaqil yoyli pechlar DN (bunda yoy ikkita elektrod orasida yonadi); $VP \cup P = PP$ — plazma pechlari; $VP \cup S = PSV$ — vannali qarshilik pechlari; $T \cup I = ITP$ — tigelli induksion pechlar; $T \cup IK = IKP$ — kanalli induksion pechlar; $T \cup S = PST$ — tigelli qarshilik elektr pechlari.

Issqlik hosil qiluvchi ikkita manbani bitta shakldagi ishchi bo'shliq yoki ikki shakldagi ishchi bo'shliq bilan birlashtirilganda kombinatsiyalashgan suyuqlantirish pechlari hosil bo'ladi. Masalan, $T \cup I \cup P = IPP$ — induksion-plazmali pech; $Sh \cup V \cup G = ShP$ - shaxta-alangali pech va h.k.

Metallni ikkita suyuqlantirish agregatidan foydalanib suyuqlantirish *dupleks-jarayon* deb ataladi (2- rasm). Dupleks-jarayonning turlaridan biri vagrankadan konvertorga cho'yan quyib (2-rasmdagi K), undan po'lat olishdir. Konvertorga quyilgan cho'yan orqali havo yoki kislorod haydaladi, natijada po'lat olinadi. Konvertor — yoqilg'i foydalanilmaydigan yagona agregatdir.

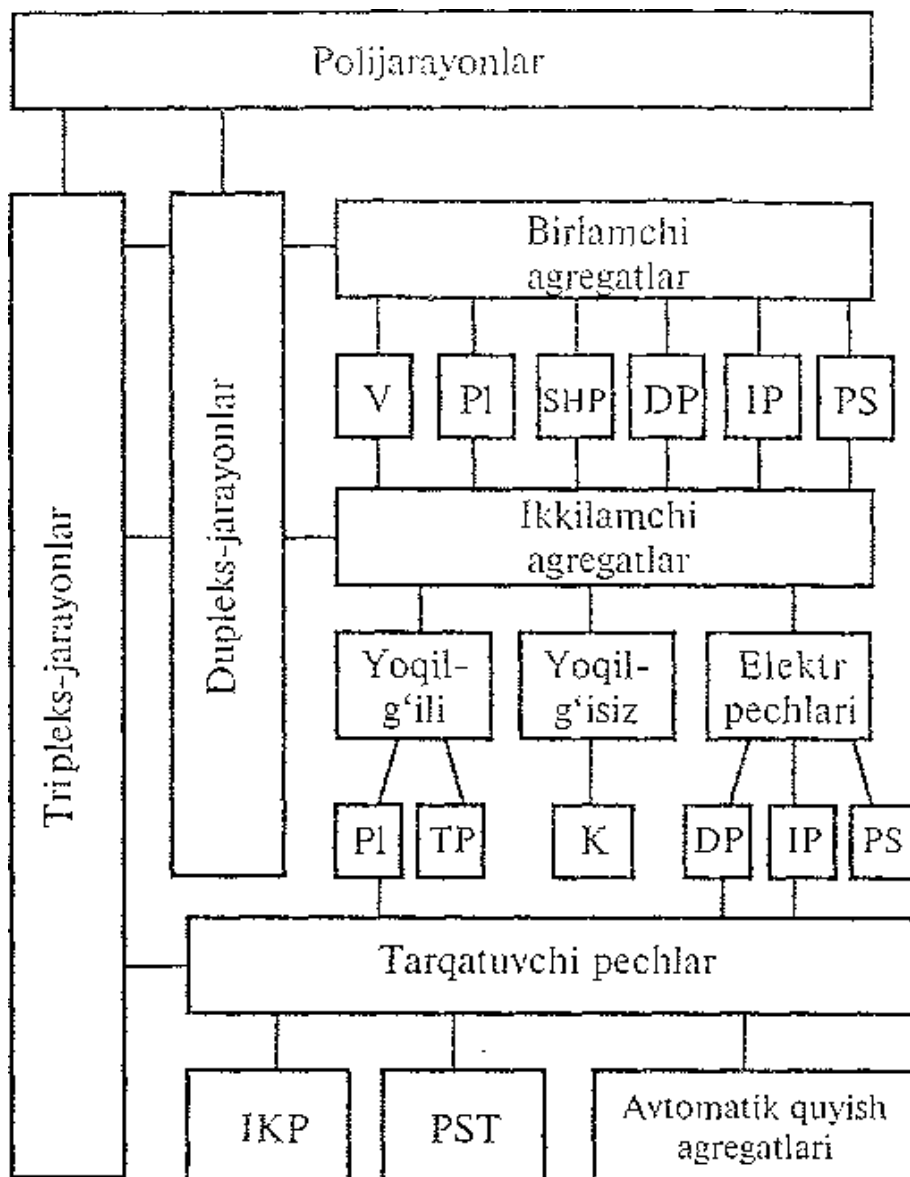
Issqlik hosil qilish manbalari ishchi bo'shliqning qayta suyuqlantirish qoliplari bilan birlashtirilganda (PrP, 2- e, f rasm) qayta suyuqlantirish jarayonlari sodir bo'ladi, masalan, $PrP \cup SSh = EShP$ — elektr-shlak vositasida qayta suyuqlantirish va h.k. Quymakorlikda EShP pechi yordamida tayyor quyma olish mumkin (suv bilan sovutiladigan kristallizator). Qayta suyuqlantirishning boshqa turlari vakuum (V) bo'lishini taqozo etadi: $PrP \cup D \cup V = VDP$ — vakuum- yoy yordamida qayta suyuqlantirish; $PrP \cup EP \cup V = ELP$ — elektr- nur yordamida

qayta suyuqlantirish. Qayta suyuqlantirish jarayonlariga, shuningdek, vakuumda induksion suyuqlantirishni ham kiritish mumkin ($IP \cup V = IVP$).

Jarayonlarning keltirib o'tilgan klassifikatsiyasiga muvofiq, qotishmalarning har qaysi guruhi uchun suyuqlantirishning turli usullari mavjud. Masalan, cho'yanni suyuqlantirib olish uchun vagrankada suyuqlantirish, induksion va yoy yordamida elektr suyuqlantirish, dupleks-jarayonlarda suyuqlantirish, issiqlik hosil qilishning kombinatsiyalashgan manbalaridan foydalanib (masalan, induksion-plazma yordamida) suyuqlantirish qo'llaniladi.

Suyuqlantirish jarayonining parametrlari. Suyuqlantirish jarayonining intensiv parametrlariga temperatura va bosim kiradi. Ular qotishma turiga va suyuqlantirish agregatining xiliga bog'liq bo'ladi. Aynan bir xil qotishma suyuqlantirib olish uchun parametrlari turlicha bo'lgan turli suyuqlantirish agregatlaridan foydalanish mumkin. Ko'pgina hollarda suyuqlantirishdagi gaz fazasining bosimi atmosfera bosimiga teng yoki undan ortiq bo'ladi. Gaz fazasi, suyuq qotishma va shlakning temperaturasi suyuqlantirish jarayonida katta rol o'ynaydi va u suyuq qotishmaning talab etilgan temperaturasiga ko'ra belgilanadi, chunonchi u cho'yan uchun 1400—1450 °C ga, po'lat uchun 1500—1650 °C ga, mis qotishmalari uchun 1000—1250 °C ga, aluminiy qotishmalari uchun 700—750°C ga, magniy qotishmalari uchun 650—700 °C ga, rux qotishmalari uchun 420—480 °C ga, nikel qotishmalari uchun 1400—1650 °C ga va titan qotishmalari uchun 1650—1800 °C ga teng. Gaz fazasi va shlakning temperaturasi pech tipiga bog'liq. Yoqilg'idan foydalaniladigan pechlarda u qotishmaning temperaturasidan yuqoriroq, elektr pechlarida yuqori ham, past ham bo'lishi mumkin, xususan, yoy pechlarida shlakning temperaturasi induksion pechlardagi shlakning temperaturasidan ancha yuqori bo'ladi.

Suyuqlantirish jarayonlarining texnologik parametrlariga *solishtirma joriy quvvat* va *solishtirma ish unumdorligi* kiradi.



3- rasm. Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish polijarayonlarining klassifikatsiyasi.

2-Ma'ruza

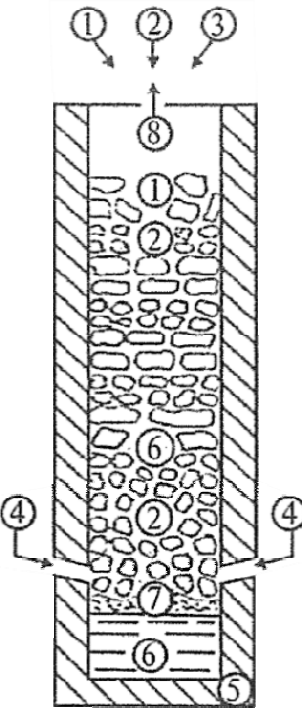
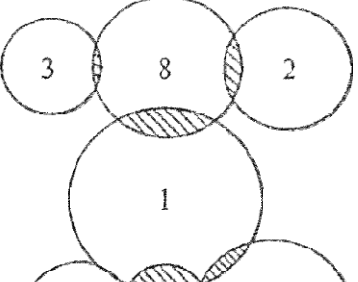
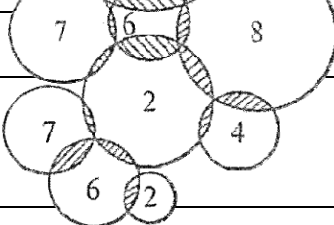
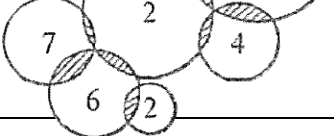
Mavzu: Cho'yan suyuqlantirishning umumiy xarakteristikasi

O'quv modul birliklari:

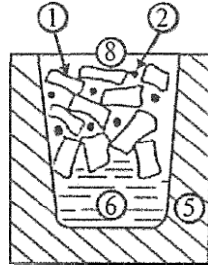
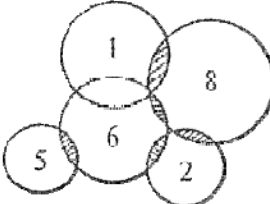
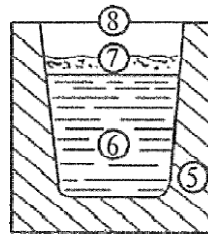
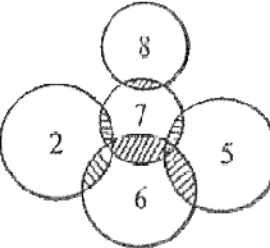
- 1. Vagranka pechida cho'yanni suyuqlantirish**
- 2. Ikkilamchi metallarni suyuqlantirishda ohaktoshni o'rni**

Vagrankalarda istalgan suyuqlantirish jarayoniga xos bo'lgan operatsiya tegishli zonalarida amalga oshiriladi (- rasm). Qizdirish zonasida qizigan gazlar metallni qizdiradi. Bunda metall gaz fazasi bilan o'zaro ta'sirlashadi, buning natijasida metall oksidlanadi; koks qizib uchuvchan moddalarini yo'qotadi va h.k. Suyuqlantirish operatsiyasi metallni qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi va bu zonada murakkab o'zaro ta'sir ko'rsatishi bilan xarakterlanadi. O'ta qizish

zonasida suyuq metall va hosil bo'ladigan suyuq shlak bir-biri bilan, shuningdek, gaz fazasi koks hamda pech futerovkasi bilan reaksiyaga kirishadi. Va nihoyat, to'planish zonasida suyuq metall shlak va koks bilan reaksiyaga kirishadi.

	Zonalar	Fazalarning o'zaro ta'siri
	Qizdirish	
	Suyuqlanish	
	O'ta qizdirish	
	To'plash	

a)

	Davrlar	Fazalarning o'zaro ta'siri
	Qizdirish va suyuqlanish	
	O'ta qizdirish va me'yoriga yetkazish	

b)

4- rasm. Suyuqlantirish zonalari (a) va davrlari (b) bo'yicha fazalar o'zaro ta'siri sxemasi:

1 — qattiq metall; 2 — koks yoki karbyurizator; 3 — flyuslar; 4 — beriladigan gaz; 5 — pech futerovkasi; 6 — suyuq metall; 7 — suyuq shlak; 8 — pechning gaz fazasi.

Cho‘yan elektr pechlarda suyuqlantirilganda jarayon ikkita asosiy davrga bo‘linadi: qizdirish — suyuqlantirish va o‘ta qizdirish — me‘yoriga yetkazish. - *b* rasmda induksion pechda suyuqlantirish operatsiyasini amalga oshirish sxemasi ko‘rsatilgan. Pechni yuklash operatsiyasidan keyin bir yo‘la amalga oshiriladigan qizdirish va eritish operatsiyalari sodir bo‘ladi. Shixta, odatda, oldingi suyuqlantirish jarayonidan qolgan suyuq metall qoldig‘iga solinadi, shuning uchun ham qizish va suyuqlantirish suyuq metallning qattiq metall bilan o‘zaro ta‘siriga bog‘liq. Bunda ishtirok etgan gaz fazasi metallni oksidlaydi. O‘ta qizdirish davrida barcha metall suyuq holatda bo‘ladi hamda pechning shlaki va futerovkasi bilan o‘zaro ta‘sirlashadi. Jarayon oxirida suyuq qotishma hosil bo‘ladi.

Suyuqlantirish jarayonida fazalarning bir-biriga ta‘sir etishi natijasida cho‘yanning kimyoviy tarkibi shakllanadi. Kimyoviy tarkibning shakllanishiga fazalar o‘zaro ta‘sirining quyidagi turlari ta‘sir ko‘rsatadi: qattiq metallning gaz fazasi bilan oksidlanishi (I *Ox* bilan belgilaymiz); suyuq metallning gaz fazasi bilan oksidlanishi (II *Ox*); metallning shlak bilan oksidlanishi (III *Ox*); elementlarni koks yoki karbyurizator uglerodi vositasida qaytarish (I *Red*); uglerodni eritish (I *R*), cho‘yanning bitta elementini boshqasi bilan qaytarish (II *Red*). Massa uzatish koeffitsiyenti tegishli $k_1^{I Ox}$ va $k_1^{II Ox}$ va hokazolar bilan xarakterlanishi mumkin.

Natijada, har qaysi zona yoki davr uchun qotishma kimyoviy tarkibining o‘zgarishini xarakterlovchi massa uzatish koeffitsiyentini topish mumkin. Uning qiymatiga suyuqlantirishdagi termodinamik sharoitlar (atmosfera, shlak tarkibi va suyuqlantirishning konkret usulini amalga oshirish bilan bog‘liq bo‘lgan jarayonlarning sodir bo‘lish mexanizmi) ta‘sir etadi.

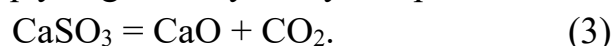
Birinchi zonada (birinchi davrda, - *b* rasmga q.) qattiq shixta materiallari gaz fazasi bilan reaksiyaga kirishadi. Bunda atmosfera temirga ta‘sir etib, uni oksidlaydi:



Shixta metall bo‘lakchalarining sirtida cho‘yanning boshqa elementlari ham oksidlanishi mumkin. Bundan tashqari, metall gazdagi oltingugurt bilan to‘yinishi mumkin:



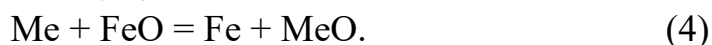
Bu zonada ohaktosh quyidagi reaksiya bo‘yicha parchalanadi:



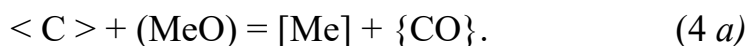
Bunda yoqilg‘i namligini va uchuvchan moddalarini yo‘qotadi.

Ikkinchi zonada (suyuqlanish zonasi) shixtaning metall komponentlari suyuqlanadi va oksidlanish, oltingugurtga to‘yinish hamda uglerodsizlanish jarayonlari birinchi zonaga qaraganda ancha jadal sodir boiadi. Bunda temir (II) oksidi FeO elementlarining ikkilamchi oksidlanish reaksiyasi sodir bo‘ladi, Temir

(II) oksidi erigan metall bilan birgalikda oqib quyidagi tipdagi reaksiyalar bo'yicha Si, Mn va C bilan reaksiyaga kirishadi:



Uchinchi zonada (o'ta qizdirish zonasi) suyuq metall koks bolakchalari bo'ylab tomchilar va oqimlar ko'rinishida oqib tushadi hamda o'ta qiziydi. Natijada, uglerodlanish, shuningdek C va S larning erib, koksdan ajralish hamda elementlarning quyidagi tipdagi reaksiya bo'yicha qaytarilish jarayonlari boshlanadi:



Bu zonada shlak hosil bo'la boshlaydi.

Ozod kislorod tufayli furmalar zonasida $\text{Me} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{MeO}$ tipdagi reaksiya bo'yicha elementlar jadal oksidlanishi mumkin. Birinchi navbatda temir oksidlanadi. Bunda temir (II) oksidi Mn, Si, C larni oksidlaydi (4 reaksiya). Metall tomchilari koks bilan kontaktlashganda (4 a) tipdagi reaksiyalar bo'yicha elementlar intensiv uglerodlanadi va qaytariladi. Keyin shlak hosil bo'lishi tugaydi.

To'rtinchi zonada (to'plash zonasi) metall va shlak biroz soviydi. Metall gornda to'planadi va koks bilan kontaktlashib koksdagi uglerod hamda oltingugurt ni eritadi. Vagrankalardan (ularda metall gornda to'planadi) olingan cho'yan tarkibida C va S miqdori ko'proq bo'ladi.

Barcha fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida Si va Mn ularning shixtadagi dastlabki miqdoriga qaraganda tegishlicha 15—25% va 25— 30% kamayadi. Natijada uglerod va oltingugurt miqdori ortadi. Temir miqdori ham biroz kamayadi. Uning oksidlari, Si va Mn oksidlari, yoqilg'i kuli hamda futerovkaning erigan sirti vagranka shlakini tashkil etadi.

3-Ma'ruza

Mavzu: Po'latni suyuqlantirishning umumiy xarakteristikasi

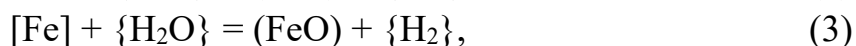
O'quv modul birliklari:

1. Po'lat suyuqlantirib olish
2. Po'lat tarkibining shakllanishi

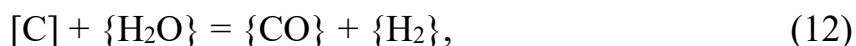
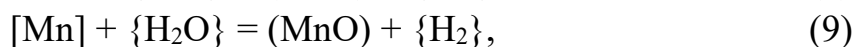
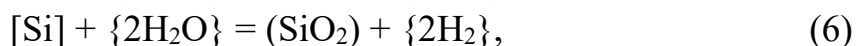
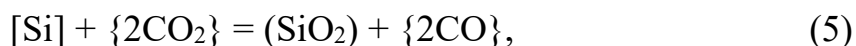
Quymakorlikda tarkibida zararli aralashmalar juda kam bo'lgan po'lat olish muhimdir. Ayniqsa, kislorod, oltingugurt va fosfor miqdorini kamaytirish zarur bo'ladi, chunki bu elementlar po'latda oksid, sulfid va oksisulfid qo'shilmalar hosil qiladi. Zararli aralashmalar miqdori qancha oz bo'lsa, po'lat sifati shuncha yuqori bo'ladi. Fosfor miqdori kamayganda metall matritsasi mustahkamlanadi, oltingugurt miqdori 0,03 dan 0,01% gacha kamayganda esa po'latning zarbiy qovushoqligi 2—3 marta ortadi .

Tayyorlab qo'yilgan po'latni suyuqlantirish pechiga shixta solinadi, so'ngra u qizdiriladi va suyuqlantiriladi, natijada suyuq metall hamda shlak hosil bo'ladi. Bundan keyin suyuq metall shlak ostida ishlanadi va bu shlak chiqarib tashlanadi, so'ngra namuna olinadi va po'lat talab etilgan tarkibgacha (me'yoriga) yetkaziladi. Bunda, masalan, zararli aralashmalarni chiqarib yuborish maqsadida yangi shlak hosil qilish mumkin. Barcha hollarda, yakunlovchi bosqichda po'lat oksidsizlantiriladi. Yuqori sifatli po'lat olish uchun ular nodir-yer metallar silitsidlari bilan modifikatsiyalansa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

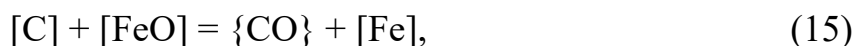
Po'lat tarkibining shakllanishi suyuqlantiralarayotganda fazalarning o'zaro ta'siri natijasida sodir bodadi (- rasm). Har qaysi davrni alohida-alohida ko'rib chiqamiz. Po'latni suyuqlantirish uchun shixta tarkibida ko'p miqdorda po'lat temir-tersaklari bo'ladi. Mamlakatimizda 1 t yaroqli po'lat quymalariga taxminan 150 kg qayta ishlanuvchi cho'yan sarflanadi. Po'lat temir-tersaklari qizdirish vaqtidayoq oksidlana boshlaydi, chunki metall bilan o'zaro ta'sirlashadigan pech atmosferasining tarkibida, birinchi navbatda, temirni oksidlovchi gazlar - oksidlagichlar O₂, CO₂ va N₂O bo'ladi:

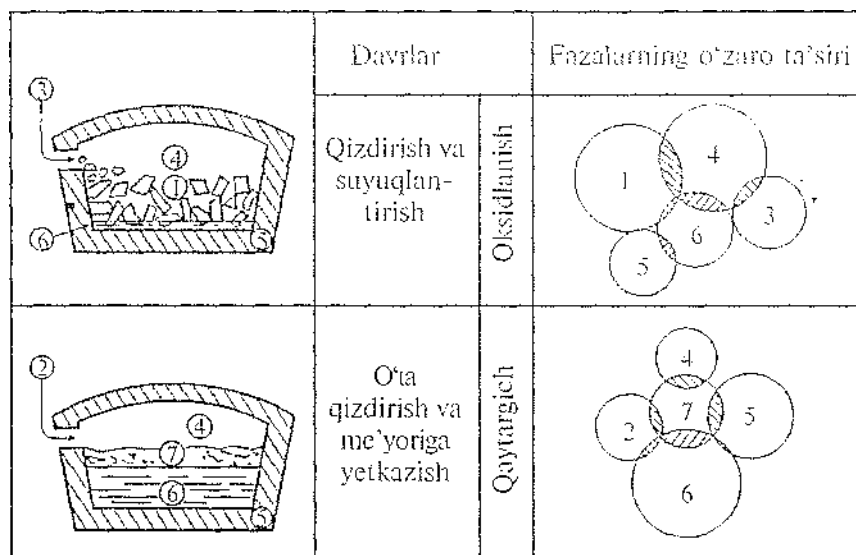


Gaz fazasi metal bilan o'zaro ta'sirlashganda boshqa elementlar ham oksidlanadi:



Temirga nisbatan kislorodga yaqin bo'lgan elementlar temir (II) oksidi bilan oksidlanadi:





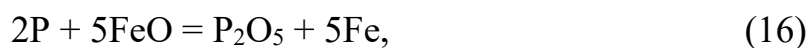
5- rasm. Po'latni suyuqlantirishda fazalarning o'zaro ta'sir sxemasi:

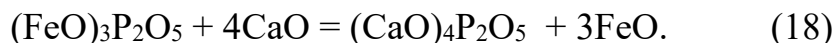
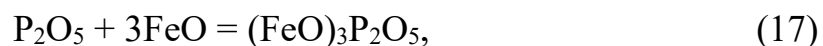
1 - qattiq metall; 2 - qaytargichlar (oksidsizlagichlar); 3 - flyuslar; 4 - gaz fazasi; 5 - pech futerovkasi; 6 - suyuq metall; 7 - shlak; 8 - pechning gaz fazasi.

Yuqoridagi reaksiyalar faqat asosiy elementlar uchun keltirilgan. Istalgan elementning oksidlanishi termodinamik jihatdan mumkin bo'lsa, uni yuqoridagiga o'xshash tavsiflash mumkin. Oksidlanish davri shlakning yuksak oksidlanish xossalari bilan xarakterlanadi. (3) - (5) reaksiyalar juda jadal o'tadi. Oksidlanish davri tugagandan so'ng va, ayniqsa, qaytarish jarayonlarini o'tkazishda (masalan, oq yoki karbidli shlak ostida) ularning termodinamikasi keskin o'zgaradi. Po'latni suyuqlantirishning prinsipial tafovuti xuddi shundan iborat.

Po'latni suyuqlantirish agregatining turi va shixta tarkibiga qarab, (1) - (15) reaksiyalar turli aktivlik darajasiga ega bo'ladi. Masalan, konvertor jarayoni uchun (1), (4), (7), (10) reaksiyalar xarakterlidir. Marten pechida (2) va (3) reaksiyalar ancha aktiv sodir bo'ladi, chunki pech atmosferasining tarkibida CO_2 va H_2O (gaz yoki mazut uglevodorodlari yonib shu gazlarni hosil qiladi) ko'p bo'ladi. Elementlarning temir oksidi bilan oksidlanish (13) - (15) reaksiyalari metall oksid qatlami bilan qoplangandagina rivojlanadi. Bu reaksiyalar o'ta qizish va metalning oksidlovchi shlak ostida me'yoriga yetish davri uchun xarakterlidir.

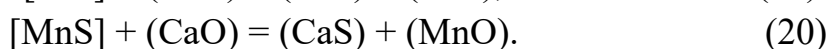
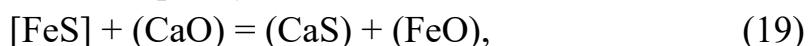
Umumiy fizik-kimyoviy qonuniyatlarga muvofiq, oksidlovchi shlak ostida (13) va (14) reaksiyalar bo'yicha Si va Mn lar ancha aktiv kuyadi, so'ngra (15) reaksiya bo'yicha vannaning CO pufakchalarining ajralib chiqishi hisobiga qaynashi boshlanadi. Agar vannaning qaynashi uchun oldin hosil bo'lgan FeO yetarli bo'lmasa, u holda pechga temir ruda kiritiladi. Po'lat suyuqlantirish jarayonining turiga qarab, (13) - (15) reaksiyalar, yoxud aralashmalarning to'la oksidlanishigacha yetkaziladi, yoxud qandaydir bosqichda to'xtatiladi. Asosiy jarayonda oksidlovchi shlak ostida fosfor chiqarib tashlanadi, buning uchun FeO va CaO lar bo'lishi zarur:





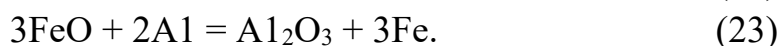
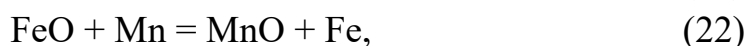
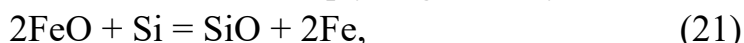
Fosfordan muvaffaqiyatli tozalash uchun yuqori temperatura talab qilinmaydi.

Po‘latga oksidlovchi shlak ostida ishlov berish tugagandan so‘ng, bu shlak nasos bilan chiqarib tashlanadi. Pechda metalining o‘ta qizdirilishi va me‘yoriga yetkazilishi berilgan kimyoviy tarkibdagi po‘lat olishga yordam beradigan maxsus qaytaruvchi shlaklar hamda ferroqotishmalar ishtirokida amalga oshiriladi. Oltingugurti chiqarib tashlash uchun yuqori asosli, ya‘ni tarkibida CaO ko‘p miqdorda bo‘lgan shlak hosil qilinadi. Bunda sulfidlar ko‘rinishida bo‘lgan oltingugurt shlakka chiqarib yuboriladi:



Oltingugurti ancha to‘la chiqarib tashlash uchun shlak tarkibidagi CaO ning miqdori yuqori bo‘lishi va yuqori temperatura talab etiladi. Bunda shlak orqali metallni oksidsizlantirish mumkin. Buning uchun Si va C lar kiritish zarur, ular temir oksidi bilan o‘zaro reaksiyaga kirib ((13) va (15) reaksiyalar), uning shlakdagi miqdorini keskin kamaytiradi hamda taqsimlanish muvozanati $[\text{FeO}] \rightleftharpoons (\text{FeO})$ ni o‘ngga siljitadi, ya‘ni temir oksidining metall dan shlakka o‘tishiga yordam beradi.

Metallni shlak ostida ishlash tugagandan so‘ng shlak nasos bilan so‘rib olinadi, shundan so‘ng po‘lat pechdan chiqariladi. Po‘lat chiqarilayotgan vaqtda turli oksidsizlantirgichlardan foydalanib, u oksidsizlantiriladi. Oksidsizlantirgichlar tarkibida Si, Mn va Al bo‘ladi. Bunda quyidagi reaksiyalar sodir bo‘ladi:



Oksidsizlantirgich-element $[\text{E}_R]$ miqdori bilan qoldiq kislorod $[\text{O}]$ orasida aloqa mavjud bo‘lib, u *elementlarning oksidsizlantirish qobiliyati* deb ataladi.

Po‘latni suyuqlantirishda sodir bo‘ladigan jarayonlar mexanizmi, dastavval, kislorodning gaz fazasi va shlakdan metallga uzatilishi bilan bog‘liq. Oksidlanishda shlak hosil qiluvchi birikmalarni hosil qiladigan kremniy, marganes, fosfor va boshqa elementlar ajralish sirti (metall— shlak)da sodir bo‘ladigan reaksiyalar bo‘yicha oksidlanadi. Uglerod butun hajm bo‘ylab oksidlanishi mumkin. Professor S.I.Filippov kritik konsentratsiyalar nazariyasini yaratgan. Masalan, $[\text{C}] > [\text{C}_{kr}]$ da jarayon oksidlagichning uglerodning sirtiy oksidlanishga diffuziyasi bilan limitlanadi. $[\text{C}] < [\text{C}_{kr}]$ da uglerodning hajmiy oksidlanishi kuzatiladi. Bu holda CO pufakchalarining metall—futerovka chegarasida vujudga kelish ehtimoli hammadan ko‘p. Qaynash mexanizmi biror suyuqlik qaynatiladigan

idish devorlarida bug‘ pufakchalarining vujudga kelishiga o‘xshashdir. Temir oksidi asta-sekin shlakdan ishlab chiqariladi. Temir oksidi metall—shlak ajralish chegarasida elementlarning oksidlanishiga sarflanadi va shlak—gaz ajralish yuzasida o‘zi oksidlanadi. Agar shlak yuqori qovushoqlik va past temperaturaga ega bo‘lsa, u holda oksidlanish mexanizmi FeO ning quyidagi sxema bo‘yicha ishlab chiqilishida to‘la tugallanishi mumkin:



Shunday qilib, oksidlash jarayonlarining muvaffaqiyatli o‘tishi uchun shlakning temperaturasi va qovushoqligi hamda undagi FeO miqdori yuqori darajada saqlab turilishi kerak.

Po‘latning desulfuratsiyalanishini jadallashtirish maqsadida keyingi vaqtda uni maxsus yaratiladigan shlak ostida ishlash hamda uning sifatini yaxshilash operatsiyalarini po‘latni suyuqlantirish pechidan tashqariga chiqarib, pechdan tashqarida ishlov berish orqali amalga oshirishga intiladilar. Masalan, suyuq po‘latni kovshda oq shlak bilan ishlaganda oltingugurt miqdori dastlabki miqdorga qaraganda 70% kamayadi. Buning uchun maxsus shlak suyuqlantiriladigan pechga ega bo‘lish kifoya.

Pechdan tashqarida ishlov berish oksidsizlantirishdan tashqari modifikatsiyalashni ham o‘z ichiga olishi mumkin. Y.A.Shulte va boshqa tadqiqotchilar qimmatbaho va tanqis elementlar (masalan, Ni, Mo, W) bilan legirlangan po‘lat quymalarning katta qismini ishqoriy-yer va noyob-yer elementlari bilan kompleks ligaturalar ko‘rinishida modifikatsiyalangan, tejab legirlangan po‘latlarga muvaffaqiyat bilan almashtirish mumkinligini ko‘rsatganlar.

4-Ma’ruza

Mavzu: Rangli qotishmalarni suyuqlantirishning umumiy xarakteristikasi

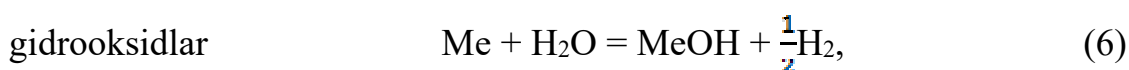
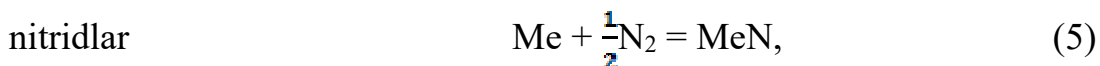
O‘quv modul birliklari:

- 1. Rangli qotishmalarni suyuqlantirish**
- 2. Shixtaning qattiq tashkil etuvchilari**
- 3. Metalning pechdan chiqarilishi to‘rtta usulda amalga oshirish usullari**
- 4. Moddalarning tuzilishi**
- 5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari**
- 6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari**

Rangli qotishmalarni suyuqlantirib olish uchim mo'ljallangan barcha pechlar (bundan shaxta-alangali pechlar istisnodir) davriy ravishda ishlaydigan pechlar hisoblanadi. Ishchi bo'shliq, ya'ni pech vannasi yoki tigelga hisoblangan tarkibli shixta yuklanadi, energiya manbayi ishga tushiriladi, shixta suyuqlantiriladi, suyuqlanma zarur temperaturagacha o'ta qizdiriladi, so'ngra qotishma kerakli tarkibgacha yetkaziladi, zararli aralashmalardan tozalanadi (rafinirlanadi) va modifikatsiyalanadi (- rasm). Suyuqlantirib olish jarayoni ikkita davrga bo'linadi: qizdirish va suyuqlantirish, o'ta qizdirish va me'yoriga yetkazish.

Rangli qotishmalarni suyuqlantirib olishda yuklash va suyuqlantirib olish rejimining ketma-ketligiga rioya qilish ayniqsa muhim, chunki qotishmalarning ko'pchilik komponentlari oksidlanish hamda gazlarni yutishga (gazlarning erishi, gazlar bilan birikma hosil qilish) yuqori darajada moyil bo'ladi.

Rangli qotishmalar tarkibiga kiradigan komponentlar gaz fazasi bilan reaksiyaga kirib (- rasmga **q.**), oksidlar hosil qilishi mumkin:



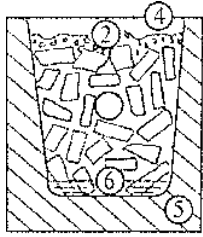
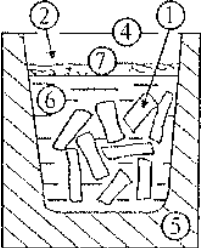
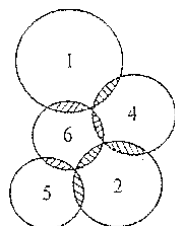
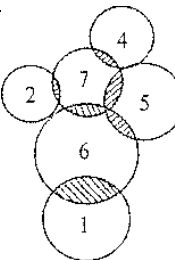
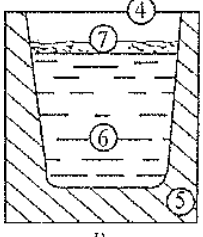
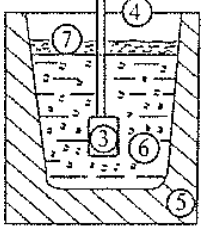
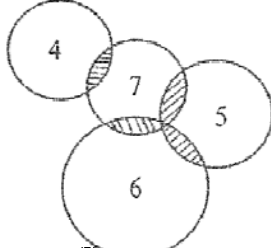
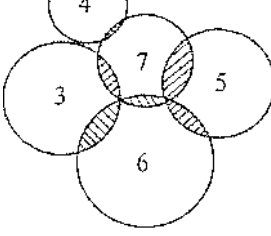
va boshqa birikmalarni hosil qilishi mumkin.

Bundan tashqari, ko'pchilik rangli metallar gaz yutishga yuqori darajada moyil bo'ladi:



Aluminiy va rux oksidlanganda yaxshi himoyalash xossalriga ega bo'lgan Al_2O_3 va ZnO oksidlaridan bir tekis zich parda, magniy oksidlanganda esa bu xossalarga ega bo'lmagan parda hosil bo'ladi. Shuning uchun magniyni faqat qoplama flyus ostida yoki himoya atmosferada suyuqlantirib olish mumkin. Titan bundan ham ancha aktiv. Uni faqat vakuumda suyuqlantirish mumkin.

Rangli qotishmalarni suyuqlantirib olishda nafaqat metall gaz fazasi bilan, balki qattiq metall suyuq metall bilan ham o'zaro ta'sirlashadi.

	Davrlar	Fazalarning o'zaro ta'siri
 a)  b)	Qizdirish va suyuqlantirish	 
 d)  e)	O'ta qizdirish va me'yoriga yetkazish	 

6- rasm. Rangli qotishmalarni suyuqlantirishda fazalarning o'zaro ta'siri sxemasi:
a - qattiq holatdan suyuqlanish, *b* - suyuq vannada suyuqlantirish, *d* – flyus ostida me'yoriga yetkazish, *e* - tozalash; 1 - qattiq metall, 2 - qoplama flyus; 3 - tozalovchi flyus; 4 - gaz fazasi; 5 - pech futerovkasi; 6 - suyuq qotishma, 7 - shlak.

Shixtaning qattiq tashkil etuvchilari, odatda, suyuq qotishmada eritiladi. Shu qotishmaning quymasi, ligaturalar yoki boshqa qo'shimchalar shixtaning qattiq tashkil etuvchilari bo'lishi mumkin. Suyuq qotishma qoplama flyuslar va hosil bo'ladigan shlaklar bilan reaksiyaga kiradi. Flyuslar tarkibi shunday tarzda tanlanadiki, bunda oksidlanish reaksiyasi cheklansin. Qotishma tayyorlashning so'nggi bosqichida (pechda, kovshda yoki tarqatish pechida) aralashmalardan tozalash jarayonida flyuslar yoki boshqa qo'shimchalar qotishma reaksiyaga kiradi.

Metallning pechdan chiqarilishi to'rtta usulda amalga oshiriladi: letka orqali, pechni qiyalatib, magnitogidrodinamik nasoslar vositasida va cho'michlab olish. Cho'michlab olish ishlarini maxsus robot- manipulatorlar bajaradi. Ular metallni ish pechidan cho'michlab olib, uni qolipga quyadi. Katta bo'lmagan quyish sexlarida mayda quymalarni ishlab chiqarishda tayyor suyuq eritma bevosita tarqatish pechlaridan yoki alanga yoxud shaxta-alanga pechlaridagi asosiy vanna bilan kanallar yordamida ulangan maxsus tarqatish kameralaridan dastali cho'michlar bilan olinadi.

Rangli qotishmalarni suyuqlantirib olishda tozalash operatsiyasi eng muhim texnologik operatsiyalardan hisoblanadi, chunki quyma sifatini shu operatsiya aniqlaydi. Tozalash usullari qotishma tipi, uning tarkibi, suyuqlantirib olish va quyib chiqish, maxsus flyuslar hamda boshqa qo'shimchalar ishlatish sharoitlariga qarab tanlanadi.

Yuqori po'latlar olishda plazma- yoy pechlaridan foydalaniladi. Yoy pechlarida maxsus sifatli suyuqlantirib olinadi.

5-Ma'ruza

Mavzu: Suyuqlantirishda ishtirok etadigan fazalar.

O'quv modul birliklari:

1. Moddalar tuzilishi, xossalari va o'zaro ta'sirlashishining umumiy

Xarakteristikasi

2. Asosiy tushunchalar va ta'riflar

3. Komponent tushunchasi

Quyma qotishmalarni suyuqlantirishda va suyuq holatda ishlov berganda ularning tarkibi va xossalarining shakllanishi suyuqlantirish pechlarida bo'ladigan kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida sodir bo'ladi.

Kimyoviy jarayonlar suyuqlantirishda qatnashadigan moddalar tarkibining o'zgarishiga bog'liq bo'lgan aylanishlardan iboratdir. Suyuqlantirish jarayonlari moddalarning agregat holatining o'zgarishiga chambarchas bog'liq, holatning o'zgarishi esa fizik aylanish hisoblanadi. Boshqa fizik aylanishlar ham bo'lishi mumkin, masalan, strukturaning o'zgarishi. Shunday qilib, aylanishlar fizik-kimyoviy jarayonlar bo'lib, bunda moddalarning tarkibi va agregat holati yoki strukturasi o'zgaradi.

Asosiy tushunchalar va ta'riflar

Fizik-kimyoviy jarayonlarni o'rganishda «modda», «komponent», «faza» tushunchalari muhim ahamiyatga ega.

Moddalar ularning fizik va kimyoviy jarayonlarga bo'linadigan xossalarga ko'ra xarakterlanadi. Fizik xossalarga moddaning tashqi ko'rinishi, uning agregat holati, suyuqlanish va qaynash temperaturalari, issiqlik yoki elektr tokini o'tkazish qobiliyati, zichligi kiradi. Fizik xossalarni belgilash yoki o'lchashda moddalar tarkibi o'zgarmaydi. Kimyoviy xossalarni aniqlashda esa moddalarning tarkibi o'zgaradi. Masalan, moddaning yonishga moyilligi, kislota bilan reaksiyaga kirishishi yoki qizdirganda yangi modda hosil qilishini aytish mumkin.

Shunday qilib, moddalarning kimyoviy xossalari ularning turli aktiv muhitlarning kimyoviy ta'siriga qarshilik ko'rsata olish qobiliyati bilan aniqlanadi.

Biror moddaning namunasi bitta yoki bir necha moddalardan tashkil topgan, ya'ni aralashma bo'lishi mumkin. Aralashmalar ma'lum tarkibga ega bo'lmaydi va fizik aylanishlar natijasida alohida moddalarga (tashkil etuvchi qismlarga) bo'linishi mumkin. Bunda yangi moddalar hosil bo'lmaydi. Aralashmalar gomogen va geterogen bo'lishi mumkin. Gomogen aralashmalarda xohlagan kichik qism istalgan boshqa qismning tarkibi kabi tarkibga ega bo'ladi. Geterogen aralashmalarining tarkibi bir xil bo'lmaydi. Odatda, bunday aralashmaning bir qismi fizik va kimyoviy xossalari bo'yicha qo'shni qismlardan deyarli farqlanadi. Agar aralashtirish molekular darajaga erishsa, ya'ni aralashtirilgan zarrachalar molekular o'lchamlarga ega bo'lsa, unda aralashma qorishma deb ataladi, Shunday qilib, suyuqlantirish jarayonlarida qatnashadigan barcha moddalar sof moddalar u a aralashmalarga bo'linadi. Sof moddalar yoxud elementlar (temir, uglerod, kremniy va shunga o'xshashlar), yoxud birikmalar (oksidlar, nitratlar, karbidlar va shunga o'xshashlar) bo'lishi mumkin.

Komponent tushunchasi «modda» tushunchasiga aynan o'xshashdir, lekin fizik-kimyoda reaksiyada qatnashadigan moddalar va komponentlar soni turlicha bo'ladi. Komponentlar miqdori moddalar sonidan shu moddalarni bog'laydigan reaksiyalar sonining ayirmasi kabi aniqlanadi. Masalan, $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O}$ reaksiyada moddalar soni uchta, komponentlar miqdori esa ikkita.

F a z a deb, atrofdagi muhitdan ajralish yuzasi bilan ayrilgan va ma'lum xossalari kompleksi bilan xarakterlanadigan moddalar majmuyiga aytiladi.

Elementlar va birikmalar kimyoviy formulalar bilan belgilanadi. Ba'zi bir birikmalar alohida zarrachalar yoki molekulalardan iborat bo'ladi. Ularning formulalari molekuladagi turli navli atomlar sonini ko'rsatadi. Masalan, CO_2 molekula o'lchab bo'ladigan massaga ega va gaz, suyuq hamda qattiq holatlarda alohida zarracha sifatida mavjud. Boshqa birikmalar elektr jihatdan zaryadlangan va ionlar deb ataladigan zarrachalardan iborat. Ion — bu bir butundan iborat bo'lgan va elektr zaryadini tashiydigan atom yoki atomlar guruhidir. Musbat zaryadlangan ionlar kationlar deb, manfiy zaryadlangan ionlar esa anionlar deb

ataladi. Ionlardan iborat birikmalarning formulalari moddaning mikroskopik hajmida kationlar bilan anionlar orasidagi eng sodda nisbatni ifodalaydi. Masalan, NaCl osh tuzi kristali 1 : 1 da Na^+ va Cl^- ionlaridan, AlF_3 kristali esa 1:3 nisbatda Al^{3+} va F^- ionlaridan iborat. Bu ion birikmalardan birortasida NaCl yoki AlF_3 molekulalarini topib bo'lmaydi. Ion birikmalarda kationlar va anionlar nisbati har doim shunday bo'ladiki, bunda formula ko'rsatayotgan ionlar guruhi umuman elektr jihatdan neytral bo'ladi.

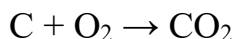
Juda katta molekulalardan (tarkibidagi atomlar soni juda katta bo'lgan molekulalar) iborat birikmalarning formulalari mazkur moddada atomlarning eng sodda nisbatini ifodalaydi. Masalan, SiO_2 kremniy oksidi 1 : 2 nisbatda bo'lgan kremniy va kislorod atomlaridan tashkil topgan uch o'lchamli karkasdan iborat. Bunga o'xshagan moddaning barcha kristalini, masalan, kvarts kristalini tarkibidagi atomlarining soni chamasi 1023 bo'lgan juda katta «molekula» sifatida ko'rib chiqish mumkin.

Kimyoviy birikma formulasini yozish usuli uning strukturasi haqida qo'shimcha ma'lumot berishga imkon beradi. Masalan, aluminiy sulfati formulasi $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$ ko'rinishida yozilishi mumkin, lekin $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yozuv bu birikmaning strukturasi haqida ko'p ma'lumotlar olishga imkon beradi, bu yerda 3 indeks qavslarda ko'rsatilgan zarrachaga taalluqlidir. Bunday yozuv qavslar ichiga olingan atomlar guruhi ko'pchilik kimyoviy aylanishlarda o'zini bir butun «molekula» kabi tutishini bildiradi. Yuqorida keltirilgan formula Al^{3+} va SO_4^{2-} ionlarning eng sodda nisbatini ko'rsatadi. Bu ionlar birikmaning elektr jihatdan neytralligini ta'minlaydi va sulfat-ion ko'pchilik kimyoviy reaksiyalarda bo'linmaydigan guruh sifatida qatnashadi.

Murakkab moddalarning formulalarida moddaning tuzilishi haqida keng ma'lumot olishga imkon beradigan kvadrat qavslardan ham foydalaniladi. Masalan, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ formula har bir zarracha $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ning tarkibida oltita CN guruhi borligini ifodalaydi. Zarracha, o'z navbatida, 3 : 4 nisbatda Fe^{3+} ionlar bilan elektr jihatdan neytral bo'lgan birikma hosil qiladi. Bunday yozuv moddaning tuzilishi haqida $\text{Fe}_7\text{C}_{18}\text{N}_{18}$ sodda formulaga qaraganda ancha to'liq ma'lumot beradi. Ba'zi hollarda birikmalar formulalarida nuqtalardan foydalaniladi. Masalan, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ formula modda 1:10 nisbatda ikkita ancha sodda Na_2SO_4 va H_2O moddalardan iboratligini ko'rsatadi. Formulalarni bunday yozish usulidan $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ tipdagi gidratlar (tarkibida suv bo'lgan birikmalar) hamda berill $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ga o'xshash minerallar uchun foydalaniladi, chunki bunda ularning tarkibi haqida qo'shimcha ma'lumot olish imkoni tug'iladi. Tarkiblar doimiyligi qonunini bunga o'xshash moddalarga CO_2 ga nisbatan qo'llaniladigan darajada qo'llaniladi, ya'ni birikma formulasining

birligi istalgan holda konkret birikma tarkibiga kiradigan atomlar barcha turlarining ma'lum nisbatini to'la ko'rsatadi.

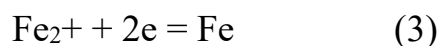
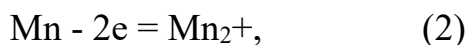
Kimyoviy aylanishlar kimyoviy tenglamalar ko'rinishida yoziladi. Ular reaksiyaga kiradigan moddalar tarkibining o'zgarishi va massaviy nisbatini aks ettiradi. Tenglamada molekular modda molekular shaklda, ion moddalar esa ion shaklida yoziladi. Masalan, kislorod bilan uglerod orasida uglerod dioksidini hosil qilib o'tadigan reaksiyada barcha moddalar atomar yoki molekular shaklda bo'ladi, shu sababli tenglama quyidagi tarzda yoziladi:



Lekin ion shaklida bo'lgan moddalar orasidagi reaksiya tenglamasida moddalarning ionlashgani aks etgan bo'lishi kerak. Masalan, cho'yanni suyuqlantirishda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Bunday yozuv Fe^{2+} ionlari va Mn atomlarining joylari almashadigan (temir ioni atomga aylanadi, marganes atomi esa ionga aylanadi) reaksiyaning elektrokimyoviy mexanizmini tushuntirib bermaydi, Shuning uchun



yo'zuv o'tayotgan reaksiya mohiyatini ko'proq aks ettiradi. Lekin kimyoviy aylanishlarni hisoblash uchun (1) yo'zuv qulayroq, chunki u moddalarning dastlabki va oxirgi massaviy nisbatlarini aks ettiradi.

Kimyoviy reaksiyalarda qatnashadigan moddalarning nisbiy vazn miqdorini hisoblash stexiometriya deb ataladi. Stexiometriyadan kimyo- ning turli sohalarida foydalaniladi, shu sababli suyuqlantirish jarayonlari bilan bog'liq bo'lgan masalalarni yechish uchun uni bilish zarur.

**Quymakorlik metallurgiyasida foydalaniladigan kimyoviyelementlarning
atom massasi**

Element	Simvol	Tartib	Atom massasi
Azot	N	7	14,0067
Aluminiy	Al	13	26,9815
Argon	Ar	18	39,9480
Bariy	Ba	56	137,3400
Berilliy	Be	4	9,0122
Bor	V	5	10,8110
Vanadiy	V	23	50,9414
Vismut	Bi	83	208,9806
Vodorod	H	1	1,0080
Volfram	W	74	183,8500
Temir	Fe	26	55,8470
Ittriy	Y	39	88,9059
Kaliy	K	19	39,0983
Kalsiy	Ca	20	40,0800
Kislород	O	8	15,9994
Kobalt	Co	27	58,9332
Kremniy	Si	14	28,0860
Magniy	Mg	12	24,3050
Marganes	Mn	25	54,9380
Mis	Cu	29	63,5460
Molibden	Mo	42	95,9400
Natriy	Na	11	22,9898
Nikel	Ni	28	58,7100
Niobiy	Nb	41	92,9064
Qalay	Sn	50	118,6900
Qo'rg'oshin	Pb	82	207,2000
Oltingugurt	S	16	32,0600
Tantal	Ta	73	180,9480
Titan	Ti	22	47,9000
Uglerod	C	6	12,0110
Fosfor	P	15	30,9738
Ftor	F	9	18,9984
Xlor	Cl	17	35,4530
Xrom		24	51,9960
Seriy	Ce	58	104,1200
Rux	Zn	30	65,3700
Sirkoniy	Zr	40	91,2200

Kimyoviy reaksiyalarda massa nisbatlarini aniqlashda «mol» tushunchasidan foydalaniladi. Formulalar oldida turgan koeffitsiyentlar mollar nisbatini aniqlaydi, bunda kimyoviy aylanishlar natijasida moddalar hosil bo‘ladi va sarflanadi. Modda molining massasi bevosita uning molekular massasiga bog‘liq bo‘lganligi uchun to‘la kimyoviy tenglama reaksiyada qatnashgan moddalarning massa nisbatini aniqlashga ham imkon beradi.

(1) reaksiya uchun quyidagilarni topamiz: FeO ning bitta moli $56+16 = 72$ g, aniqroq qilib aytganda $55,847 + 15,9994$ (- jadvalga q.) massaga ega, lekin amaliy hisoblashlar uchun yaxlitlangan molekular massani olish mumkin (masalan, 1 mol Mn — 55 g, 1 mol MnO — 71 g va 1 mol Fe — 56 g). Shunday qilib, (1) tenglama 72 g FeO ma’lum sharoitlarda 55 g marganesni oksidlashini va bunda 71 g MnO va 56 g Fe hosil bo‘lishini tasdiqlaydi. Yozuv (2 va 3) bu qanday sodir bo‘lishini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, u moddalarning ion tuzilishini tasdiqlaydi. Tajribaning ko‘rsatishicha, bu reaksiya moddalar suyuq holatda bo‘lgandagina sodir bo‘ladi.

Moddalarning tuzilishi

Barcha moddalarning elementar yacheykasi atom hisoblanishi kimyo va fizika kurslaridan ma’lum. Molekulalar, komplekslar, klasterlar va ularni tashkil etuvchi ionlar metallurgiya fazalarining elementar yacheykalaridandir. Fazalar xossalarning ma’lum birikmasini saqlaydi va atomlarning turli kombinatsiyalaridan iborat.

Korpuskular-to‘lqin dualizmi atom modelini faqat shartli ravishda tasvirlashga imkon beradi va uning real tuzilishini ma’lum darajada aks ettiradi. Atomdagi mikrozarrachalarning harakati Shredinger tenglamasida tavsiflangan. Lekin uni faqat vodorod atomi uchun aniq yechish mumkin. Ko‘p atomli molekulalar uchun esa turli yaqinlashish metodlaridan foydalaniladi.

Bir elektronli to‘lqin funksiyalari atom orbitalari deb ataladi. Bu matematik tushuncha elektron orbitasini uning ko‘rgazmali tasvirida emas, balki elektronning atomdagi holatini aks ettiradi.

Moddalarning o‘zaro ta’sirlashish jarayonlarini o‘rganish uchun atomlarning elektron tuzilishi juda katta ahamiyatga ega. Ularning tuzilishiga ko‘ra s, p, d va f elementlar bir- biridan farqlanadi. Molekulalar va ular atomlarining murakkab tuzilishi kimyoviy bog‘lanishlarning mavjudligiga asoslangan va ular hozirgi vaqtda ikkita nazariya nuqtayi nazaridan ko‘rib chiqilmoqda: valent bog‘lanishlar (VB) va molekular orbitallar (MO).

VB nazariyasi ko‘p atomli zarrachalarning hosil bo‘lishi va strukturasini yaqqol ko‘rsatishga imkon beradi, lekin moddalarning magnit xossalarni tushuntirib bera olmaydi. Atomlarni, chunonchi, kristallar orasidagi bog‘lanishni VB nazariyasi haddan tashqari sodda tasvirlaydi.

MO nazariyasi shunday tasavvurga asoslanganki, bunda molekula- ning har bir elektroni o'zining funksiyasi — molekular orbital bilan tavsiflanadi. Bu nazariya kimyoviy bog'lanishlarning paydo bo'lishini yadrolar va dastlabki atomlarning elektronlari hosil qilgan maydonda barcha elektronlar harakatining natijasi sifatida qaraydi. Lekin asosiy hissani valent qobiq elektronlari qo'shganligidan, odatda, faqat ularning elektronlarini ko'rib o'tish bilan cheklaniladi. Bunda to'liq funksiyalari Shredinger tenglamasini turli taqribiy metodlar yordamida yechib topiladi.

Shunday qilib, turli birikmalardagi alohida atomlarning energetik sathlari o'zaro birlashishi natijasida molekulalardagi energetik sathlarni hosil qiladi. Bundan qanday amaliy xulosalar chiqarish mumkinligini keyinchalik ko'ramiz. Ma'lumki, elementlarning xossalari davriylikka ega (bu D.I.Mendeleyevning elementlar davriy sistemasida aks etgan). Davriy qonunning zamonaviy ta'rifida shunday deyilgan: elementlar tartib (atom) nomerlarining ortib borishi ketma-ketligida joylashganda ularning fizik va kimyoviy xossalarida davriy o'zgarishlar seziladi.

Moddalarning tuzilishi va xossalari faqat ularning tarkibiga emas, balki ularning strukturasiga ham bog'liq. Ko'pchilik elementlar turli kristalik modifikatsiyada bo'ladi. Ular zichligi jihatdan ancha farqlanishi mumkin va bunday holda elementning har bir shakliga o'zining atom hajmi (1 molning sm³ hisobidagi hajmi) mos keladi. Misol tariqasida uglerod va qalayning atom hajmlari to'g'risidagi ma'lumotlarni keltiramiz (-jadval).

2-jadval

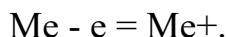
Xossalarning moddalarning tuzilishiga bog'liqligi

Element	Kristalik modifikatsiya	20 °C dagi zichligi, g/sm ³	Atom hajmi, sm ³ /mol
Uglerod	Olmos	3,51	3,42
	Grafit	2,26	5,31
Qalay	Oq	7,31	16,2
	Kulrang	5,75	20,6

Moddalarning tuzilishi moddani tashkil etadigan zarrachalar (atomlar, ionlar) orasidagi kimyoviy bog'lanish turiga bog'liq bo'ladi. Bog'lanishning ikkita asosiy turini ko'rib chiqamiz: ion va kovalent boglanish.

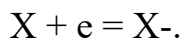
Ion bog'lanishning hosil bo'lishi «ionizatsiyalanish potentsiali», «elektronga yaqinlik» va «elektr manfiylik» kabi tushunchalar bilan xarakterlanadi.

Atomni ionizatsiyalash birinchi potentsiali deb, eng bo'sh bog'langan elektronni shu atomdan to'la chetlatishga sarflanadigan energiyaga aytiladi. Ko'rib o'tilayotgan jarayon ionizatsiyalanish reaksiyasidan iborat:



Ko'pchilik kimyoviy aylanishlarda ionizatsiya muhim rol o'ynaydi va metall elementlarning kationlar hosil qilish qobiliyatini aniqlaydi. Me^+ ionni ionizatsiyalash davom ettirilsa, navbatdagi elektronlarni chetlatish mumkin. Ionizatsiyalashning birinchi potentsiali ta'rifiga o'xshash, mazkur atomning navbatdagi elektronlarining ketma-ket chetlatilishiga mos keladigan ikkinchi, uchinchi va keyingi potentsiallar ta'riflarini oson kiritish mumkin. Ionizatsiyalash potentsiallari, odatda, electron voltlarda ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$) ifodalanadi.

Elektronga yaqinlik - bu elektron neytral atomga birikkanida ajraladigan yoki yutiladigan energiyadir:



Ion bog'lanish bitta yoki bir nechta elektronlarni bitta atomdan boshqasiga o'tkazilganda vujudga keladi, buning natijasida atomlar ionlarga aylanadi. Bunday jarayon elektronini beradigan atom past ionizatsiyalash potentsialiga ega bo'lguncha va elektronni biriktirib oladigan atom esa bu elektronga ancha yaqin bo'lguncha energetik jihatdan qulay bo'ladi. Atomlarning bu xarakteristikasining o'zgarishi elementlarning tabiatiga bog'liq va Davriy qonunga muvofiq bo'lganligidan, elementlarning reaksiyalarga qobilligini elektronlarni ko'chirish va ularning Davriy sistemadagi o'rni bilan bog'lash mumkin.

Ionizatsiyalash potentsialining eng past qiymatlari 1 A guruh elementlariga, elektronga yaqinlikning eng yuqori qiymati VIIA guruh elementlariga xos. Agar elementlarning faqat shu ikkita xossasi hisobga olinsa, unda elektronlarning ko'chirilishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyaning o'tishi uchun eng qulay sharoit ko'rsatilgan ikkita guruh elementlarini o'zaro birlashtirganda yaratiladi.

Elementning elektrmanfiyligi deb, uning atomlarining elektronlarni o'ziga tortish nisbiy qobiliyatiga aytiladi. Bu qobiliyatni baholash uchun shartli shkala belgilanadi. Elektrmanfiylikning chetki qiymatlari seziy uchun 0,7 ga va ftor uchun 4,0 ga teng (-jadval).

3-jadval

Elementlarning elektrmanfiyligi

Element	χ	Element	χ	Element	χ
H	2,10	Na	0,93	K	0,91
Li	0,98	Mg	1,20	Ca	1,04
Be	1,50	Al	1,60	Ga	1,80
V	2,00	Si	1,90	Ge	2,00

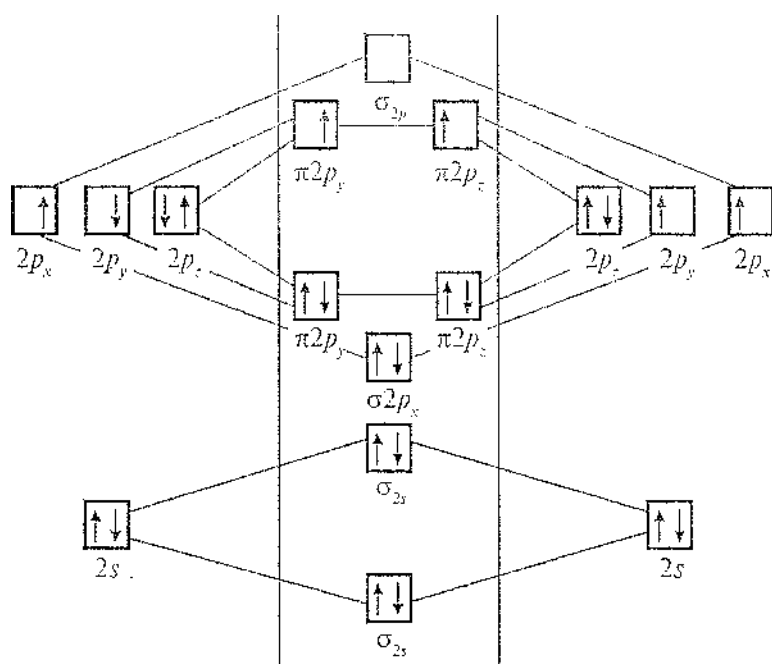
C	2,50	P	2,20	As	2,10
N	3,07	S	2,60	Se	2,50
O	3,50			Sr	2,80
F	4,00	Cl	3,00	Cs	0,70

Elementlarning elektrmanfiyligi haqidagi ma'lumotlar birikmada elementlar orasidagi bog'lanish xarakteri to'g'risida fikr yuritishga imkon beradi. Chunonchi, elektrmanfiyligi jihatdan juda farqlanadigan elementlardan iborat birikmalar elektrmanfiylik qiymatlari yaqin elementlardan iborat birikmalarga qaraganda ionliroq hisoblanadi. Masa- lan, kislorod, kalsiy va kremniyning elektrmanfiyligi (tegishlicha 3,50; 1,04; 1,90) haqidagi ma'lumotlardan foydalanib, CaO ($\Delta\chi = 2,44$) birikma SiO₂ ($\Delta\chi = 1,54$) birikmaga qaraganda ancha ionli ekanligi haqida xulosa chiqarish mumkin. Elektrmanfiylik chegaraviy qiymati $\Delta\chi$ ni 1,9 ga teng deb qabul qilingan, u bundan yuqori bo'lganda birikma ionli deb hisoblanadi.

Kovalent bog'lanish elektronlarni umumlashtirish natijasida vujudga keladi, bunda ular bir yo'la ikkita yadro ta'siri ostida bo'ladi. Kovalent bog'lanishga yadrolar bilan elektronlar orasidagi ancha murakkab o'zaro ta'sir sabab bo'ladi, shuning uchun ularni ionli bog'lanishga qaraganda tasavvur etish ancha qiyin. Kovalent bog'lanishning turg'unligini umumlashtiriladigan elektronlar juftining ikkita atom yadrosiga bir yo'la tortilishi bilan tushuntirish mumkin. Ikkita yadro orasida va o'zaro bog'langan ikkita atomning elektron buluti orasida itarishish kuchlari mavjudligini ham hisobga olish zarur.

Atom orbitali Molekular orbital Atom orbitali

7-rasm. Kislorod molekulasida molekular orbitalarning hosil bo'lish sxemasi.



Kovalent bog‘lanish hosil bo‘lganda ikkita atom bilan umumlashtiriladigan elektronlar bog‘lovchi orbital deb ataladigan orbitallarni egallaydi. Gaz fazada molekular orbitallarning hosil bo‘lishini ko‘rib chiqamiz. Gaz fazaning shakllanishida S, O, H va N qatnashadi. Azot oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga aktiv ta‘sir ko‘rsatmaydi. Uglerod va vodorod qaytargichlar, ularning birikmalari CO, va H₂O esa oksidlagichlar hisoblanadi.

S – O - H sistemaning gaz molekularidagi bog‘lanishlar shubhasiz kovalentlidir, chunki elektrmanfiyliklar ayirmasi quyidagiga teng:

$$\Delta\chi_{C-H} = 0,4; \quad \Delta\chi_{C-O} = 1,0; \quad \Delta\chi_{H-O} = 1,4;$$

Kislorod molekulasining elektron tuzilishi - rasmda keltirilgan. Kislorod uchun juftlanmagan ikkita elektronning bo‘lishi unga xosdir, lekin ma‘lumki, tarkibida juftlanmagan elektronlari bor zarrachalar (atomlar, ionlar, molekular) yuqori darajada reaksiya qobiliyatiga ega bo‘ladi. H₂ va CO molekularida esa juftlanmagan elektronlar bo‘lmaydi.

CO₂ molekulada elektronlar π_y , π_z va bog‘lanmagan ikkita σ orbitallarda, shuningdek, π_y , π_z va bog‘laydigan ikkita σ_x orbitallarda juft-juft bo‘lib, ketma-ket joylashadi. Bu molekulada juftlanmagan molekular bo‘lmaydi. H₂O uchun ham elektronlarning joylashishi shunga o‘xshash bo‘ladi. Molekular orbitallarda juftlanmagan elektronlarning bo‘lmasligi oksidlagichlarga o‘xshagan gazlar kislorodga qaraganda kamroq reaksiya qobiliyatiga ega ekanligi haqida xulosa chiqarishga imkon beradi.

Agregat holatlar. Qorishmalar

Barcha qattiq jismlar ikkita katta klassga bo‘linadi: kristall va amorf. Qattiq kristall holat zarrachalarni to‘g‘ri va takror joylashishi bilan xarakterlanadi. Qattiq kristall jismlarning to‘rtta tipi mavjud: molekular kristall (masalan, ikki o‘lchovli argon), ion kristall (KCl), kovalent kristall (uglerod) va metall. Molekular kristallda zarrachalar orasidagi bog‘lanish Van-der-vaals o‘zaro ta‘sir kuchi hisobiga, ion kristallda Kulon o‘zaro ta‘sir kuchi hisobiga amalga oshadi. Kovalent kristallda kovalent bog‘lanish, metallda esa elektronlarni umumlashtirish hisobiga amalga oshadigan metall bog‘lanish mavjud.

Kristallarning har qaysi tipi o‘ziga xos ma‘lum xossalarga ega. Molekular kristall uchun past suyuqlanish temperaturasi, sublimatsiyaga moyillik, mo‘rtlik, elektr o‘tkazmaslik xosdir. Ion kristall yuqori temperaturada suyuqlanadi, mo‘rt, faqat suyuqlantirilgan holatda elektr o‘tkazuvchan bo‘ladi. Kovalent kristallar taxminan xuddi shunday xossalarga ega. Metall kristallar uchun yuqori darajada elektr o‘tkazuvchanlik, egiluvchanlik xos. Atomlarning bir-biriga nisbatan joylashishiga qarab, kristall panjaralarning turlari farqlanadi (-jadval).

4-jadval

Kristall panjaralarning asosiy turlari

Turi	Misol
Kub	Osh tuzi, mis
Geksagonal	Grafit, kvars
Tetragonal	Oq qalay
Rombik (ortorombik)	Rombik oltingugurt
Monoklin	Monoklin oltingugurt
Trigonal (romboedrik)	Kalsit

Qattiq amorf moddalar o'ta sovutilgan suyuqliklardir. Bunday strukturalarda eng yaqin qo'shni zarrachalar panjarada qariyb to'g'ri holatni egallashi mumkin, lekin navbatdagi qo'shni zarrachalar to'g'ri holatlardan ancha ko'p chetlanadi va shuning uchun bitta elementar zarracha (yacheyka) chegarasidan tashqarida zarrachalarni joylashtirishda yetarli darajada tartib o'rnatishga erishib bo'lmaydi. Metallurgiyada moddalarning bu guruhini keng ko'lamda shlaklar tashkil qiladi. Barcha suyuqlantirilgan metallar ham suyuqliklar jumlasiga kiradi.

Navbatdagi agregat holat gazsimon holat hisoblanadi. Barcha moddalar qattiq holatdan suyuq holatga, so'ngra gazsimon holatga o'tishlari mumkin. Biroq bunday holatlar orasidagi masofa turlicha bo'ladi. Agar A nuqta — qattiq holat, V - suyuq, C esa gazsimon holat bo'lsa, unda AB kesma, BC kesmaga qaraganda ko'p marta kichik bo'ladi.

Istalgan modda yetarli darajada qattiq qizdirilganda bug'lanib, gazga aylanadi. Agar temperatura ko'tarilsa, gaz molekulalari ularni tashkil etadigan atomlarga parchalana boshlaydi, so'ngra atomlar ionlarga aylanadi. Gaz fazaning bunday holati plazma holati deyiladi. Plazma ionizatsiyalanish darajasi α bilan xarakterlanadi. Ionizatsiyalanish darajasi deganda, ionizatsiyalangan atomlar sonining ularning plazma hajm birligidagi to'la soniga nisbati tushuniladi. α ning qiymatiga qarab, plazma ozgina, ko'p yoki to'la ionizatsiyalangan plazmalarga bo'linadi.

Plazmaga tatbiqan past temperaturali va yuqori temperaturali tushunchalariga biroz o'zgacha ma'no beriladi. Temperaturasi $T \leq 10^5$ K bo'lgan plazmani past temperaturali deb hisoblash qabul qilingan. Metallurgiyada past temperaturali plazma ishlatiladi.

Metallurgiyada moddalar qanday agregat holatda bo'lmasin, bir- biri bilan sof ko'rinishda o'zaro ta'sirlashish jarayonlari juda kam uchraydi. Odatda, eritmalar bilan ish olib borishga to'g'ri keladi.

Eritmalarning juda ko'p turlari mavjud. Ularning xarakteri va xossalari eritmada qanday zarrachalar taqsimlanganligiga, erituvchi muhitning xususiyati

qandayligiga va zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir qaysi tarzda amalga oshishiga bog'liq bo'ladi.

Eritmaning unda kam miqdorda bo'lgan komponentini erigan modda deb, ko'p miqdorda bo'lgan komponentini esa eritgich deb atash qabul qilingan. Agar suyuq eritmada taqsimlangan molekulyar yoki ion zarrachalarning undagi miqdorida erishi davom etmasa, unda bunday eritma to'yingan eritma deyiladi. Eritmalar erigan moddalarning konsentratsiyasi bilan xarakterlanadi. Konsentratsiya massasi bo'yicha % hisobida, hajmi bo'yicha % hisobida, 1 m³ eritmada mollarda, 1 l eritmada mollarda (molarlik) va mol ulushlarida (eritma komponentlaridan birining mollari sonining eritma mollarining umumiy soniga nisbati) ifodalanishi mumkin.

Metallurgiyada eng ko'p tarqalgani — metall eritmaları va oksidlar eritmasidir. Ularning o'zaro ta'siri oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining o'tishi bilan xarakterlanadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Bu reaksiyalar oksidlarning hosil bo'lishi va parchalanishi bilan chambarchas bog'liq. Barcha oksidlar ikkita katta klassga bo'linadi: kislotali va asosli. Kislotali oksidlar jumlasiga suvda erib kislota hosil qiladigan, shuningdek, suvda erimaydigan yoki suv bilan reaksiyaga kirishmaydigan oksidlar kiradi. Bu oksidlarning kislota hosil qilish reaksiyasining rasman tenglamasini yozish mumkin. Masalan, SO₂, SO₃, P₄O₁₀ va CO₂ oksidlar suvda yaxshi eriydi. SiO₂ va B₂O₃ oksidlar esa suvda shunchalik qiyin eriydiki, hatto kislota hosil bo'ladigan reaksiyalarda qatnashmaydi, lekin bu birikmalar asoslarni neytrallaydi va shuning uchun kislotali oksidlar hisoblanadi.

Suv bilan reaksiyaga kirib asoslar hosil qiladigan yoki kislotalar bilan reaksiyaga kirib tuzlar hosil qiladigan oksidlar asosli oksidlar deb ataladi. Masalan, K₂O va CaO oksidlardan KOH va Ca(OH)₂ asoslar hosil bo'ladi. Bu holda asoslarning nisbiy kuchi oksidlar tarkibidagi elementlarning elektrmanfiyligiga bog'liq, lekin kislotalardan farqli o'laroq, eng kuchli asoslar elektrmanfiyligi eng kichik bo'lgan elementlarning oksidlaridan hosil bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari elektronlarni bitta reagent (modda)dan boshqasiga ko'chirib amalga oshiriladi. Oksidlanayotganda bitta modda beradigan elektronlarning to'la soni qaytarilish jarayonida boshqa modda ega bo'ladigan elektronlarning to'la soniga teng bo'lishi kerak, bu bilan birinchi jarayon sodir bo'ladi. Bu qonuniyat oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida reagentlar orasidagi o'zaro bog'lanishni aniqlaydi va ularning tenglamalarini tuzish usullarini topishga imkon beradi.

Kimyoviy aylanishda qatnashayotgan, reagentlar yo'qotadigan yoki ega bo'ladigan elektronlar sonini aniqlash uchun molekuladagi, kompleks iondagi yoki

erkin holatdagi har bir atomga oksidlanish darajasi deb ataladigan alohida son mansub bo'ladi. Bu son atomning oksidlanish holatini ko'rsatadi va elektronlarning ko'chishini hisobga olish uchun qulay asosdan iboratdir. Lekin uni molekuladagi atom ega bo'la oladigan haqiqiy zaryad sifatida qarash kerak emas. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida atomning oksidlanish holatining o'zgarishi yo'qotiladigan yoki ega bo'ladigan elektronlar sonini aniqlaydi.

Erkin holatda bo'lgan elementlarning barcha atomlariga 0 oksidlanish darajasi mansub bo'ladi. Bu erkin element, masalan, Fe, Cu ning atomlari elektronlarini yo'qotmasligi va ularni qo'shib olmasligini ko'rsatadi. Cl^- , S_2^{2-} , Na^+ , H^+ , Ca^{2+} yoki Fe_3^+ ga o'xshash oddiy ionlar ion zaryadiga teng bo'lgan oksidlanish darajasiga ega bo'lmaydi. Birikmalarda vodorod va kislorod, odatda, tegishli +1 va -2 oksidlanish darajasiga ega. Kompleks ion yoki molekula tarkibidagi barcha atomlarning oksidlanish darajasining yig'indisi butun zarrachaning birgalikdagi to'la zaryadini aniqlaydi va turli atomlarning noma'lum oksidlanish darajasini aniqlashga imkon beradi.

Yana ikkita tushuncha kiritish zarur: oksidlovchi va qaytaruvchi. Bu terminlardan oksidlay olish va qaytara olish qobiliyatiga ega moddalarni ko'rsatish uchun foydalaniladi. Boshqa moddaning oksidlanishiga (ya'ni uning elektron yo'qotishiga) sabab bo'lgan oksidlovchi bu jarayonda qaytariladi (ya'ni elektronlarga ega bo'ladi). Bunda oksidlangan modda qaytaruvchi hisoblanadi. Oksidlash va qaytarish jarayonlarini bir-biridan ajratib bo'lmaydi, ular miqdoriy-ekvivalent nisbatida amalga oshiriladigan bitta reaksiyaning ikkita bosqichidan iborat. Oksidlash yarim reaksiyasida yo'qotiladigan elektronlar qaytarilish yarim reaksiyasida qaytib beriladi. Bunday yarim reaksiyalar tenglamasini alohida tuzish, so'ngra esa ulardan har qaysisini tegishli koeffitsiyentlarga ko'paytirib kombinatsiyalash mumkin. Natijada oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamasi hosil bo'ladi. Tenglamada na ega bo'linadigan, na yo'qotiladigan elektronlar bo'lmaydi.

Elektronlarni uzatish, ionlarning harakati, ularning shlakdagi razryadi va metallurgiyada sodir bo'ladigan boshqa jarayonlarni elektrokimyo nuqtayi nazaridan ko'rib chiqish mumkin.

6-Ma'ruza

Mavzu: Fazalarning o'zaro ta'siri jarayonining mexanizmi.

O'quv modul birliklari:

- 1. Fazalar o'zaro ta'siri**
- 2. Diffuziya massa uzatish usullari**
- 3. Xemosorbsiya elektron juftlarning hosil bo'lishi**

Suyuqlantirish vaqtida quyma qotishma tarkibining shakllanishi suyuqlantirishda qatnashadigan turli fazalar komponentlarining qator ketma-ket yoki parallel o'tadigan geterogen o'zaro ta'sirlari natijasida sodir bo'ladi.

Geterogen o'zaro ta'sir quyidagi bosqichlardan iborat:

- dastlabki komponentlarning ajralish sirtida diffuziyanishi;
- ajralish sirtida adsorbsiyanishi;
- kimyoviy akt (yoki komponentlarning erishi);
- reaksiya mahsulotlarining desorbsiyasi;
- reaksiya mahsulotlarining bitta yoki ikkita fazaga diffuziyanishi.

Har qaysi bosqich mexanizmini ketma-ket ko'rib chiqamiz.

Diffuziya - bir-biriga tegib turgan moddalar zarrachalarining issiqlik harakati natijasida o'zaro bir-birining ichiga kirishidan iborat. Diffuziya modda konsentratsiyasining kamayish yo'nalishida sodir bo'ladi va uning butun hajm bo'ylab bir tekis taqsimlanishiga (kimyoviy potensialning to'g'rilanishiga) olib keladi.

Jismlarda bo'lgan begona moddalarning zarrachalari ham, xususiy zarrachalari ham diffuziyanishi mumkin (o'z-o'zidan diffuziyanishi). Diffuziya gazlarda juda tez sodir bo'ladi. Gazda zarrachalarning harakati tartibsiz bo'lishi tufayli, haqiqiy yo'l uzunligi konsentratsiya kamayadigan yo'nalishdagi to'g'ri yo'l uzunligidan sezilarli kattadir.

A.Eynshteyn istalgan diffuzion jarayonlar uchun to'g'ri bo'lgan quyidagi munosabatni olgan:

$$\bar{L}^2 \sim Dt$$

bu yerda: $\bar{L}$ - zarrachaning o'rtacha siljishi; D - proporsionallik koeffitsiyenti; t - diffuziya vaqti.

Suyuqliklarda diffuziya molekulalarning bitta turg'un holatdan boshqasiga sakrab o'tishi natijasida amalga oshadi. Energetik jihatdan foydali bo'lgan yangi holatga har bir sakrash molekulalar orasidagi masofadan katta bo'lmaydi. Suyuqlikdagi diffuziyaga ishqalanish bilan bo'ladigan harakat deb qaraladi va unga Eynshteynning ikkinchi munosabatini qo'llash mumkin:

$$D \sim UkT$$

bu yerda: U - diffuziyanuvchi zarrachalarning harakatlanuvchanligi; k - Bolsman doimiysi.

Qattiq jismlarda ham diffuziya sodir bo'ladi, lekin uning tezligi juda kichik bo'ladi. Qattiq jismlardagi diffuziyaning bir nechta sababi bo'lishi mumkin: atomlarning vakansiyalar bilan o'rin almashishlari, atomlarning tugunlar orasida siljishi, bir nechta atomning bir yo'la siklik siljishi, ikkita qo'shni atomning o'rin almashishi. Masalan, qattiq eritmalar hosil bo'lganda o'rin egallash atomlar bilan

vakansiyalar orasidagi o'lin almashtirishdan ustunlik qiladi. Joriy etiladigan qattiq eritmalarining hosil bo'lishida atomlarning tugunlararo siljishi ustunlik qiladi. Qattiq jismlarda diffuziya koeffitsiyenti D kristall panjara nuqsonlariga nihoyatda ta'sirchan bo'ladi. Nuqsonlar sonining ortishi diffuziyaning o'sishiga olib keladi. Temperatura ortganda D ning qiymati juda ortadi. Masalan, misning ruxga diffuziylanishi temperatura 20 dan 300°C gacha ortganda kuzatiladi, ya'ni D kattalik 10^{14} marta ortadi.

Diffuziya massa uzatish usullaridan biri hisoblanadi. Uning kinetikasi quyida ko'rib o'tiladi. Diffuzivani harakatlantiruvchi kuch konsentratsiyadan tashqari temperatura (termodiffuziya), bosim (barodiffuziya), elektr maydon (elektr diffuziya) bo'lishi mumkin. Qattiq jismlarda diffuziya faza hajmida sodir bo'ladi. Fazalarning ajralish chegarasidan o'tish esa sirtiy hodisalar va kimyoviy akt mexanizmi yoki erishga bog'liq.

Quyma qotishmalarni suyuqlantirish jarayonida sirtiy hodisalar juda katta rol o'ynaydi. Fazalarning ajralish chegarasidagi sirtiy hodisalar bilan po'lat qaynayotganda va metallmas qo'shilmalarning degazatsiylanishida murtak hosil bo'lish jarayonlari, shuningdek, ularning yiriklanishi, chiqarib yuborilishi va boshqa ko'p hodisalar bog'liq.

Moddaning sirtqi qatlamlaridagi xossalari uning hajmidagi xossalaridan juda farq qiladi. Parchalanish darajasi ortganda sirtning ta'siri ancha sezilarli bo'ladi. Masalan, agar qirrasining uzunligi 1 sm bo'lgan kubni olsak, uning sirti 6 sm² ga teng bo'ladi. Agar uni qirrasining uzunligini 10 Å ga teng kubchalarga "ajratsak", unda sirt 6000 m² ga teng bo'ladi. Hajm ichida zarrachalarga ta'sir qiladigan zarrachalararo kuchlar muvozanatlashgan, sirtida esa muvozanatlashmagan bo'ladi. Natijada suyuqlik sirti o'z yuzasini eng kichik o'lchamgacha qisqartirishga intiladi. Bu hodisa sirt taranglik deb ataladi. Ma'lum shakldagi tomchilarning hosil bo'lishi, suyuqlikning kapillarlarida ko'tarilishi, ularning g'ovak qattiq jismga kirishi sirt taranglik kuchlarining ta'siri natijasida sodir bo'ladi.

Sirt taranglik koeffitsiyenti o' uzunlik birligiga ta'sir qiladigan kuch (N/m) yoki yuza birligining hosil bo'lishiga sarflangan ish (J /m²) sifatida aniqlanadi. Oxirgi holat adgeziyakattaligini, ya'ni ikkita suyuq fazani (masalan, metall va shlakni) ajratishga sarflangan ishni aniqlashga imkon beradi:

$$A_a = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_{1-2},$$

bu yerda: σ_1 - suyuqlik 1 ning sirt tarangligi; σ_2 - suyuqliklarning gaz fazasi bilan chegarasida 2 suyuqlik uchun sirt taranglik; σ_{1-2} - ajralish yuzasi 1 - 2 dagi fazalararo taranglik.

Kogeziya, ya'ni bir jinsli muhitni buzish uchun sarflangan ish adgeziyaning xususiy holi hisoblanadi. Bu ish ikkita yangi ajralish sirtlari suyuqlik - gazning hosil bo'lishi uchun sarflangan ishga teng:

$$A_k = 2 \sigma_1$$

bu yerda: σ_1 - suyuqlik 1 ning gaz fazasi bilan chegarasidagi sirt taranglik.

Reaksiyaga kiradigan fazalar sirt qatlamining tarkibi ularning hajmdagi tarkibidan tafovutlanadi, bu esa adsorbsiya hodisalariga bog'liq. Kondensatsiyalangan faza yuzasi gaz bilan kontaktlashganda bo'ladigan adsorbsiya natijasida uning ozroq miqdori qattiq modda siitida ushlab qolinadi. Adsorbsiyaning ikkita turi mavjud: fizik adsorbsiya va xemosorbsiya.

Fizik adsorbsiyabarcha qattiq moddalarda kuzatiladi. Uning ta'siri natijasida gaz molekulalari sirtida ushlab qolinadi. Jarayon biror miqdorda (adsorbsiyalangan gazning 40 J/mol igacha) issiqlik ajralib chiqish bilan sodirbo'ladi. Gaz bosimi ortishi bilan empirik tenglamaga muvofiq adsorbsiyalanish darajasi ortadi:

$$\omega = k \cdot p^n$$

bu yerda: ω - adsorbentning birlik massasi bilan adsorbsiyalangan gaz miqdori; k va n - konstantalar ($n < 1$).

Temperatura ortishi bilan adsorbsiya darajasi kamayadi. Shu sababli, adsorbsiyaning bu turi past va o'rtacha past temperaturalarda, ayniqsa, muhimdir. Sirtida adsorbsiyalangan gaz bir nechta molekular qatlamlarni hosil qiladi, deb hisoblanadi, chunki Van-der-Vaals kuchlari molekulalarning bitta qatlamidan boshqasiga tarqalishi mumkin.

Xemosorbsiya elektron juftlarning hosil bo'lishida yoki gaz molekulalari bilan adsorbent orasidagi kimyoviy bog'lanish natijasida elektronlarning almashinishida sodir bo'ladi. Elektronlar gaz molekulalaridan qattiq moddaga va aksincha, qattiq moddadan gaz molekulalariga o'tishi mumkin. Bunda qattiq moddaning elektron xossalari o'zgaradi.

Eritma sirtidagi adsorbsiya Gibbs formulasi yordamida tavsiflanadi:

$$G_i = - \frac{C_i}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC_i},$$

bu yerda: G_i - adsorbsiyalangan modda miqdori, mol/m²; C_i - konsentratsiya, mol/m³; σ - sirt taranglik, J/m²; R - universal gaz doimiysi, J/mol • K.

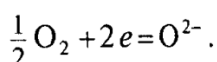
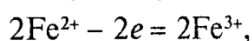
Metallurgik jarayonlar uchun eritmalar jumlasiga kiritish mumkin bo'lgan suyuqlanmalar sirtidagi adsorbsiya juda katta ahamiyatga ega. Erish jarayoni termodinamik muvozanatdagi sistema hosil qiluvchi ikkita yoki undan ortiq komponentlarning makroskopik bir jinsli aralashmalarining hosil bo'lish jarayonidan iboratdir.

Eritmada barcha komponentlar molekular-dispers holatda bo'ladi. Ular alohida atomlar, molekulalar, ionlar yoki bu zarrachalarning uncha katta bo'lmagan sonidan iborat guruhlar ko'rinishida bir tekis taqsimlangan. Eritmalar

gazsimon, suyuq va qattiq bo'lishi mumkin. Suyuqlantirish jarayonlari uchun suyuq metalli va shlakli eritmalarning hosil bo'lishi muhim ahamiyatga ega.

Erish mexanizmi eritgich va eritiladigan komponentlarning xususiyatiga bog'liq. Erish kimyoviy, solvatatsion va dispers erish turlari bilan farqlanadi.

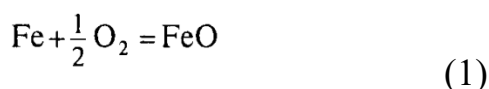
Kimyoviy erish turida eritgich va eriydigan modda reaksiyaga kirishadi, buning natijasida uning komponentlaridan biri eritmada qoladi. Masalan, rux xlorovodorod kislotasida o'zining H^+ ionlarini elektroneytral vodorodgacha qaytara olish qobiliyati hisobiga eriydi. Bunda rux eritmaga ionlar ko'rinishida o'tadi. Tarkibida o'zgaruvchan valentli ionlari bo'lgan shlak suyuqlanmasida kislorodning erishi shu mexanizmning o'ziga asoslangan:



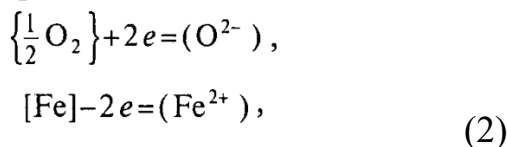
Eriydigan modda va eritgich zarrachalarning assotsiatsiyalangan guruhlarini tashkil etadigan holdagi jarayon solvatatsiya (suvli eritmada gidrotatsiya) deb ataladi. Bunda eriydigan modda zarrachalari bamisoli eritgichning zarrachalari bilan o'rab olinadi va kompleks hosil qiladi. Masalan, ohak kislotali shlaklarda eritilganda Ca^{2+} ion SiO_4^{4-} ionlarning qurshoviga tushib qoladi. Natijada $Ca_{x1} Si_{x2} O_4^{2-}$ komplekslar hosil bo'ladi.

Uchinchi erish mexanizmiga dispersion effektsabab bo'ladi. Ba'zi bir gazlar, suyuqliklar va hatto qattiq jismlarda molekulalar bir-biri bilan molekulalararo ta'sir kuchlari bilan shunchalik bo'sh bog'langanki, o'rinlarini o'ziga o'xshash moddalarning molekulalari bilan almashtirib siljishlari mumkin. Bunda energetik o'zgarishlar juda kam bo'ladi.

Ajralish sirtidagi kimyoviy akt - fazalarning o'zaro ta'sir mexanizmida markaziy momentdir. Ko'pchilik geterogen reaksiyalar o'zining tabiati bo'yicha elektrokimyoviy hisoblanadi. Masalan, temirning oksidlanish reaksiyasi



katod (2) va anod (3) bosqichlardan iborat:



7-Ma'ruza

Mavzu: Kimyoviy termodinamika asoslari

O'quv modul birliklari:

- 1. Kimyoviy termodinamika**
- 2. Termodinamikaning birinchi qonuni**
- 3. Termodinamikaning ikkinchi qonuni**
- 4. Fazaviy muvozanat.**
- 5. Termodinamikaning uchinchi qonuni**

Kimyoviy termodinamika - fizik kimyoning bo'limidir. Unda kimyo sohasidagi termodinamik hodisalar, shuningdek, moddalar termodinamik xossalari ularning tarkibi va agregat holatiga bog'liqligi ko'rib o'tiladi.

Asosiy tushunchalar va tavsiflar. Termodinamika o'rganadigan obyekt termodinamik sistema bo'lib, u modda va energiya bilan almashinib, bir-biri hamda boshqa jismlar bilan o'zaro ta'sirlashadigan fazalar, moddalar (fizik jismlar) majmuyidan iborat.

Izolatsiyalangan, berk va ochiq sistemalar mavjud. Izolatsiyalangan sistema tashqi muhit bilan energiyasi bilan ham, massasi bilan ham almashinmaydi, berk sistema faqat energiyasi bilan, ochiq sistema energiyasi bilan ham, massasi bilan ham almashinadi. Klassik termodinamika berk sistemalarni o'rganadi.

Sistema tarkibidagi fazalar va komponentlarning xossalari ekstensiv hamda intensiv xossalarga bo'linadi. Ekstensiv xossalari additivlikka (masalan, massa va hajm) ega. Alohida qismlar massalarining (hajmlarining) yig'indisi butun jism massasi (hajmi) ga teng. Intensiv xossalari (masalan, bosim va temperatura) har bir nuqtada ma'lum qiymatga ega bo'ladi. Ular sistemaning termodinamik parametrlari deb ataladi.

Sistemalarda sodir bo'ladigan jarayonlar o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan izotermik, o'zgarmas hajmda sodir bo'ladigan izoxorik va o'zgarmas bosimda sodir bo'ladigan izobarik yoki izobar jarayonlarga bo'linadi. Bundan tashqari, izolatsiyalangan sistemalarda adiabatik jarayonlar sodir bo'ladi, bunda sistema bilan atrofdagi muhit orasida issiqlik almashinish istisno qilinadi.

Barcha jarayonlarda termodinamikaning uchta asosiy qonuniga rioya qilinadi. Bu qonunlar termik jarayonlarga tatbiqan tabiiy qonunlarini ifodalaydi.

Termodinamikaning birinchi qonuni

Faqat issiqlik va ishni bevosita o'lchash mumkin. Moddaning ichki energiyasi esa uning holatiga, ya'ni temperatura, bosim va hokazolarga bog'liq. Agar izolatsiyalangan jism ustida ish bajarilayotgan bo'lsa, u holda uning ichki energiyasi bajarilgan ishga teng kattalikka o'zgaradi. Jism temperaturasining xuddi shunday o'zgarishiga ancha qizdirilgan jism uzatadigan issiqlik sabab bo'lishi mumkin.

Termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik jarayonlari jiddiy rol o'ynaydigan sistemalar uchun energiyaning saqlanish qonunini ifodalashdan

iborat. Bu qonunga muvofiq energiya bir shakldan boshqasiga aylanishi mumkin, lekin vujudga kelishi yoki yo'q bo'lishi mumkin emas. Izolatsiyalangan sistemaning to'la energiyasi o'zgarmasdir, ya'ni:

$$Q + U + A = \text{const}, \quad (1)$$

bu yerda: Q — keltirilgan issiqlik miqdori, J; U — jami ichki energiya, J; A — bajarilgan ish miqdori, J.

(1) tenglama faqat izolatsiyalangan sistemalar uchun o'rinlidir. Tabiat hodisalari yoki texnik jarayonlarni termodinamik analiz qilish uchun jismlar ichki energiyasi zaxirasining absolut kattaligini bilish zaruriyati yo'q, chunki mazkur holda bu funksiyaning o'zgarishigina ahamiyatga ega. Funksiyaning o'zgarishi ish va issiqlik effektining bevosita o'lchab bo'ladigan kattaligi bo'yicha aniqlanishi mumkin.

Reaksiyaning issiqlik effekti, ya'ni ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdori sistemaning entalpiya (H) deb ataluvchi to'la energiyasining o'zgarishiga teng. Entalpiya ish va issiqlik birliklari, ya'ni joullarda o'lchanadi.

Shunday qilib, issiqlik effekti Q ga teng bo'lgan istalgan reaksiya uchun quyidagini yozish mumkin:

$$\Delta H = \Delta U + \Delta A \quad (2.5)$$

(1) va (2) larni taqqoslashdan ko'rinib turibdiki, reaksiyaning issiqlik effekti va sistema entalpiyasining o'zgarishi qarama-qarshi ishoraga ega:

$$Q = -\Delta H \quad (3)$$

Shu sababdan, metallning (Me) issiqlik ajralib sodir bo'ladigan oksidlanish reaksiyasini ikki usulda yozish mumkin:



(5) ifoda reaksiya vaqtida issiqlik ajralib chiqishini, (6) ifoda esa sistemaning jami energiyasi, ya'ni uning entalpiyasi kamayishini ko'rsatadi.

Termodinamikaning birinchi qonuniga muvofiq ish (issiqliksiz) yoki issiqlik (ishsiz) miqdori izolatsiyalangan jismni bir holatdan boshqasiga o'tkazish uchun zarur bo'lgan jism energiyasining o'zgarishiga teng va o'tish amalga oshirilgan usulga bog'liq bo'lmaydi.

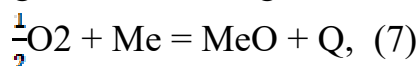
Sistema ichki energiyasining birorta jarayon sodir bo'lishi natijasida o'zgarishini bu jarayon vaqtida uzatilgan ish va issiqlik miqdorini aniqlab topish mumkin. Ichki energiyaga o'xshab, entalpiya boshlang'ich holatdan oxirgi holatga o'tish amalga oshirilgan usulga emas, balki faqat sistemaning holatiga bog'liq bo'ladi. Yangi reaksiyalar uchun entalpiyaning o'zgarishi (ΔH) oldin o'lchangan reaksiyalarda olingan ma'lumotlar asosida hisoblab topiladi. Agar hosil bo'lish entalpiyasi ($\Delta H_{f,h}^\circ$) tushunchasi kiritilsa, hisoblashlar ancha soddalashadi. Bu

tushuncha modda moli standart holatda elementlardan tashkil topadigan reaksiya uchun entalpiyaning o'zgarishidan iborat. Bunda elementlarning har biri, shuningdek, standart holatda bo'lishi kerak. Hosil bo'lish entalpiyasidan reaksiya entalpiyasini hisoblashda ham foydalanish mumkin:

$$\Delta H = \sum v_i \Delta H_{h.b.} - \sum v_j \Delta H_{h.b.}$$

bu yerda: $\sum v_i \Delta H_{h.b.}$ — reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisi; $\sum v_j \Delta H_{h.b.}$ — reaksiyaga kiradigan moddalarning hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisi; v_i va v_j — reaksiya tenglamasida stexiometrik koeffitsiyentlar.

Termodinamika birinchi qonunining qo'llanilishi. Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, reaksiyaning issiqlik effekti ichki energiyaning o'zgarishiga va ishning bajarilishiga bog'liq. Agar kimyoviy aylanishlarda ish bajarilmasa ($A = 0$), u holda $\Delta H = \Delta U$. Masalan, agar bu metallning oksidlanish jarayoni bo'lsa,



(bu yerda $Q = 20000 \text{ J/mol}$), u holda (7) ifoda 1 mol MeO oksid hosil bo'lganda issiqlik ko'rinishida 20000 J energiya ajralishini ifodalaydi. Binobarin, MeO bir molining ichki energiyasi kislorod $\frac{1}{2}$ molining va metall 1 molining ichki energiyasidan 20000 J kam bo'ladi.

Agar reaksiya o'zgarmas bosimda sodir bo'lsa, hajm esa o'zgarsa, bunda quyidagi formula bilan ifodalanadigan kengaytirish ishi bajariladi:

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V = -Q \quad (8)$$

Agar reaksiyada faqat qattiq jismlar va suyuqliklar (kondensatsiyalangan fazalar) qatnashsa, u holda $p\Delta V$ kattalik Q ga nisbatan juda kichik va uni hisobga olmasa bo'ladi. Bunda

$$\Delta H = \Delta U = -Q$$

Reaksiyaning issiqlik effekti temperaturaga bog'liq. Shuning uchun ularning qiymatlari ma'lum temperaturaga oid. Masalan, ΔH_{298} yozuv issiqlik effekti $T = 298 \text{ K}$ (25°C) da o'lchanganligini ifodalaydi. Issiqlik effektining temperaturaga bog'liqligi ikkita tenglamada ifodalanadigan Kirxgof qonuni vositasida tavsiflanadi:

$$\left[\frac{\partial(\Delta H)}{\partial T} \right]_{p=\text{const}} = \Delta c_p, \quad (10)$$

$$\left[\frac{\partial(\Delta U)}{\partial T} \right]_{V=\text{const}} = \Delta c_V \quad (11)$$

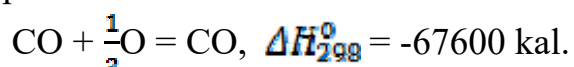
bu yerda c_p va c_V — tegishli o'zgarmas bosim va hajmdagi issiqlik sig'imi.

Kirxgof qonuni istalgan temperatura uchun ΔH ni hisoblab topishga imkon beradi. Tenglama (2.11) ni T_0 dan T gacha chegaralarda integrallab, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \int_{T_0}^T \Delta c_p \cdot dT, \quad (12)$$

bu yerda: T_0 — ΔH ma’lum (ΔH_{T_0}), masalan, ΔH_{298} bo‘lgan temperatura; T — ΔH aniqlanishi kerak bo‘lgan temperatura; Δc_p — T_0 dan T gacha temperaturalar oralig‘ida c_p ning o‘zgarishi.

Kirxgof tenglamasining qo‘llanilishini misolda ko‘rsatish mumkin [12]. Uglrod oksidining oksidlanish reaksiyasi uchun ΔH ning temperaturaga bog‘liqligi ifodasini topamiz:



Bu reaksiyada qatnashayotgan moddalarning uy temperaturasidan yuqori temperatura atrofidagi mol issiqlik sig‘imlari uchun taqribiy tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$c_p^{\text{CO}} = 6,50 + 0,0017T; \quad c_p^{\text{O}_2} = 6,50 + 0,0017T;$$

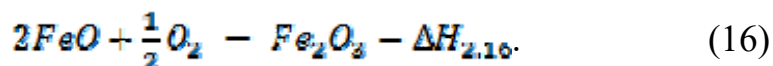
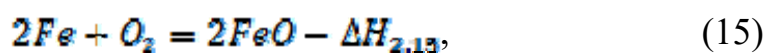
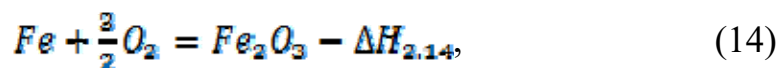
$$c_p^{\text{CO}_2} = 7,00 + 0,0071T - 0,00000186T^2.$$

Bundan $\Delta s_p = -2,75 + 0,0056T + 0,00000186T^2$ ekanligi kelib chiqadi. Bu ifodani (13) tenglamada Δs_p uchun qo‘yib va $T_1 = 298^\circ$ bilan T_2 orasida integrallab, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\Delta H_{T_2}^0 = -67600 - 2,75(T_2 - 298) + 0,0028(T_2^2 - 298^2) + 0,00000062 \cdot (T_2^3 - 298^3)$$

Issiqlik effektlariga bog‘liq bo‘lgan boshqa muhim qonun Gess qonuni hisoblanadi. Bu qonunga muvofiq reaksiyaning issiqlik effekti reaksiyaning o‘tish yo‘li, ya’ni uning oraliq bosqichlariga emas, balki sistemaning boshlang‘ich va oxirgi holatiga bog‘liq bo‘ladi.

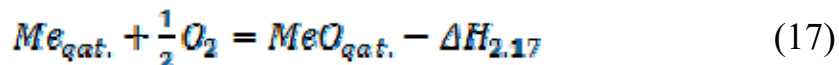
Masalan, temirning oksidlanishi bir nechta reaksiyalar bo‘yicha sodir bo‘lishi mumkin:



Gess qonuniga muvofiq $\Delta H_{2.14} = \Delta H_{2.15} = \Delta H_{2.16}$. Bu holatni eksperimental ma’lumotlar tasdiqlaydi. Reaksiya alohida bosqichlarining ΔH i

ma'lum bo'lsa, Gess qonuni bo'yicha uning issiqlik effektini hisoblab topish mumkin.

Reaksiyaning issiqlik effekti kimyoviy va fizik-kimyoviy aylanishlarning energetik balanslarini tuzishga hamda analiz qilishga imkon beradi. Masalan, quyidagi



tenglama qattiq metallning (Me), oksidlanishi qattiq oksidning hosil bo'lishi va ΔH 17 J issiqlikning ajralishi bilan sodir bo'lishini ifodalaydi. Quyidagi



tenglama MeO ning suyuq oksidi ΔH 18 J issiqlik miqdori sarflab, uglerod bilan qaytarilishini ifodalaydi. Lekin bu jarayonlar sodir bo'ladimi? Bu savollarga termodinamikaning birinchi qonuni javob bermaydi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Umumiy termodinamikaning birinchi qonuni abadiy dvigatelning, ya'ni uzluksiz energiya yaratadigan mashinaning mavjudligi ehtimolini rad etadi, lekin mashinaga keltirilgan barcha issiqlikni amalda foydali ishga aylantirishga qobiliyatli uzluksiz ishlaydigan mashina yaratish mumkinligini istisno etmaydi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni bunday mashina yaratilishi mumkinligini rad etadi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, issiqlikning bir qismi atrofdagi muhitga tarqalishi muqarrardir.

Termodinamika ikkinchi qonunining eng umumiy ta'rifini Klauzius bergan: sistemaning entropiya deb ataladigan holat funksiyasi mavjud, uning dS orttirmasi sistemaga qaytuvchan issiqlik berilganda quyidagiga teng:

$$dS = \frac{\delta Q}{T} \quad (19)$$

Real (qaytmas) adibatik jarayonlarda entropiya ortib, muvozanat holatda eng katta qiymatga ega bo'ladi. Entropiya ekstensiv kattalikdir.

1 holatdan 2 holatga eng so'nggi o'tish uchun entropiyaning o'zgarishi quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \frac{Q_{1-2}}{T} \quad (20)$$

bu yerda Q_{1-2} — holat 1 dan holat 2 ga o'tish uchun keltirilgan issiqlik miqdori.

Jarayonning har bir cheksiz kichik sohasida yutilgan issiqlik dT temperatura differensialiga ko'paytirilgan c issiqlik sig'imiga teng. Bundan

$$dS = \frac{cdT}{T} \quad (21)$$

Bu tenglamani integrallab quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\int_{S_2}^{S_1} dS = \int_{T_2}^{T_1} \frac{cdT}{T} \quad (22)$$

Temperaturaning ortishi bilan entropiya har doim ortadi, bu esa temperatura ortganda molekulalar harakati tartibsizligining kuchayishi bilan moslashadi.

Entropiyaning o'zgarishi (20) tenglama yordamida hisoblanadi. Masalan, suyuqlanish issiqligi $\rho = 320 \text{ J/g}$, suyuqlanish temperaturasi $T_s = 1000 \text{ K}$ bo'lgan metall (Me) uchun entropiyaning o'zgarishini aniqlash talab etiladi:

$$\Delta S = S_{Me_{suyuq}} - S_{Me_{qat.}} = \frac{M_{Me} \rho}{T_s}$$

Mol massasini $M_{Me} = 60 \text{ g}$ deb qabul qilamiz. Unda $\Delta S_s = \frac{320 \cdot 60}{1000} = 19,2$ J/mol bo'ladi.

Qizdirganda entropiyaning o'zgarishi (22) tenglama yordamida hisoblanadi. Uni integrallab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$S_1 - S_2 = \Delta S = c \ln \frac{T_1}{T_2}$$

Bu formula bo'yicha qizdirganda entropiyaning o'zgarishini osongina hisoblab topish mumkin.

Termodinamika ikkinchi qonunining qo'llanilishi. Entropiyaning hisoblab topilgan qiymatlaridan izolatsiyalangan sistemalarda muvozanatga erishilganlik darajasini baholash uchun foydalanish mumkin. Lekin metallurgik jarayonlar izolatsiyalanmagan, boshqacha aytganda, ochiq sistemalarda sodir bo'ladi. Bu sistemalar termodinamik analiz uchun ma'lum darajada taxminan berk hisoblanadi.

Bunday sistemalarda muvozanatni baholash uchun Gibbs energiyasi (G) tushunchasidan (avvallari bu tushuncha erkin energiya yoki izobar-izotermik potensial sifatida ma'lum edi, shuning uchun 1984- yilgacha nashr etilgan adabiyotda eski ta'rifni uchratish mumkin) foydalaniladi. Gibbs energiyasining ichki energiya va entalpiyaga bog'liqligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$G = U - T \cdot S + A = H - T \cdot S$$

Gibbs energiyasi uchun, xuddi ichki energiya kabi, absolut qiymati emas, balki uning u yoki bu jarayondagi o'zgarishi muhim. Gibbs energiyasining asosiy xususiyati shimdan iboratki, qaytar jarayonlarda uning kattaligi o'zgarmaydi, qaytmas jarayonlarda esa faqat kamayadi. Binobarin, izobar-izotermik sistemalarning muvozanatda bo'lishlik sharti Gibbs energiyasining minimum bo'lishidan iborat. Gibbs entropiyasi va energiyasi holat parametrlariga bog'liq bo'ladi:

$$dG = dU - TdS - SdT + pdV + Vdp$$

Tenglamaga TdS qiymatini qo'yib, erkin energiyaning bosim va temperaturaga bog'liqligini topamiz:

$$dG = V \cdot dp - SdT. \quad (24)$$

Bundan quyidagilar kelib chiqadi:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T = V \quad (25)$$

va

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p = -S \quad (26)$$

(26) tenglamadan S ning qiymatini (23) ifodaga qo'yib quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$G = H + T \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p \quad (27)$$

Bu tenglama Gibbs—Gelmgols tenglamasi deb ataladi va o'zgarmas bosimda Gibbs energiyasining temperaturaga bog'liqligini xarakterlaydi.

$\Delta G = f(T)$ bog'lanish metallurgik jarayonlarni amalda termodinamik analiz qilishda to'g'ri chiziq tenglamasi ko'rinishida ifodalanadi:

$$\Delta G = A + BT \quad (28)$$

Bunda, agar dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlari standart holatda olinsa, ΔG «nolinchi» indeksi bilan to'ldiriladi (G°). Standart holat dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlari atmosfera bosimi hamda $T = 298 \text{ K}$ da eritmalar, aralashma va shunga o'xshashlar ko'rinishida emas, balki sof holda olinganligini ifodalaydi, ya'ni

$$\Delta G^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T \cdot \Delta S_{298}^\circ \quad (29)$$

A G° qiymati bo'yicha reaksiyaning sodir bo'lishi mumkinligi haqida filer yuritish mumkin. Masalan, mazkur temperatura va bosimda grafitning olmosga aylanishi mumkinligi yoki yo'qligini aniqlab olish zarur. Agar bu sharoitlarda olmosning erkin energiyasi (G_o), grafitniki (G_{gr})dan ortiq va ΔG musbat bo'lsa, u holda bunday jarayonning sodir bo'lishi mumkin emas. Lekin p va T larning boshqa qiymatlarida ΔG manfiy bo'lishi mumkin. Hozirgi vaqtda bu jarayon, chamasi 3000 K temperatura va $100\,000 \text{ atm}$ bosimda amalga oshiriladi.

Oksidlar, xloridlar, fluoridlar, sulfidlar, karbonatlar va silikatlarining hosil bo'lish va parchalanish termodinamikasi. Qiyosiy analiz uchun, odatda, ΔG° ning qiymati kJ/mol O_2 yoki J/g-atom O larda keltiriladi. Eng muhim elementlar uchun bunday taqqoslash - rasmda berilgan, bu yerda fazaviy o'tish nuqtalarida sinishlarga ega bo'lgan $\Delta G^\circ = f(T)$ chiziqlardan tashqari, kislorod muvozanat bosimining va ayni sharoitlar uchun muvozanatda bo'lgan CO/CO_2 va $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ nisbatlar darajasining qiymatlari keltirilgan. Bu diagrammadan foydalanib, ΔG_o ning qiymatinigina emas, balki p_{O_2} ni ham, shuningdek, C—O—metall va H—O—metall sistemalardagi muvozanat nisbatini aniqlash mumkin. Diagrammani qurish prinsipi rasmda keltirilgan.

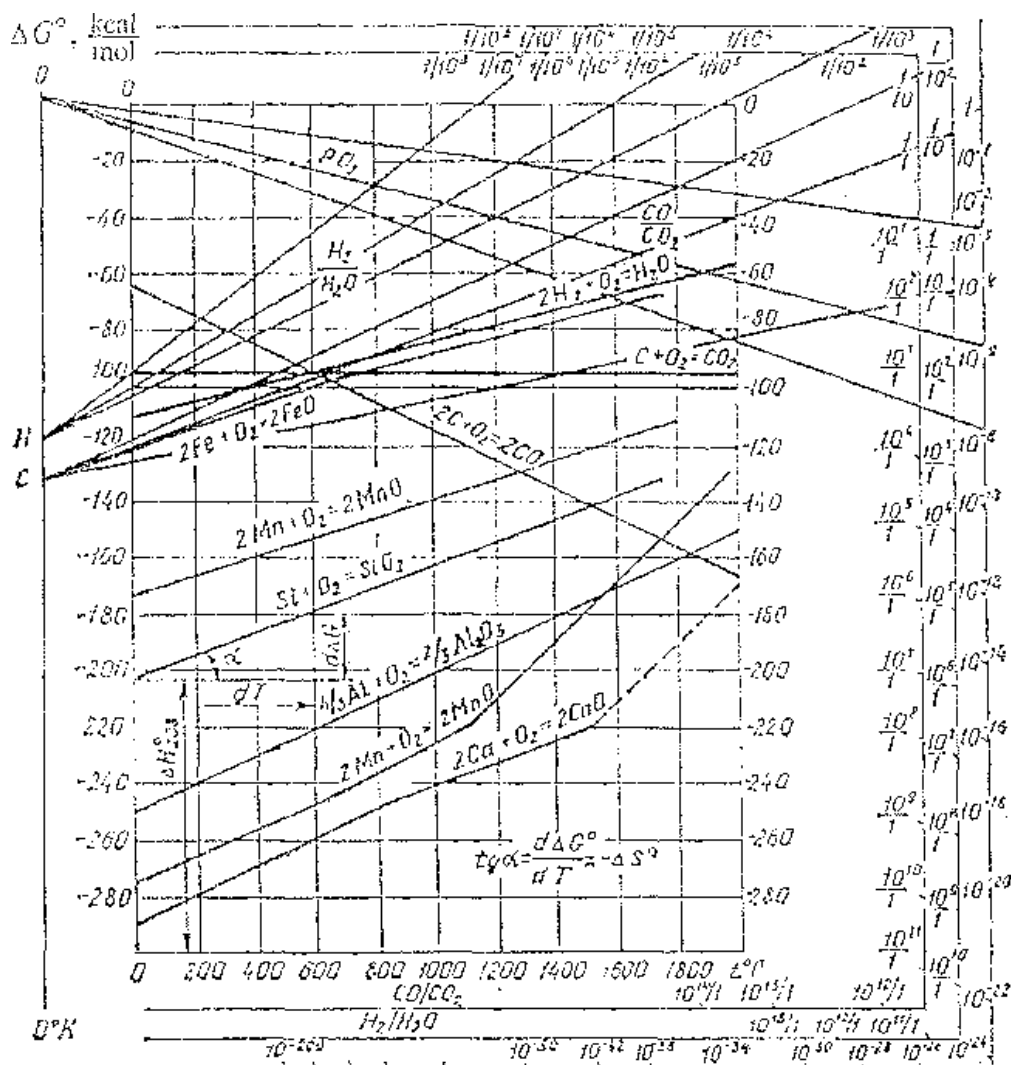
Gibbs energiyasi tushunchasi oksidlarning nisbatan mustahkamligi haqida mulohaza yuritishga imkon beradi, lekin uni juda katta ehtiyotlik bilan qo'llash

lozim. Shuni nazarda tutish zarurki, Gibbs energiyasi haqidagi ma'lumotlar muvozanat holatlarga taalluqlidir. Agar reaksiya mahsuloti reaksiya zonasidan doim chiqarib turilsa, muvozanat hech qachon bo'lmaydi. Bunda reaksiya tezligi va aktivlash to'sig'i katta ahamiyatga ega. Masalan, $C + O_2 \rightleftharpoons CO_2$ reaksiya uchun $\Delta G = -94$ kkal/mol, lekin agar ko'mir yondirilmasa, ya'ni unga aktivlash energiyasi berilmasa, u yonmaydi. Past temperaturada esa reaksiya tezligi shunchalik kichik bo'ladiki amalda reaksiya sodir bo'lmaydi.

$\Delta G^\circ = f(T)$ chiziq qiyaligi reaksiya entropiyasining o'zgarishini xarakterlaydi, chunki $d\Delta G^\circ/dT = -\Delta S$. To'g'ri chiziq $\Delta G = f(T)$ ning uzunligi dastlabki moddalar yoki reaksiya mahsulotlarining fazaviy aylanishlari nuqtalari (suyuqlanish, qaynash, fazaviy o'tish) bilan cheklanadi. Fazaviy aylanish vaqtida entropiya o'zgaradi va to'g'ri chiziq o'z qiyaligini o'zgartiradi. ΔG — Tdiagrammadagi to'g'ri chiziqlar (- rasmga q.) o'xshash qiyaliklarga ega, chunki gazsimon kisloroddan qattiq oksidga o'tishda entropiyaning o'zgarishi barcha hollarda qariyb bir xil bo'ladi.

Metall kislorod bilan o'zaro ta'sirlashib qattiq oksid hosil qilganda entropiya kamayadi, chunki qattiq oksid metall va gazga nisbatan ancha tartiblangan strukturaga ega bo'ladi. $\frac{d(-\Delta G^\circ)}{dT} = \Delta S^\circ$ bo'lgani uchun diagrammada to'g'ri

8-rasm. Oksidlar uchun $\Delta G^\circ = f(T)$ diagrammasi.



chiziqlar musbat qiyalikka ega bo'lishi kerak, ya'ni temperatura ortgan sayin ΔG° kattalik kamroq manfiylikka ega bo'lib qoladi. Fazaviy aylanishlarda chiziqlar o'z qiyaligini o'zgartiradi. Qaynash temperaturalari va sublimatsiyada chiziqning egilish qiyaligi suyuqlanish nuqtasidagiga qaraganda deyarli tik bo'ladi.

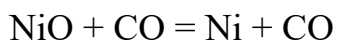
Sababi, qattiq holatdan suyuq holatga o'tishda qattiq yoki suyuq holatdan gazsimon holatga o'tishdagiga qaraganda tartibsizlik kam bo'ladi. Oksidlar uchun $\Delta G^\circ = f(T)$ diagrammadan quyidagi muhim xulosa chiqadi: ΔG° ning manfiy zonasida joylashgan metallar o'z- o'zidan oksidlanadi, shu vaqtning o'zida esa undan yuqori joylashgan metallar oksidlanmaydi. Qariyb barcha metallar $\Delta G^\circ < 0$ zonada joylashadi.

Oksidning turg'unligi bevosita ΔG° ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. Turg'unligi kamroq bo'lgan oksidlar son qiymati uncha katta bo'lmagan ΔG° ga, ancha turg'un oksidlar esa uning absolut kattaligining yuqori qiymatiga ega bo'ladi. Shunday qilib, ΔG° ning musbat zonasiga erishilganda oksidlanish tugaydi yoki turg'unmas oksid hosil bo'ladi. Masalan, $4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ reaksiyada 1500°C dan yuqori temperaturada Fe_2O_3 ning oksidlanishi murnkin emas, chunki Fe_2O_3 bunday va undan yuqori temperaturada turg'un bo'lmaydi. Ag_2O va HgO ni shunday tarzda oddiy qizdirish yo'li bilan metallga aylantirish mumkin.

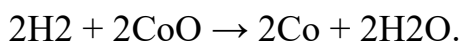
Oksid faqat $\Delta G^\circ = f(T)$ chiziqlari diagrammada bu qiymatdan pastda joylashadigan metallar bilan qaytarilishi mumkin. $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ reaksiya chizig'i qariyb gorizontall joylashgan, ya'ni uning qiyaligi taxminan nolga teng, bundan bu reaksiya uchun entropiya amalda o'zgarmaydi, degan xulosa kelib chiqadi. Buni quyidagilar bilan tushuntirish mumkin: amalda dastlabki va oxirgi hajmlar (amalda tegishlicha O_2 va SO_2 gazlarning hajmi shunday hajmlardandir) bir xil, binobarin, qattiq moddalarning entropiyasi uncha katta bo'lmaydi.

$2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$ reaksiya chizig'i pastga qarab yo'nalgan, ya'ni manfiy qiyalikka ega. Bu entropiyaning ko'p ortishi hisobiga sodir bo'ladi: gazsimon CO ning ikkita hajmi kislorodning bitta hajmidan tashkil topadi. CO hosil bo'lish chizig'ining manfiy qiyalikligi katta ahamiyatga ega, chunki metallning qariyb barcha metall-oksid chiziqlari CO chizig'i bilan yuqori temperaturada kesishib o'tadi. Bu hol yuqori temperaturada ko'pchilik metall oksidlarining uglerod bilan qaytarilishi mumkinligini ifodalaydi.

Uglerod oksidi CO_2 dan yuqorida joylashgan barcha oksidlarni qaytarishi mumkin. Masalan, NiO 700°C da CO bilan qaytarilishi mumkin:



Bunda H_2O chizig'idan yuqorida joylashgan barcha oksidlar vodorod bilan qaytarilishi mumkin. Masalan, 700°C temperaturada



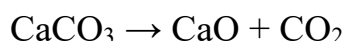
Oksidlarga nisbatan metallarning xloridlari past suyuqlanish temperaturasi va yuqori uchuvchanlikka ega bo'ladi. Xloridlarning hosil bo'lishi va ularning metallgacha qaytarilishi — rangli qotishmalarni suyuqlantirishda muhim jarayondir. Xlorid uchun ΔG° ning manfiy qiymati qanchalik katta bo'lsa, uning turg'unligi shunchalik yuqori bo'ladi. Oltin va simob xloridlarining turg'unligi past, ishqor hosil qiladigan va ishqoriy-yer metallarning turg'unligi yuqori bo'ladi.

Diagrammadagi ko'pchilik egri chiziqlar bir-birini kesib o'tadi, bu esa temperatura ortgan sayin xloridlar nisbiy turg'unligining o'zgarishi haqida guvohlik beradi. Temperatura ortganda xloridda fazaviy aylanishlar sodir bo'lganda reaksiya entropiyasi manfiyroq va chiziqlar qiyaligi kam bo'ladi. Agar fazaviy aylanishlar metallarda sodir bo'lsa, teskari effekt kuzatiladi. Metall oksidlari uchun uglerod yaxshi qaytargich hisoblanadi, lekin xloridlarni qaytarish uchun u yaroqsizdir, chunki $\frac{1}{2}\text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow \frac{1}{2}\text{CCl}_2$ reaksiya chizig'i diagrammaning yuqorigi zonasida bo'ladi.

Ftoridlar uchun ham $\Delta G = f(T)$ diagramma mavjud. Eng turg'un ishqor hosil qiladigan va ishqoriy-yer metallarning ftoridlaridir. Masalan, magniy TiF_4 , BeF_2 , ZrF_4 larni qaytaradi. Egri chiziqlari HF egri chiziq ustida joylashgan ftoridlarni vodorod vositasida metallgacha qaytarib bo'lmaydi. Metallar ftoridlarini qaytarish uchun uglerod mutlaqo yaroqsizdir.

Sulfidlar uchun $\Delta G = f(T)$ diagramma analiz qilinganda, u eng turg'un seriy, kalsiy va magniy sulfidlari ekanligini ko'rsatadi. Bu metallar desulfirator bo'lishi mumkin.

Karbonatlar mustahkam birikma hisoblanmaydi. Masalan, CaCO_3 uchun $\Delta G^\circ = f(T)$ chiziq $t = 850^\circ\text{C}$ da $\Delta G^\circ = 0$ chiziqni kesib o'tadi. Binobarin, qizdirganda u parchalanadi:



Silikatlar uchun chiziqlarning juda kam qiyalikka ega bo'lishi xosdir, ya'ni entropiyasi juda kam o'zgaradi, buni ularning hosil bo'lishida faqat kondensatsiyalangan fazalar qatnashishi bilan tushuntirish mumkin [15].

Termodinamika qonunlari metallurgik sistemalarda muvozanatning har xil turlarini hisoblashga imkon beradi. Kimyoviy va fazaviy muvozanatlar mavjud.

Kimyoviy muvozanat. Kimyoviy reaksiyalar dastlabki moddalarning to'la yo'q bo'lishigacha o'tmasdan, balki kimyoviy muvozanat ma'lum holatga erishganda to'xtaydi. Amaliy nuqtayi nazardan, muvozanat qaysi tomonga siljiganini bilish muhimdir, chunki bu reaksiyani amalga oshirish mumkinligi haqida, shuningdek, turg'unlik hamda eng ko'pi bilan qancha oxirgi mahsulot hosil bo'lishi to'g'risida guvohlik beradi. Bunga o'xshash masalalarni yechish uchun

muvozanatni tavsiflab bera olish va u bog'liq bo'lgan parametrlarni topa bilish zarur.

Masalan, marten pechi atmosferasida boshqa gazlar bilan bir qatorda karbonat angidrid gazi, uglerod oksidi va kislorod qatnashadi. Reaksiya



ning yo'nalishi birinchi navbatda, temperaturaga bog'liq bo'ladi. Nisbatan past temperaturalarda muvozanat CO_2 hosil bo'ladigan tomonga siljiydi, yuqori temperaturalarda esa bu gaz dissotsiatsiyasi ustunlik qiladi. (30) reaksiya bitta fazaning o'zida o'tadi, ya'ni reaksiyaga, kiradigan moddalar orasida ajralish sirti bo'lmaydi. Bunday reaksiyalar gomogen reaksiyalar deb ataladi. Uchta gaz aralashmasida umumiy bosim uchta parsial bosim yig'indisiga teng:

$$p_x = p_{CO} + p_{O_2} + p_{CO_2} \quad (31)$$

Jami bosim suyuqlantirish pechidagi bosimga teng va, odatda, atmosfera bosimiga teng bo'ladi, ya'ni $p_x = 0,1 \text{ MPa} = \text{const}$.

Muvozanat holatida parsial bosimlardan har biri qat'iy ma'lum kattalikka ega bo'ladi. Reaksiya mahsuloti parsial bosimining dastlabki gazlarning parsial bosimlariga nisbatining stexiometrik koeffitsiyentlar darajalaridagi ko'paytmasi K muvozanat konstantasi deb ataladi. Ayni holdagi parsial bosimlar nisbati ta'sir etuvchi massalar qonunining xususiy holi hisoblanadi. Umumiy holda



reaksiya uchun ta'sir etuvchi massalar qonuni muvozanat konstantasini moddalarning konsentratsiyasi orqali aniqlaydi:

$$K_m = \frac{[c]^c \cdot [d]^d}{[a]^a \cdot [b]^b} \quad (33)$$

Muvozanat konstantasi Gibbs energiyasi bilan Vant-Goff tenglamasi vositasida bog'lanadi. Bu tenglama kimyoviy reaksiya tenglamasi deb ham ataladi:

$$\Delta G = -RT \ln K_m + RT \ln \frac{p_B^a \cdot p_C^c}{p_A^a \cdot p_B^b} \quad (34)$$

Agar (32) reaksiya gaz fazasida sodir bo'lsa, (34) ifoda haqiqiy bo'ladi. Standart holatda (bunda dastlabki moddalar ham, reaksiya mahsulotlari ham sof ko'rinishda qatnashadi), ya'ni ularning bosimi (konsentratsiyasi) birga teng bo'lganda, (34) tenglamaning ikkinchi hadi nolga teng bo'ladi va

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_m \quad (35)$$

Binobarin, muvozanat konstantasi temperaturaga bog'liq. Agar Gibbs—Gelmgols tenglamasiga (35) tenglama qo'yilsa, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{d(\ln K_m)}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2} \quad (36)$$

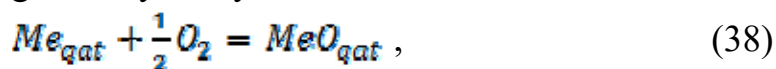
Bu tenglamani xuddi (34) tenglama kabi Vant - Goff keltirib chiqargan va kimyoviy reaksiyaning izobara tenglamasi deb ataladi.

Agar muvozanat konstantasi konsentratsiya orqali ifodalangan bo'lsa, unda kimyoviy reaksiyaning izoxora tenglamasi deb ataladigan

$$d\ln K_m / dT = DU^\circ / RT^2 \quad (37)$$

munosabat o'rinli bo'ladi. (36) va (37) tenglamalardan issiqlik yutib hosil bo'ladigan birikmalar yuqori temperaturalarda, ekzotermik birikmalar esa past temperaturalarda ancha turg'un bo'lishi kelib chiqadi.

Metallurgik jarayonlar muvozanatini ko'rib o'tayotganda Le-Shatelye prinsipi muhim ahamiyatga ega. Bu prinsipga ko'ra, muvozanat holatidagi sistemaga uning birorta parametrining o'zgarishiga olib keladigan ta'sir sistemada bu parametrning o'zgarishiga qarshi ta'sir ko'rsatadigan jarayonlarga sabab bo'ladi. Muvozanat o'rnatilgandan keyin komponentlardan biri konsentratsiyasining ixtiyoriy ravishda ortishi reaksiyaning o'tish yo'nalishini o'zgartiradi, bu esa Le-Shatelye prinsipiga to'la mos keladi. Kimyoviy muvozanatning siljuvchan xarakteri sistemada muvozanatning konsentratsiyadan chetga chiqishiga sabab bo'ladi. Bu spontan (o'z-o'zidan) chetga chiqishlar fluktuatsiya deb ataladi. Ajralish sirtiga ega bo'lgan sistemalardagi muvozanat (bunday sistema geterogen sistema deb ataladi) yuqoridagi (33 - 35) tenglamalar yordamida tavsiflanadi. Standart holatda kondensatsiyalangan fazalar birga teng bo'lgan bosim va konsentratsiyaga ega bo'ladi. Shu sababdan elementlarni, masalan, quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanishi uchun



$$K_m = \frac{1}{p_{O_2}^{1/2}} \text{ va } \Delta G^\circ = RT \ln p_{O_2} \quad (39)$$

bo'ladi. Bunday holda p_{O_2} bosim oksidning dissotsiatsiya elastikligi deb ataladi.

Agar reagentlar konsentratsiyasi birga teng bo'lmasa, unda reaksiyalar eritmalarida sodir bo'ladi. Bunday holda termodinamik potenciallar deb ataluvchi H, U, G termodinamik kattaliklardan tashqari, muvozanatga moddalarning konsentratsiyasi ham ta'sir etadi. Bunday holda eritmalar va aralashmalar uchun termodinamik funksiyalar va konsentratsiyalarni birlashtiradigan «kimyoviy potensial» tushunchasidan foydalanilsa qulay bo'ladi. Hozircha muvozanat holati kimyoviy potenciallarning tengligi bilan aniqlanadi degan postulat kiritamiz.

Fazaviy muvozanat. Geterogen sistemalardagi aylanishlarni o'rganishda termodinamika ikkinchi qonunining muhim qo'llanishlaridan biri, ko'pincha Gibbsning fazalar qoidasi deb ataladigan, fazaviy muvozanatning asosiy qonuni hisoblanadi (bu sistemalarda kimyoviy va fizik- kimyoviy aylanishlar bo'lishi mumkin). Uni misolda ko'rib chiqamiz.

Sistema F fazalardan iborat va uning tarkibida barcha fazalarda ishtirok etadigan K mustaqil komponentlar bor deylik. Muvozanat holatidagi sistemada temperatura va

bosim, shuningdek, har qaysi komponentning kimyoviy potentsiallari barcha fazalarda bir xil bo'ladi. Har qaysi fazaning holati temperatura, bosim va barcha mustaqil komponentlarning konsentratsiyasi bilan aniqlanadi. O'z ichiga K mustaqil komponentlarni olgan istalgan fazaning tarkibini aniqlash uchun ularning miqdorini $(K - 1)$ ko'rsatish yetarli. Sistemadagi F fazalar holatini tavsiflash uchun tarkibi bo'yicha $F(K - 1)$ o'zgaruvchan kattalik va temperaturasi hamda bosimi bo'yicha ikkita o'zgaruvchan kattalik talab etiladi. Binobarin, $F(K - 1) + 2$ o'zgaruvchi zarur. Lekin barcha bu o'zgaruvchilar mustaqil bo'lmasdan ba'zilar bir-biriga bog'liq bo'ladi, chunki muvozanatda har bir komponentning turli fazalar orasida taqsimlanishi uning kimyoviy potentsiallarining barcha fazalarda teng bo'lishlik shartini qoniqtirishi kerak.

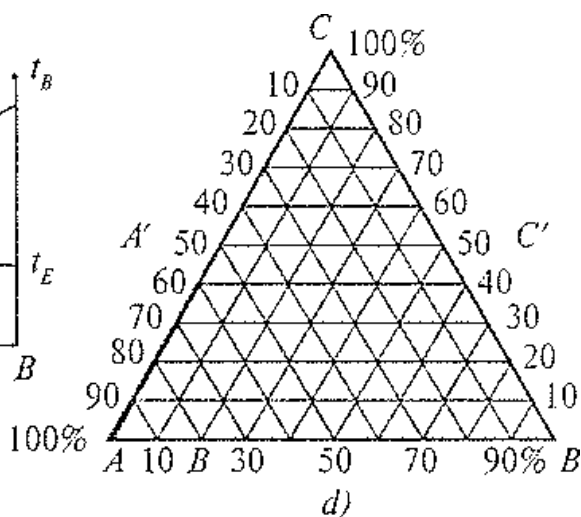
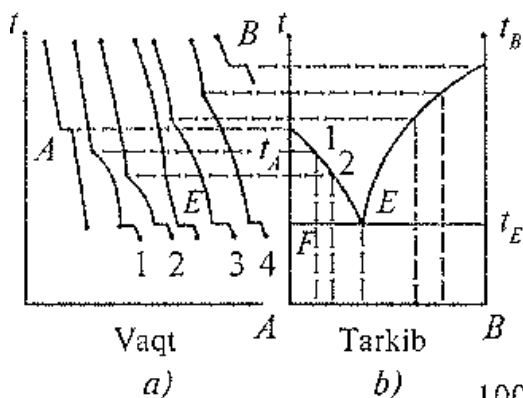
Mustaqil o'zgaruvchilar sonini yoki erkinlik darajalari sonini C orqali belgilab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$C = F(K - 1) + 2 - (F - 1)K \text{ yoki } C = K - F + 2. \quad (40)$$

Bu munosabat fazaviy aylanishlarning asosiy qonuni yoki Gibbs tenglamasi deb ataladi. Bu qonundan quyidagilar kelib chiqadi: komponentlar soni ortishi bilan erkinlik darajalari soni ortadi va fazalar sonining ortishi bilan kamayadi. $C=0$ da ayni sistema uchun fazalarning eng ko'p soni muvozanatda bo'ladi.

Klassifikatsiyalashda sistemalarni fazalar soni bo'yicha (bir fazali, ikki fazali va h.k.), komponentlar soni bo'yicha (bir komponentli, ikki komponentli va h.k.) va erkinlik darajalari soni bo'yicha [variantsiz ($C = 0$), bir variantli ($C = 1$), ikki variantli ($C = 2$) va h.k.] bo'lish qabul qilingan.

Ko'p fazali, ko'p komponentli sistemalar (metall, shlak va boshqalar), odatda, ikki qismdan iborat yoki uch qismdan iborat holat diagrammalari bilan xarakterlanadi. - rasmda termik analiz yordamida holat diagrammasini qurish (suyuqlanuvchanlik diagrammalari) usuli ko'rsatilgan. - a rasmda suyuqlanmalar yoki tarkibi turlicha bo'lgan eritmalarni sovitish egri chiziqlari tasvirlangan, - b rasmda esa sovitish egri chiziqlari bo'yicha ikki komponentli sistemaning holat diagrammasi ko'rsatilgan.



9-rasm. Ikki komponentli (a, b) va uch komponentli (d) holat diagrammalarini tuzish sxemalari.

Gibbsning fazalar rauvozanati asosiy qonunidan fazali kondensatsiyalangan ikki komponentli sistema uchun o'zgarmas bosimda erkinlik darajalarining $K = 2$ sonida (40) tenglamaga muvofiq $C = 3 - F$ bo'ladi. Bunda muvozanatda bo'lgan fazalar soni $F = 3$ dan ($C = 0$ da), erkinlik darajalari soni esa $C = 2$ dan ($F = 1$ dan) ortiq bo'lishi mumkin emas. Temperatura va fazalar tarkibi o'zgaruvchan kattalikdir.

Uch komponentli sistemada bosim, temperatura va ikkita konsentratsiya o'zgaruvchan kattalik hisoblanadi. Odatda, uch komponentli kondensatsiyalangan sistemalar o'zgarmas bosimda tekshiriladi. Sistema xossalari uchta o'zgaruvchiga bog'liqligini uch qirrali to'g'ri burchakli prizmadan iborat fazoviy diagramma ko'rinishida tasvirlash mumkin. Prizmaning asosi bo'lib uch qismdan iborat sistema tarkibini xarakterlovchi teng yoqli uchburchak, temperatura esa balandlik bo'lib xizmat qiladi. Teng yoqli uchburchakning uchlari sof A, B, C moddalarga mos keladi (- rasmga q.). Uchburchak ichida joylashgan barcha nuqtalar uch komponentli sistemalarning tarkibini xarakterlaydi. Berilgan nuqta uchburchakning tegishli uchiga qanchalik yaqin joylashgan bo'lsa, sistema tarkibidagi komponentlardan har birining protsent hisobidagi miqdori shunchalik ko'p bo'ladi.

Termodinamikaning uchinchi qonuni

Termodinamikaning bu qonuni temperatura absolut nolga yaqinlashganda entropiyaning nolga intilishini ko'rsatadi. Bu ta'rif quyidagiga ekvivalent: c_p va c_v lar $T = 0$ da nolga teng bo'lib qoladi.

Muvozanatlarni hisoblash uchun termodinamika uchinchi qonunining ahamiyati shundan iboratki, u moddalar reaksiyasida qatnashadigan entropiya kattaligini topishga imkon beradi. Absolut nolda sof kristalik modda entropiyasi S_0° nolga teng. Istalgan boshqa temperaturada esa uning qiymatini quyidagi tenglamadan topish mumkin:

$$S_T^\circ = \int_0^T c_p d \ln T$$

Absolut nolga yaqinlashadigan temperaturadagi issiqlik sig'imi Debay tenglamasi yordamida hisoblab topiladi. Ushbu tenglamaga muvofiq bu zonadagi issiqlik sig'imi absolut temperaturaning uchinchi darajasiga proporsionaldir.

Shunday qilib, barcha moddalarning entropiyasini termik ma'lumotlardan topish mumkin, bu esa faqat kalorimetrik o'lchovlar yordamida istalgan reaksiya uchun muvozanat shartlarini topishga prinsipial imkoniyat beradi.

8-Ma'ruza

Mavzu: Shixta materiallari

O'quv modul birliklari:

1. Shixta materiallarining klassifikatsiyasi va umumiy xarakteristikasi
2. Cho'yan quymalar
3. Ikkilamchi qora metallar
4. Ferroqotishmalar

Klassifikatsiyasi va umumiy xarakteristikasi. **Metall shixta uchun** asos sifatida *birlamchi* va *ikkilamchi* qora va rangli metallar hamda ligaturalardan foydalaniladi. Birlamchi - metallurgiya sanoatining ruda materiallaridan olinadigan va quyma ko'rinishida yetkazib beriladigan mahsulotidir. Ikkilamchi — temir-tersak va metall hamda qotishma chiqindilari, shuningdek, temir-tersak va chiqindilardan suyuqlantirib olingan rangli metallarning qotishmalaridan iborat. Temir-tersak ko'rinishidagi ikkilamchi qora metallardan po'lat va cho'yanni suyuqlanti- rishda keng foydalaniladi. Ikkilamchi rangli metallar qotishmalarni quyma ko'rinishida chiqaradigan «Vtorsvetmet»ning ixtisoslashtirilgan korxonalarida qayta suyuqlantiriladi, lekin ba'zan mashinasozlik korxonalarida temir-tersak va chiqindilardan bevosita foydalaniladi. Chiqindilar ular hosil bo'ladigan korxonalarda bevosita ishlatilganda iqtisodiy samaradorlik yuqori bo'ladi, lekin buning uchun korxona zaruriy shixta tayyorlash va metallurgiya bo'limlariga ega bo'lishi kerak.

Tayyor qotishmalar ko'rinishida aluminiy quymalari, bosim ostida quyish uchun magniy va rux qotishmalari, antifriksion rux qotishmalari, shuningdek, badiiy quymalar uchun bronza, qalayli va qalaysiz quyma bronzalar va qalayli quyma jezlar yetkazib beriladi.

Cho'yan quymalari quyiladigan, qayta ishlanadigan va tabiatan legirlangan cho'yanlarga bo'linadi. Quyiladigan cho'yanlar (GOST 4832—80)ning odatdagi (L) va magniy bilan tozalangan (LR) turlari chiqariladi. Bundan tashqari, quyiladigan cho'yanlar tarkibidagi krem- niyga qarab L1 (Si 3,2—3,6%) ... L6 (Si 1,2—1,6%) markalarga, tarkibidagi Mn ning miqdoriga qarab I (0,3% gacha) ... IV (0,9 dan 1,5% gacha) gruppalariga va A (0,08% gacha), B (0,12% gacha), V (0,3% gacha), G (0,7% gacha), D (0,12% gacha) klasslarga va tarkibidagi S miqdoriga qarab 1 (0,05%)... 5 (0,05% gacha) kategoriyalarga bo'linadi.

Qayta ishlanadigan (GOST 805—80) cho'yanning 10 ta markasi chiqariladi: P1 va P2 — qayta ishlab po'lat olish uchun; PL1 (Si 0,8— 1,2%) va PL2 (Si 0,5— 0,8%) — quymakorlik uchun, PF1, PF2, PFZ — fosforli, PVK1, PVK2, PVKZ —

yuqori sifatli. Marka xuddi quyma cho'yanniki kabi tarkibidagi Si miqdori bilan aniqlanadi, lekin Si qayta ishlanadigan cho'yanlarda ancha kam bo'ladi. Bundan tashqari, qayta ishlanadigan cho'yanlar Mn bo'yicha gruppalariga, P bo'yicha klasslarga va S bo'yicha kategoriyalarga bo'linadi.

Tabiatan legirlangan cho'yanlar uch turga bo'linadi: xrom-nikelli (TU 14-15-84-79), titanli va titan-misli (TU 14-15-4-74). Xrom-nikelli cho'yanning 10 ta markasi chiqariladi: LXN1 (Ni + Co 0.2%; Cr 0,4—1,2%) dan LXN10 (Ni + Co 1%; Cr 2,3-3,2%) gacha. Titanli cho'yan (BTLZ—BTL7) tarkibida 0,3—1,2% Ti, titan- misli cho'yan (BTMLZ—BTML7) tarkibida 1-3% Cu va 0,3-1,2% Ti bo'ladi. Ular shixtaga qo'shilsa, kam legirlangan konstruksion cho'yanlarni suyuqlantirib olish uchun imkon tug'iladi.

Ikkilamchi qora metallar (GOST 2787-75). Ular jumlasiga cho'yan va po'latning temir-tersagi, po'lat va cho'yan qirindisi, metall qirqmasi, shtampovka qilingan detal va shunga o'xshashlar kiradi. Ikkilamchi qora metallar klassifikatsiyasi - rasmda tasvirlangan. Ular kategoriyalarga (A — uglerodli va B — legirlangan), klasslarga (po'lat va cho'yan) va turlarga bo'linadi. Turi fizik holati va sifat ko'rsatkichlari bilan aniqlanadi: bo'lak-bo'lak, presslangan, qirindi; gabaritli, nogabarit va h.k. Domnaga kiritiladigan qo'shimcha, metall zaki (kuyindi) va payvand shlaki klassga bo'linmaydi, ular suyuqlantirishda quymakorlikda ishlatilmaydi. Legirlangan chiqindilar va temir- tersak kimyoviy tarkibi bo'yicha 67 ta gruppaga bo'linadi.

Ferroqotishmalar. Metall shixta materiallarining bu keng gruppasi bitta yoki bir nechta legirlovchi elementlari bo'lgan temir qotishmalarni o'z ichiga oladi. Asosiy legirlovchi element, odatda, qotishmalarning nomida ko'rsatiladi: ferrosilitsiy — Si, ferromarganes — Mn, ferroxrom — Cr va h.k.

Ferromarganes (GOST 4755-80) kam uglerodli (C = 0,5%), o'rta uglerodli (C = 1—2%) va ko'p uglerodli (C = 7%) qotishmalarga bo'linadi. Kam uglerodli, o'rtacha uglerodli ferromarganesning tarkibida 85% Mn (tarkibidagi Mn miqdori 75% bodgan FMn 2,0 dan tashqari) bo'ladi. Kam uglerodli ferromarganes markasining raqamli belgisida tarkibidagi uglerodning o'rtacha miqdori ko'rsatiladi (masalan, FMn 1,5 tarkibida 1,5% C bo'ladi), ko'p uglerodlida esa marganesning o'rtacha miqdori (masalan, FMn 75 tarkibida 75% Mn bo'ladi) ko'rsatilgan. Ferromarganes markasida A harfi tarkibdagi fosfor miqdorining kamligini (masalan, FMn 78A tarkibida 0,05% P bo'ladi), K harfi tarkibdagi kremniy miqdorining kamligini (kremniy 1% gacha), C harfi tarkibdagi kremniy miqdorining yuqorligini ifodalaydi, C harfidan keyingi raqam kremniy miqdorini ko'rsatadi (masalan, FMn 75AC6 tarkibida 6% kremniy bo'ladi).

Ferroxrom (GOST 4757-89E) kam uglerodli (0,01—0,5% C), o'rtacha uglerodli (1—4%C), ko'p uglerodli (6,5—8% C) va markasiga N half belgisi

kiritilgan azotlangan (1—6% N) ferroxromga bo‘linadi. Ferroxonming barcha markalarida xrom miqdori 60—68% bo‘ladi. Kam uglerodli, o‘rtacha uglerodli va ko‘p uglerodli ferroxromning markalaridagi raqamli belgi tarkibdagi C miqdorini ko‘rsatadi (masalan, FX006A tarkibida 0,06% C bor). Azotlangan ferroxrom markasidagi raqamli belgi tarkibdagi azot miqdorini ko‘rsatadi (masalan, FXN 200A tarkibida 2% azot bor). Ferroxrom tarkibidagi Si miqdori 0,8—2,0% atrofida bo‘ladi. Markadagi C harfi tarkibdagi Si miqdorining ko‘pligini (masalan, FX800SA tarkibida 5,0—10,0% Si bor), A va B harflari tarkibdagi P miqdorining kam yoki ko‘p bo‘lishini ko‘rsatadi (A harfi bo‘lsa, tarkibdagi P miqdori 0,02—0,03%; B harfi bo‘lsa, P miqdori 0,03—0,05% atrofida bo‘ladi).

Ferrosilitsiyning (GOST 1415—78) 11 ta markasi chiqariladi. Ferrosilitsiy markasidagi raqamli belgi tarkibdagi silitsiyning o‘rtacha miqdorini ko‘rsatadi (masalan, FS45 tarkibida 41—47% Si bo‘ladi).

Ferrotitan (GOST 4761—80)ning 5 ta markasi chiqariladi. Ti0, Ti1, Ti2 markali ferrotitan tarkibida 25—35% Ti, TiV, TiV1 markalar tarkibida esa 60% dan ziyod Ti bo‘ladi.

Ferrovolfamning (GOST 17293—82) 6 ta markasi chiqariladi. Ular tarkibidagi volfram miqdori 65% (FV65) dan 80%(FV80a) gachani tashkil qiladi. Markadagi a harfi tarkibda aluminiy borligini ko‘rsatadi.

Ferrobora (GOST 4848—69) ning 4 ta markasi chiqariladi. Ular tarkibidagi bor miqdori 6% (FBZ markali) dan 20% gacha va undan yuqori (FB0 markali) bo‘ladi. Turli markadagi ferrobora tarkibidagi kremniy miqdori 2 dan 15% gachani, aluminiy miqdori esa 3 dan 15% gachani tashkil qiladi.

Ferrosilikoxromning (GOST 11861—77) 6 ta markasi chiqariladi. Ularning turli markalaridagi xrom miqdori 28% (FSX 48 markali) dan 55% gacha va undan yuqori (FSX13) bo‘ladi. Ferrosilikoxrom markasidagi raqam belgisi uning tarkibidagi kremniyning o‘rtacha miqdorini ko‘rsatadi (masalan, FXS 33 tarkibida 30—37% kremniy bo‘ladi).

Ferromolibdenning (GOST 4759—79) tarkibida 55—58%Mo bo‘lgan uchta markasi (FM1, FM2, FMZ) chiqariladi.

Ferroqotishmalardan shixtani korrektirovka qilish, cho‘yan va po‘latni legirlash va modifikatsiyalash uchun foydalaniladi.

Birlamchi rangli metallar. Bu shixta materiallari GOST va TU ga muvofiq quymalar, yombilar va granullar ko‘rinishida yetkazib beriladi. Ular tozalik darajasiga qarab markalanadi. Quyma ko‘rinishidagi juda toza birlamchi (GOST 11069-74) aluminiy A999 (99,95% Al) kabi, texnik toza aluminiy A85 va h.k. A0 gacha (99%A1) marka bilan belgilanadi. Birlamchi suyuqlantirib olingan quymalar ko‘rinishida silumin (GOST 1571—76) ham yetkazib beriladi. Lining tarkibida 10 - 13% kremniy bo‘ladi. Harflardan keyingi raqamlar aralashmalardan tozalanish

darajasini belgilaydi. Eng tozasi — SIL-00. SIL-2 tarkibida Fe - 0,7%; Mn - 0,5%; Ca - 0,2%; Cn - 0,3%; Zn - 0,08% bo'ladi.

Quymalar ko'rinishidagi birlamchi magniy (GOST 804-72) ham tozalik darajasiga qarab markalanadi — Mr 96 (99,96% Mg) dan Mr 90 (99,9% Mg) gacha.

Mis (GOST 859-78) tayyorlash usuliga qarab markalanadi: kislorodsiz toza mis M0 Ob (99,99% Cu) kabi, kisloroddan tozalangan mis M1p (99,9% Cu), olovda tozalangan mis M2 (99,7% Cu) va M3 (99,5% Cu) kabi belgilanadi.

Boshqa barcha birlamchi rangli metallar ham shunga o'xshash markalanadi. Rux (GOST 3640-79): SV00 (99,99% Zn), SV0, SV1, SV, SOA, S0, S1, S2, SZ (97,5% Zn). Qalay (GOST 860-75) OVSh-OOO (99,999% Sn) dan OSh (96,43% Sn) gacha. Qo'rg'oshin (GOST 3778-77): C000 (99,999% Pb) dan C3 (99,9% Pb) gacha. Nikel (GOST 849-70): H0 (99,99% Ni) dan NSh (97,6% Ni) gacha. Xrom (GOST 5905-79): X00 (99% Cr): X0, X2, X3 (97% Cr) va h.k.

9 – Ma'ruza

Mavzu: Sho'yanni suyuqlantirib olish fizik-kimyoviy xarakteristikasi

O'quv modul birliklari:

1. Cho'yanni suyuqlantirib olish
2. Turli suyuqlantirish pechlari uchun gaz va shlak fazalari
3. Temir uglerodli qotishmalarning asosiy komponentlari
4. Cho'yanni suyuqlantirib olishda suyuqlanmaning uglerod bilan o'zaro ta'siri

Termodinamika, Cho'yanni suyuqlantirib olishda u yoki bu reaksiyalarning sodir bo'lish ehtimolini baholash uchun ΔG° va ΔG kattaliklardan foydalaniladi. Turli faktorlarning (fazalar tarkibi, konsen- tratsiyalar, aktivlik, temperatura) reaksiyalar sodir bo'lishi ehtimoligiga ta'sir qilishini miqdoriy baholashni Gibbs energiyasi o'zgarishining ayirmasi yordamida amalga oshirilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi:

$$\Delta_1 G = \Delta G_1^\circ - \Delta G_2^\circ, \quad (1)$$

$$\Delta_2 G = \Delta G_1 - \Delta G_2, \quad (2)$$

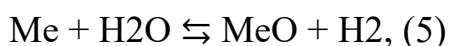
$$\Delta_3 G = \Delta G_1^\circ - \Delta G_1, \quad (3)$$

bu yerda: $\Delta_1 G$ — Gibbs energiyasi o'zgarishining birinchi ayirmasi. U (2) reaksiyada (1) reaksiyaga nisbatan ΔG° ning miqdoriy chetlashishini xarakterlaydi; $\Delta_2 G$ — Gibbs energiyasi o'zgarishining ikkinchi ayirmasi. U (2) reaksiyada (1) reaksiyaga nisbatan ΔG° ning miqdoriy chetlashishini xarakterlaydi; $\Delta_3 G$ — Gibbs

energiyasi o'zgarishining uchinchi ayirmasi. U bitta reaksiyaning o'zida biror omilning o'zgarishi natijasida ΔG ning ΔG° dan miqdoriy chetlashishini xarakterlaydi.

U yoki bu reaksiyalarning bo'lish ehtimolini baholash uchun Gibbs energiyasi o'zgarishining birinchi ayirmasi to'g'risidagi tushuncha ko'pdan beri qo'llanib kelinadi, lekin u reaksiyalarning real sodir bo'lish ehtimoli haqida to'la tasavvur bermaydi, chunki komponentlarning aktivligi $\Delta G=f(T)$ chiziqlarning joylashishini jiddiy o'zgartirib yuboradi. Ikkita reaksiyadan birining bo'lish ehtimoli haqida energiya o'zgarishining ikkinchi ayirmasi to'g'risidagi tushuncha ancha aniq tasavvur beradi. Muallif tomonidan kiritilgan energiya o'zgarishining uchinchi ayirmasi to'g'risidagi tushuncha turli omillarning $\Delta G = f(T)$ chiziqlarning siljishiga ko'rsatadigan ta'sirini yetarli darajada aniq baholashga imkon beradi.

Cho'yanni suyuqlantirishda oksidlanish- qaytarilish reaksiyalari eng katta ahamiyatga ega, chunki cho'yan, odatda, oksidlovchi atmosferada bajariladi va amalda barcha metallar uchun $Me + \frac{1}{2} O_2 = MeO$ reaksiyaning ΔG° si noldan kichik (- rasmga q.).



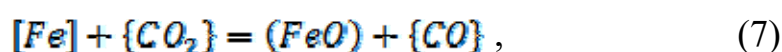
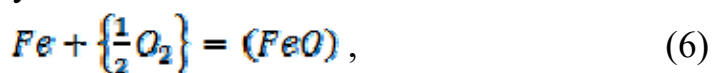
reaksiyalar bo'yicha oksidlanish ancha sust o'tadi. Masalan, Ni bu gazlar bilan oksidlanmaydi. Bundan tashqari, ΔG o'zgarishni a_{Me} , a_{MeO} , p_{CO_2} , p_{H_2O} larni hisobga olgan holda suyuqlantirishning konkret shart- sharoitlariga tatbiqan ko'rib chiqish kerak. Masalan, turli suyuqlantirish sharoitlarida tarkibida 3,2% S, 1,8% Si va 0,6% Mn bo'lgan cho'yandan temir oksidlanishini termodinamik analiz qilish talab etiladi (-jadval).

5 - jadval

Turli suyuqlantirish pechlari uchun gaz va shlak fazalarining tarkibi

Suyuqlantirish pechi	Gazning parsial bosimi, p/pumum			Shlaktarkibi, %					
	O ₂	CO	CO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO
Vagranka	-	0,15	0,1	45	10	10	5	25	5
Yoy pechi	0,07	0,11	0,015	60	10	10	2	15	3
Induksion	0,21	0,0003	-	70	5	8	7	2	8

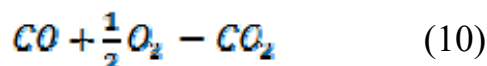
Oksidlanish reaksiyalari:



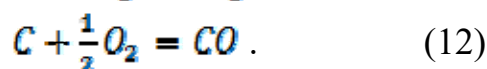
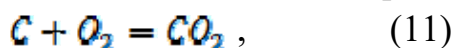
$$\Delta G_{3,6} = \Delta G_{3,6}^{\circ} + RT(\ln a_{FeO} - \ln p_{O_2} - \ln a_{Fe}), \quad (8)$$

$$\Delta G_{3,7} = \Delta G_{3,7}^{\circ} + RT(\ln a_{FeO} + \ln p_{CO} - \ln p_{CO_2} - \ln a_{Fe}), \quad (9)$$

Bor bo'lgan ma'lumotlarga ko'ra ΔG° ni aniqlaymiz. Shu maqsadda (7) reaksiyani ketma- ket sodir bo'ladigan jarayonlarning ayirmasi kabi tasvirlaymiz. Masalan, is gazi oksidlanganda hosil bo'ladigan uglerod ikki oksidining hosil bo'lish reaksiyasi

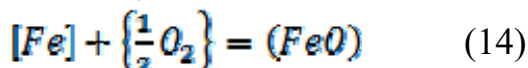


ni uglerod kislorod bilan oksidlanganda karbonat anhidrid va is gazlari hosil bo'lish reaksiyalarining ayirmasi sifatida ko'rib chiqish mumkin:



$$\text{Binobarin, } \Delta G_{3,10}^{\circ} = \Delta G_{3,11}^{\circ} - \Delta G_{3,12}^{\circ}. \quad (13)$$

Bu holda (7) reaksiyani temirning kislorod bilan oksidlanish reaksiyasi



va is gazining oksidlanishida uglerod ikki oksidi hosil bo'luvchi (3.11) reaksiyaning ayirmasi kabi tasvirlash mumkin. Bundan

$$\Delta G_{3,7}^{\circ} = \Delta G_{3,14}^{\circ} - \Delta G_{3,10}^{\circ} = \Delta G_{3,14}^{\circ} - \Delta G_{3,11}^{\circ} + \Delta G_{3,12}^{\circ}. \quad (15)$$

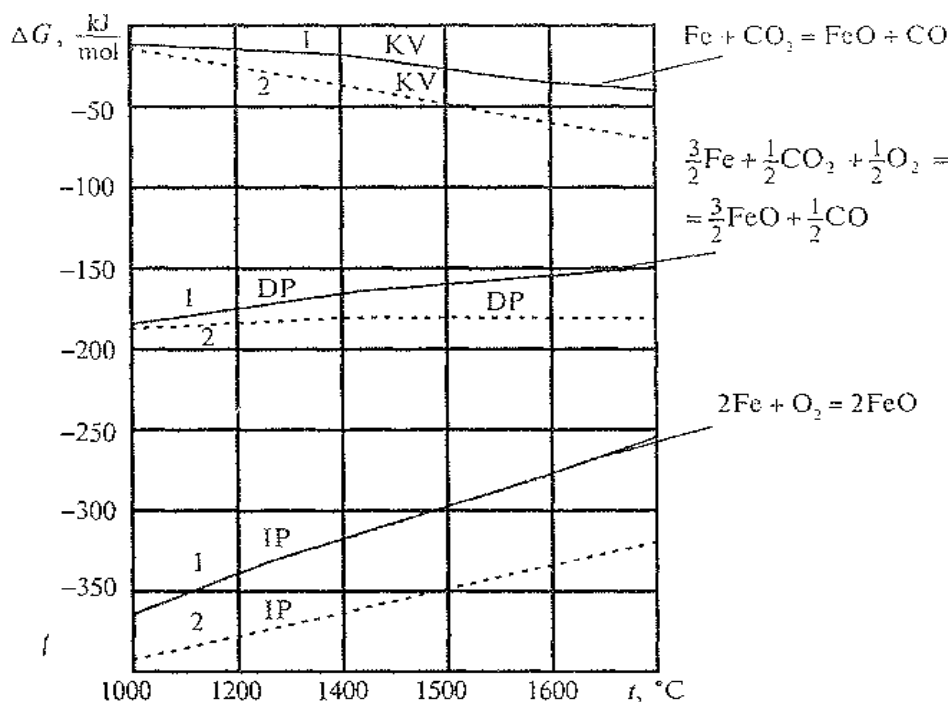
Hisoblash natijalari - rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinishicha, eng oksidlovchi sharoitlar induksion pechda ochiq suyuqlantirishda yaratiladi.

Bitta reaksiyaning o'zini turli sharoitlarda miqdoriy baholash uchun energiya o'zgarishining to'rtinchi ayirmasi tushunchasini kiritish maqsadga muvofiq bo'ladi:

$$\Delta_4 G = \Delta G_I - \Delta G_{II} \quad (16)$$

bu yerda: ΔG_I — I sharoitlarda Gibbs energiyasining o'zgarishi; ΔG_{II} — II sharoitlarda xuddi shuning o'zi.

Ko'rib o'tilayotgan holda I sharoit temirning vagrankaning, II sharoit

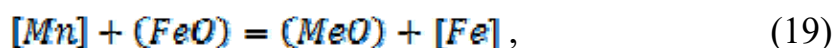
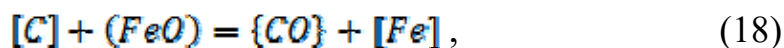
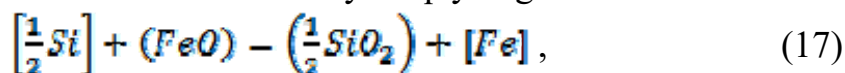


temirning induksion pechning gaz fazasi bilan oksidlanish reaksiyasining o'tishini xarakterlaydi. Bunda $\Delta_4 G_{1600^\circ\text{C}} = -50 - (-350) = 300$ kJ/mol.

10-rasm. Turli suyuqlantirish agregatlarida suyuqlantirishda temirning cho'yanda oksidlanishida Gibbs energiyasining o'zgarishi (KV — koks vagrankasi, DP — Yoy pechi, IP — induksion pech; 1 — ΔG° ; 2 — ΔG)

Metall va shlakning bir-biriga ta'sirini termodinamika nuqtayi nazaridan analiz qilishda metall va shlakning barcha komponentlarini hisobga olgan holda ΔG qiymatlari hisoblanadi.

Temir uglerodli qotishmalarning asosiy komponentlarining shlak fazasi bilan oksidlanishini ko'rib chiqamiz. Cho'yanda erigan Si, Mn va C larning temirning chala oksidi bilan oksidlanish reaksiyasi quyidagi formulalar bilan tavsiflanadi:



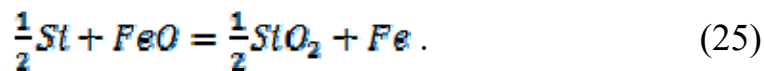
$$\Delta G_{2.17} = \Delta G_{2.17}^\circ + RT(\ln a_{\text{Fe}} + \frac{1}{2} \ln a_{\text{SiO}_2} - \ln a_{\text{FeO}} - \frac{1}{2} \ln a_{\text{Si}}), \quad (20)$$

$$\Delta G_{2.18} = \Delta G_{2.18}^\circ + RT(\ln a_{\text{Fe}} + \ln p_{\text{CO}} - \ln a_{\text{FeO}} - \ln a_{\text{C}}), \quad (21)$$

$$\Delta G_{2.19} = \Delta G_{2.19}^\circ + RT(\ln a_{\text{Fe}} + \ln a_{\text{MnO}} - \ln a_{\text{FeO}} - \ln a_{\text{Mn}}). \quad (22)$$

(17) - (19) reaksiyalarni cho'yanda erigan komponentlarning va temirning sof kislorod bilan oksidlanish reaksiyalarining ayirmasi ko'rinishida tasvirlaymiz, ya'ni (17) uchun:





Bu reaksiya uchun Gibbs standart energiyasining o'zgarishi quyida- giga teng:

$$\Delta G_{3.17}^{\circ} = \Delta G_{3.23}^{\circ} - \Delta G_{3.24}^{\circ}$$

(18) va (19) reaksiyalarni shunga ckxshash yozish mumkin. ΔG° ni aniqlashda, agar cho'yanda erigan Si, C va Mn lar uchun (a') aktivlik 1% li eritmaning standart holatida aniqlansa, komponentlarni bitta fazadan boshqasiga o'tishdagi ΔG° ni ham hisobga olish zarur, ya'ni (17) uchun



$\Delta G_{3.23}^{\circ}$ va $\Delta G_{3.26}^{\circ}$ larni [14] adabiyotdan topamiz, $\Delta G_{3.23}^{\circ}$ ni quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\Delta G^{\circ} = \frac{1}{2} \Delta G_{3.27}^{\circ} = \frac{1}{2} \Delta G_{3.25}^{\circ} - \Delta G_{3.26}^{\circ}$$

t = 1600 °C da (17) reaksiya uchun $\Delta 3G$ analizi quyidagi natijalarni ko'rsatdi:

Reaksiya (17) ning muvozanat holatiga NFe ning ta'siri juda kichik, $\Delta 3G = 2,18$ kJ/mol, bu esa termodinamika ma'lumotlari aniqligidan (u 3 kkal/mol, ya'ni 3 4,1868 = 12,5 kJ/mol ga teng) kichik.

SiO₂ aktivligining o'zgarishi $a_{SiO_2} = 1$ dan $a_{SiO_2} = 0,1$ gacha

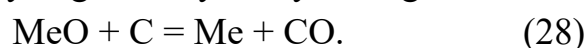
bo'lganda chetlashish $\Delta 3G = 18,2$ kJ/mol ni tashkil qiladi.

Chetlashish musbat bo'lganda reaksiyaning sodir bo'lish ehtimoli ortadi (bu grafik ravishda $\Delta G = f(T)$ chiziqning $\Delta G^{\circ} = f(T)$ chiziqdan 18,2 kJ/mol pastda joylashishi bilan ifodalanadi).

Si sezilarli ta'sir ko'rsatadi; tarkibida 1,8% Si bo'lgan cho'yanda aSi uchun $\Delta 3G = -60,9$ kJ/mol (minus belgisi reaksiyaning sodir bo'lish ehtimoli pasayganligini ko'rsatadi).

FeO ning aktivligi ham (17) reaksiyaning sodir bo'lish ehtimoligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi; aFeO = 0,02 bo'lganda $\Delta 3G = 70$ kJ/mol bo'ladi. Cho'yanni suynqlantirishda sodir bo'ladigan istalgan reaksiya uchun shunga o'xshash analiz o'tkazish mumkin.

Cho'yanni suyuqlantirib olishda suyuqlanmaning uglerod bilan o'zaro ta'siri katta ahamiyatga ega, chunki uglerod metallda erishi yoki u bilan o'zaro ta'sir qilib karbidlar hosil qilishi, yoki oksidlarni qaytarishi mumkin. Yuqori temperaturalarda ko'pchilik metallar quyidagi reaksiya bo'yicha uglerod bilan qaytarilishi mumkin:



Sof oksid $a_{\text{MeO}} = 1$) qaytariladigan sharoitlar uchun termodinamik analizni bevosita $\Delta G - T$ diagramma bo'yicha (- rasmga q.) osongina o'tkazish mumkin. Grafikda $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ va $2\text{MeO} + \text{O}_2 = 2\text{MeO}$ reaksiyalar uchun $\Delta G^\circ - T$ chiziqlar kesishib o'tadigan nuqtadan o'ngroqda ko'rsatilgan temperaturalarda metallar qaytariladi.

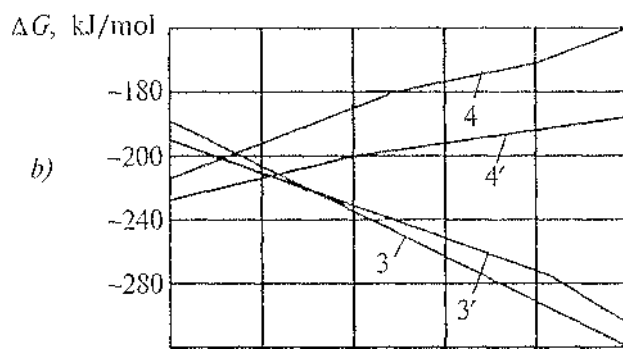
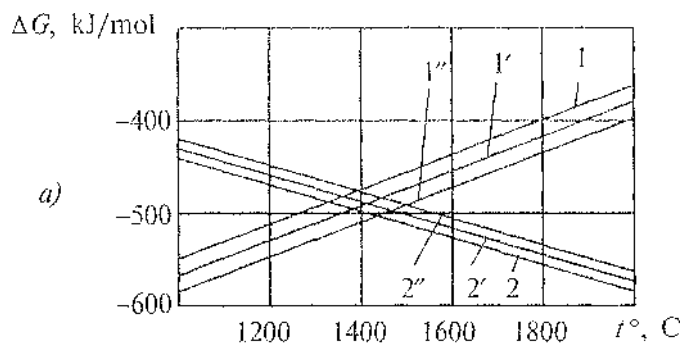
Agar oksid eritmada, masalan, shlakda bo'lsa, u holda uning aktivligini hisobga olish zarur.

Si ning geteregon uglerod bilan qaytarilishi - a rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda $a_{\text{S}} = 1$, $p_{\text{CO}} = 0,1$ uchun; tarkibida 1,8% Si bo'lgan suyuq cho'yan uchun 0,15 va 0,3 MPa, $a_{\text{SiO}_2} = 0,6 - 0,2$ va a_{Si} ni hisoblashlar natijasi keltirilgan. $a_{\text{C}} = 1$ va $a_{\text{SiO}_2} = 0,6 - 0,2$ bo'lganda 1400—1500°C oralig'ida Si qaytarilishi mumkin. a_{SiO_2} qancha yuqori bo'lsa, qaytarilish ehtimoli shuncha yuqori bo'ladi.

Fe va Mn ning uglerod bilan qaytarilishining shunga o'xshash analizi - b, d rasmlarda bajarilgan. Rasmdan ko'rinishicha, Fe uchun muvozanat temperaturalari past temperaturalar atrofida bo'ladi. Bu tahlildan quyidagilar kelib chiqadi: cho'yan va po'latni suyuqlantirishda temirning shlakdan qaytarilishi cho'yan elementlarining (17) - (19) reaksiyalar bo'yicha oksidlanishi hisobiga ham, shuningdek, suyuqlanma tarkibida alohida faza ko'rinishida bo'lgan uglerodning oksidlanishi hisobiga ham sodir bo'ladi.

Marganes uchun (- d rasm) $\Delta G^\circ - T$ chiziqlarning kesishib o'tadigan joyi 1250—1450 °C atrofida bo'ladi. Mn va MnO aktivligini hisobga olishda bu nuqta taxminan 1300 °C gacha chapga siljiydi, bu esa Mn ning uglerod bilan nisbatan oson qaytarilishi haqida guvohlik beradi.

Shlak va metall, odatda, oksidli olovbardosh materiallardan $\langle \text{MeO} \rangle$ (bunday qavslar bilan fterovkaga tegishlilik belgilanadi; dumaloq qavslar — shlak, kvadrat qavslar — metall) ishlanadigan pech fterovkasi bilan o'zaro ta'sirlashishi mumkin. Bunda quyidagi reaksiyalarni kuzatish mumkin:



11- rasm. Si (a), Fe (b) va Mn (d) ning uglerod bilan qaytarilish reaksiyalarining termodinamik analizi

500 800 1100 1400 1700 t°, S

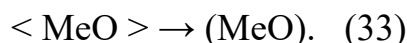
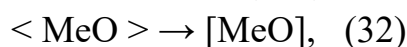
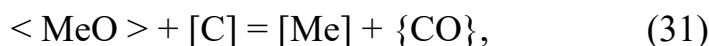
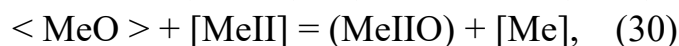
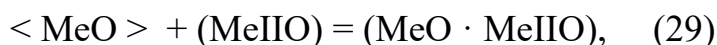
1000 1200 1400 1600 1800 t°, S

$1 - a_{SiO_2} = 1,0$; $1' - a_{SiO_2} = 0,6$; $1'' - a_{SiO_2} = 0,2$; $2 - p_{CO} = 0,1$;

$2' - p_{CO} = 0,15$; $2'' - p_{CO} = 0,3$; $3 - a_C = 1$; $3' - p_{CO} = 1$; $4 - a_{FeO} = 1$;

$4' - a_{FeO} = 1$ I-1 shlakda; $5 - a_C = 1$; $5' - p_{CO} = 1$; $6 - a_{MnO} = 1$;

$6' - a_{MnO}$ I-1 shlakda.



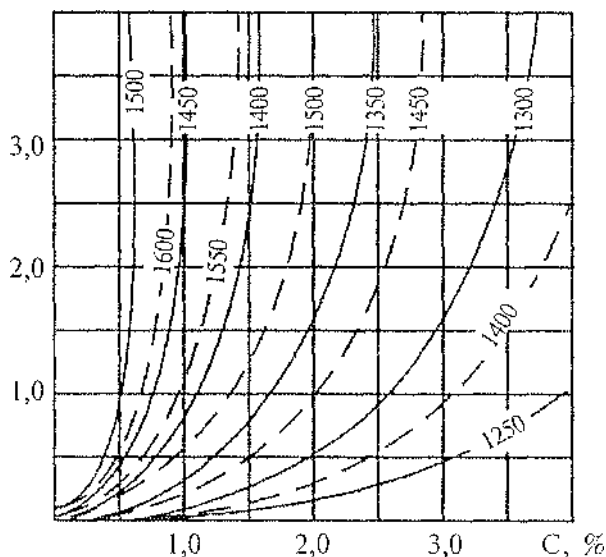
(29) va (33) reaksiyalar futerovkaning shlak oksidlari bilan o'zaro ta'sirini tavsiflaydi. Bunda yoxud kimyoviy o'zaro ta'sir (29) sodir bo'ladi, yoxud oksid shlakda eriydi (33). Bunday o'zaro ta'sir vagrankalarda keng tarqalgan. Vagrankalarning futerovkasi «yonib tushadi», chunki shlak devorlardan oqib tushayotganda futerovkani (29) reaksiya va (33) lar bo'yicha yeb ishdan chiqaradi. Futerovkaning metall bilan (30)—(32) reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladigan o'zaro ta'siri ham futerovkaning yeyilishiga va turli elementlarning metallga o'tishiga olib keladi.

Cho'yanni tigelli induksion pechlarda (ITP) suyuqlantirib olishda tigel reaksiyasining muvozanatda bo'lishi katta ahamiyatga ega bo'ladi:



bu metall temperaturasiga qarab, [Si] va [C] larning muvozanat diagrammalari bilan xarakterlanadi (- rasm).

Si, %



12-rasm. Tigel reaksiyasi diagrammasi (tutash chiziq – $p_{CO} = 0,03 \text{ MPa}$,
punktir chiziq – $p_{CO} = 0,15 \text{ MPa}$).

Ushbu diagramma a_{SiO_2} , a_S , a_{Si} va p_{CO} larning (34) reaksiya- ning muvozanatiga ta'sirini hisobga olib yasaladi. Mazkur reaksiyaning muvozanatda bo'lish konstantasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$K_M = \frac{a_{Si} \cdot p_{CO}^2}{a_C^2 \cdot a_{SiO_2}}, \quad (35)$$

$$\lg K_M = -\frac{\Delta H^0}{19,155T} + \frac{\Delta S^0}{19,155}. \quad (36)$$

Konstantaning har bir qiymatiga ma'lum muvozanat temperaturagi mos keladi:

$$T_M = \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0 - 19,55(\lg a_{Si} + 2 \lg p_{CO} - 2 \lg a_C - \lg a_{SiO_2})}. \quad (37)$$

Tigel reaksiyasi ikkita rejimda o'tishi mumkin:

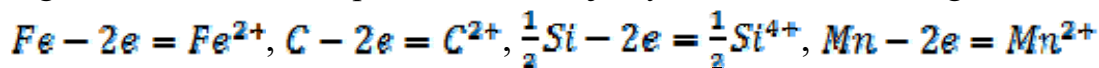
CO ning mavjud gaz pufakchasida ajralib chiqishi

$$p_{CO} = p_{CO, pars} \approx 0,03 \text{ MPa}$$

CO ning gazning paydo bo'layotgan pufakchasida ajralib chiqishi ($p_{CO} \approx 0,15 \text{ MPa}$, $0,1 \text{ MPa}$ — atmosfera bosimi va $\Delta p \approx 0,05 \text{ MPa}$ — sirt taranglikni yengish uchun zarur bo'ladigan bosim).

Lekin suyuqlantirib olish shart- sharoitlarini to'la baholash uchun hamma vaqt ham termodinamik analiz olkazish yetarli bo'lavermaydi. Masalan, qayta suyuqlantirishda briketlanmagan qirindining yuzasi katta bo'lishi tufayli koks vagrankasining ancha kam oksidlash sharoitlarida ham elektr pechlaridagiga qaraganda ko'p oksidlanadi, chunki bu yerda jarayon mexanikasi va kinetikasi ma'lum rol o'ynaydi.

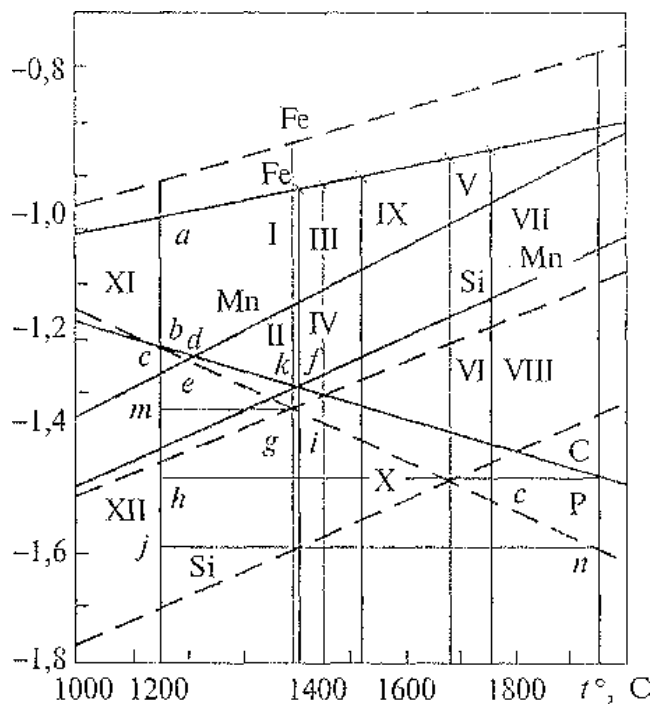
Jarayon mexanizmi. Cho'yanni suyuqlantirishda sodir bo'ladigan reaksiyalar elektr kimyoviy reaksiyalar hisoblanadi. Real suyuqlantirish sharoitlari uchun $\varphi = f(T)$ bog'lanishni ko'rib chiqamiz. Elektrod jarayonlari uchun bu bog'lanishlar



vagrankada suyuqlantirishda ishlatiladigan shlak uchun -rasmida keltirilgan. Hisoblashlar tarkibida 3,2%C; 1,85% Si va 0,6 % Mn bo'lgan cho'yan uchun bajarilgan.

Metall, shlak va uglerodning o'zaro ta'sir temperaturalari intervali 1150—1950 °C chegaralarida bo'ladi. Intervalning pastki chegarasi cho'yan aralashmalari (Si va Mn) qaytarilish jarayonlarining sust rivojlanishi bilan xarakterlanadi. Temir uchun $\varphi = -0,98$ (- rasmda a nuqta), C uchun $\varphi = -1,22$ -1,23 (cho'yandagi uglerod uchun b nuqta va koksda uglerod uchun c nuqta), ya'ni temir hatto intervalning pastki chegarasida uglerod bilan qaytariladi. Bundan koks vagrankasida koks uglerodi istalgan sharoitlarda temir oksidlarini qaytaradi, degan xulosa kelib

chiqadi. Bu xulosa qaytarilish jarayoni kuchayadigan temperatura maydonining bir tekisda emasligiga bog‘liq emas, chunki $\varphi = f(T)$ bog‘lanishlar tafovutlanadi. Agar hozirgina qattiq metallardan uzilgan va temir oksidi bilan qoplangan tomchi temperaturasi 1400 °C bo‘lgan (salt koloshaning yuqorigi qismidagi koks sirtining tempera-turasi) koks bo‘lagiga tushsa, u holda quyidagi jarayonlar sodir bo‘ladi:



13- rasm. $\text{Me} - 2e = \text{M}^{2+}$ ($\text{Me} = \text{Fe}, \text{C}, \text{Si}, \text{Mn}$) elektrodli jarayonlar uchun $\varphi^\circ = f(T)$ (punktir chiziqlar) va $\varphi = f(T)$ (tutash chiziqlar) bog‘lanishlar.

Katodda $\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$; 1150 °C da $\varphi = -0,98$ V va 1400 °C da $\varphi = -0,93$ V. Anodda $\text{C} - 2e = \text{C}^{2+}$; 1150 °C da $\varphi = 1,23$ va 1400 °C da $-1,30$ V. $E_{\text{min}} = -0,92 + 1,22 = 0,3$ V; $E_{\text{max}} = -0,83 + 1,30 = 0,47$ V, ya'ni ancha yuqori, bu esa temperatura maydoni notekisligining ta'sirini son jihatdan tasdiqlaydi.

Marganes uchun 1400 °C da $\varphi_{\text{Mn}} = -1,14$ V, cho'yanda eriydigan uglerod uchun $\varphi_{\text{C}} = -1,30$ V, koks uglerodi uchun $\varphi_{\text{C}} = -1,33$ V, ya'ni $\varphi_{\text{Mn}} > \varphi_{\text{C}}$. Bundan marganesning uglerod bilan qaytarilishi salt koloshaning yuqorigi chegarasidan boshlab sodir bo'lishligi kelib chiqadi. $a_{\text{C}} = 1$ da C uchun, ya'ni koks uglerodi uchun va cho'yanda erigan uglerod uchun $\varphi = f(T)$ chiziqlar 1100 °C da bir- birini kesib o'tadi. Bu hol $t > 1100$ °C da temir va boshqa elementlar, asosan, koks uglerodi hisobiga qaytarilishi haqida guvohlik beradi. Marganesning uglerod bilan qaytarilishi bir yo'la uning temir ikki oksidi bilan oksidlanishi bilan sodir bo'ladi. Bu jarayonlarning EYK (elektr yurituvchi kuch)lari bir- biriga teng bo'lgandagina ular muvozanatda bo'ladi. Bu temperaturani grafik (- rasm) bo'yicha aniqlash mumkin: u 1410 °C ga teng (I va II kesmalar teng). Cho'yanda erigan uglerod uchun 1440 °C temperaturada oksidlanish va qaytarilish ehtimoli bir xil (III va IV kesmalar teng, - rasmga q.). Marganesning bir tekis temperatura maydonida qaytarilishi a va e nuqtalarning (mos ravishda erigan uglerod va koks uglerodi uchun) temperaturasidan yuqori temperaturalarda sodir bo'ladi. Notekis temperatura maydonida potentsiali 1,33 V bo'lgan anodda (i nuqta) marganes barcha temperaturalarda qaytariladi, chunki h nuqta marganes chizig'iga yetmaydi.

Bir tekis temperatura maydonida Si ning koks uglerodi bilan $t > 1360$ °C dan (k nuqta) boshlanadi. Cho'yanda erigan C va Si lar uchun muvozanat temperaturasi 1400 °C ga (f nuqta) teng. Notekis temperatura maydonida cho'yanda erigan uglerod bilan qaytarilish salt koloshaning yuqori qismida $t = 1310$ °C dan (g nuqta) boshlanadi. Koks uglerodi bilan Si ning oksidlanishi va qaytarilishi teng ehtimollik bilan $t = 1680$ °C da (V va VI kesmalarining tengligi) kuzatiladi. Cho'yanda erigan uglerod uchun bu temperatura 1760 °C ga teng. Notekis temperatura maydonida (p va n nuqtalar — potentsiallarning eng manfiy chetki qiymatlari) metallning eng past temperaturasi 1520 °C ga teng. Bu temperaturada qaytarilish jarayoni oksidlanish jarayonidan ustunlik qiladi. Bu — kremniyning vagrankada qaytarilish jarayonining pastki chegarasi.

Metall va shlak fazalarida komponentlarning aktivligini hisobga olib aniqlanadigan muvozanat potentsillarining ishlab chiqilgan hisoblash metodikasi notekislik darajasi turlicha bo'lganda bir tekis hamda notekis temperatura maydonlarida elementlarning qaytarilish muvozanat temperaturalarini hisoblab topishga imkon beradi.

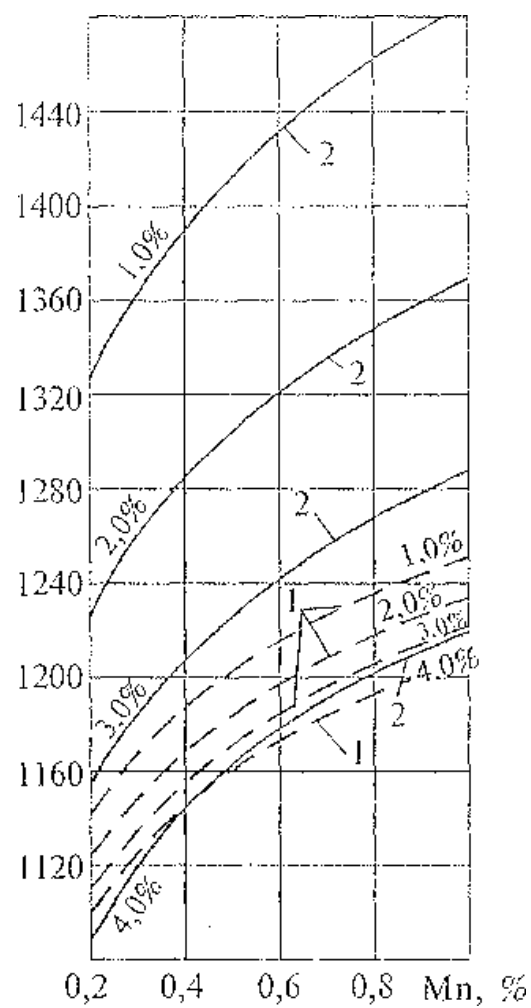
Muvozanat temperaturalarining qiymati metall va shlak tarkibiga sezilarli darajada bog'liq bo'ladi. Masalan, uglerod bilan Mn ning qaytarilishi muvozanat

temperaturasi metall tarkibiga qarab 1090—1490 °C chegaralarida bo'lishi mumkin, bu - rasmdan ko'rinib turibdi (C element 4% va Mn element 2% bo'lganda $t=1090$ °C; C — 1% va Mn — 1% bo'lganda $t=1490$ °C). Bu temperatura shlak tarkibidagi MnO = 1% bo'lganda 1440 °C dan (qaytargich — erigan uglerod, C = 3,2%) tarkibdagi MnO = 15% bo'lganda 1110 °C gacha (qaytargich — koks uglerodi) o'zgaradi. Shlak tarkibida MnO = 5% bo'lganda MnO dan Mn ni qaytarish uchun koks uglerodi va 4% miqdorida cho'yanda erigan uglerod adekvatdir. Boshqa sharoitlar bir xil bo'lganda cho'yan tarkibidagi Mn miqdori har bir 0,1% Mn ga muvozanat temperaturasini 10—20°C ga o'zgartiradi. Katta qiymatlar cho'yanda erigan uglerod bilan qaytarishga taalluqlidir.

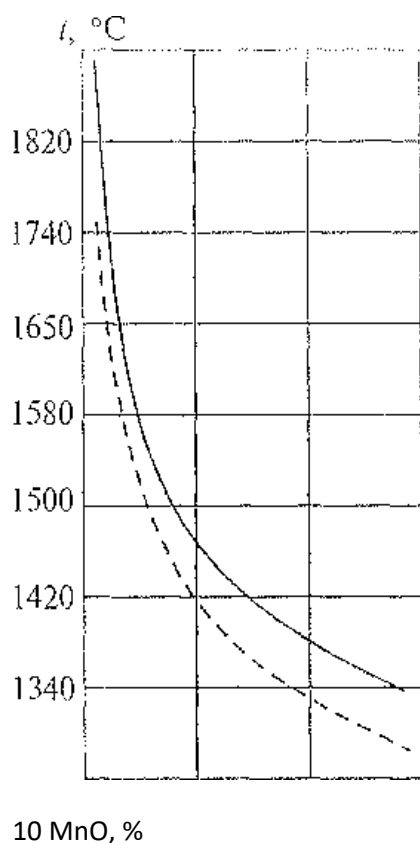
Kremniy qaytariladigan muvozanat temperaturasi ham shlak tarkibidagi Si, C va SiO₂ miqdoriga ham bog'liq bo'adi. Muvozanat temperaturasi tarkibdagi Si = 0,5% bo'lganda 1250 °C dan (qaytargich — koks uglerodi, C = 1,0%) tarkibda Si = 3% bo'lganda 1580 °C gacha (qaytargich — erigan uglerod, C = 1,0%) o'zgaradi. Tarkibdagi SiO₂ miqdoriga qarab koks bilan qaytarishda muvozanat temperaturasi 1440 °C dan (SiO₂ = 5%) 1330 °C gacha (SiO₂ = 75%; Si = 1,8; C = 3,2%) o'zgaradi. Cho'yanda erigan uglerod bilan qaytarishda bu temperaturalar tarkibdagi C miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Ishlab chiqilgan metodika temir ikki oksidi bilan Si va Mn ni oksidlash ehtimoli ularni uglerod bilan qaytarish ehtimoliga teng bo'ladigan temperaturani ham

$t, ^\circ\text{C}$



14- rasm. Mn koks uglerodi bilan (1) va cho'yanda erigan uglerod bilan (2) qaytariladigan tmuv muvozanat temperaturasining Mn va C ning cho'yandagi miqdoriga bog'liqligi.



aniqlashga imkon beradi. Bu temperaturalar cho‘yan va shlakning kimyoviy tarkibiga ham bog‘liq bo‘ladi. Masalan, Mn uchun bu temperatura (uni oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari EYK larining tenglik temperaturasi deb ataymiz — tre) 1270 °C dan (Mn = 0,2%, qaytargich — koks uglerodi) 1740 °C gacha (Mn = 1,0%, qaytargich — erigan uglerodning 1% i) o‘zgaradi. 1740°C chamasi temperaturalar faqat temperatura maydonining notekisligini hisobga olish sharti bilan ko‘rib chiqilishi mumkin. Masalan, koks sirti 1950 °C temperaturaga ega bo‘ladi. Binobarin, metallning FeO va MnO oksidlar bilan qoplangan tomchilari kontaktlashadigan joyda Mn ning qaytarilish ehtimoli uning temir ikki oksidi bilan oksidlanish ehtimolidan ancha yuqori bo‘ladi. Si uchun koks uglerodi bilan qaytarilishda tre = 1500 °C dan (Si = 0,5%) 1780 °C gacha (Si = 3,0%) va erigan uglerod bilan qaytarilishda 1680 °C dan 1920

°C gacha o‘zgaradi. Biroq bunday holda ham notekis temperatura maydoni sharoitlarida kremniyning qaytarilishi sodir bo‘ladigan mahalliy zonalar bo‘lishi mumkin.

tre ning qiymati shlakning tarkibiga ham bog‘liq bo‘ladi, Masalan, SiO₂ = 5% bo‘lganda tre kremniy uchun 2040 °C ga, Si = 15% bo‘lganda esa 1740 °C ga (cho‘yan uglerodi bilan qaytarish uchun C = 3,2%) va 1890 °C ga (koks uglerodi bilan qaytarish uchun) teng.

tre marganes uchun MnO = 1% bo‘lganda 1860 °C ga, MnO = 15% bo‘lganda esa 1330 °C ga teng (- rasm).

Marganes bir tekis temperaturalar maydonida ham, notekis maydonda ham nisbatan oson qaytariladi. Kremniy esa cho‘yanni suyuqlantirishda yuqori temperaturali zonalaridagina (koks bo‘lakchalari sirtida) qaytariladi.

tre ning qiymati shlakdagi FeO miqdoriga ham bog‘liq bo‘ladi. Masalan, marganes uchun FeO = 5% bo‘lganda tre = 1430 °C, FeO = 20% bo‘lganda esa tre = 1510 °C bo‘ladi.

Kinetika. Kinetik tenglamalarni faqat cho‘yanni induksion tarzda suyuqlantirish sharoitlari uchun aniq yechish mumkin. Induksion suyuqlantirishda massa uzatishga vz, tezlik juda katta ta’sir qiladi deb faraz qilib, massa uzatish tenglamasini soddalashtirish mumkin:

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v_x \frac{\partial C}{\partial x} = 0. \quad (38)$$

$\frac{\partial C}{\partial z}$ ni P orqali belgilaymiz. Unda $D \frac{\partial C}{\partial z} = v_z P$ bo'ladi.

O'zgaruvchilarni bo'lib, $D \frac{dP}{P} = v_z dz$ ga ega bo'lamiz. Tenglamani integrallab, $D \ln P = z v_z + A_1$ ni hosil qilamiz, bu yerda A_1 — integrallash doimiysi.

Bundan $P = e^{\left(\frac{z v_z + A_1}{D}\right)}$.

Bu ifodani integrallab va $P = \frac{dC}{dz}$ — qiymatni o'rniga qo'yib

$$C = \int e^{\left(\frac{z v_z + A_1}{D}\right)} dz$$

ga ega bo'lamiz, bu yerda $A_2 = \frac{A_1}{D} = \text{const}$

$x = \frac{v_z}{D} \cdot z + A_2$ deylik, unda $dx = \frac{v_z}{D} dz$ va

$$C = \int e^x \frac{D}{v_z} dx$$

bo'ladi. Bundan $C = \frac{D}{v_z} e^{\left(\frac{v_z}{D} z + A_2\right)} + A_3$. (39)

Integrallash konstantalarini aniqlaymiz: $z = 0$ da $C = C_0$, $z = h$ da $C = C_k$.

Bu ma'lumotlar asosida sistema tuzamiz:

$$\left. \begin{aligned} C^0 &= \frac{D}{v_z} e^{\left(\frac{v_z}{D} \cdot 0 + A_2\right)} + A_3, \\ C^k &= \frac{D}{v_z} e^{\left(\frac{v_z}{D} h + A_2\right)} + A_3, \end{aligned} \right\} \quad (40)$$

(40) sistemani yechib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$A_2 = \ln \frac{(C^k - C^0) v_z}{\left(e^{\frac{v_z}{D} h} - 1\right) D}; \quad A_3 = C^0 - \frac{C^k \cdot C^0}{\left(e^{\frac{v_z}{D} h} - 1\right)}. \quad (41)$$

Olingan bog'lanishlar statsionar rejim, masalan, uzluksiz miksirlash sharoitlarida massa uzatilishini xarakterlaydi. Lekin real sharoitlarda induksion pechlardagi massa uzatish nostatsionar rejimda amalga oshiriladi.

Istalgan pech uchun massa uzatishning matematik modeli massa uzatishning tuyulma koeffitsiyenti (kv) asosida qurilishi mumkin.

Vagrankalarda cho'yanni suyuqlantirib olish uchun massa uzatish quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Delta M_{Fe} = K_{Fe}^{o'r} [k_{Fe}^{v(sh)} \omega_{(sh)} M_{\Sigma}^{sh} \tau_{(sh)} + k_{Fe}^{v(sk)} \Omega_{(tom)} \tau_{(sk)} + k_{Fe}^{v(to'p)} \Omega_{(to'p)} \tau_{(to'p)}]$$

bu yerda: ΔM_{Fe} — temir kuyindisi, kg; $K_{Fe}^{o'r}$ — temirning cho'yandagi o'rtacha konsentratsiyasi, %; ω — shixtaning solishtirma yuzasi, kg/m²; τ — vaqt, s; kv — massa uzatishning tuyulma koeffitsiyenti, kg/m² · s · %,

$$k_{Fe}^{v(sk)} = k_{Fe}^{vHIOx} + k_{Fe}^{vRed} + k_{Fe[C, Si, Mn]}^{vIRed},$$

$$k_{Fe}^{v(to'p)} = k_{Fe}^{vHIOx} - k_{Fe[C, Si, Mn]}^{vIRed},$$

Ω_{tom} va ω_{tom} — tomchilardagi umumiy va solishtirma yuza. Indekslar va darajalar quyidagilarni ifodalaydi: sh — shixta; sk — salt kolosha (salt koloshasi bo‘lmagan vagrankalar uchun sk o‘rnida o‘.q.k. — o‘ta qizdirish kamerasi ko‘rsatiladi), to‘p — to‘plagich, I Ox — qattiq metallning gaz fazasi bilan oksidlanishi, II Ox — suyuq metallning gaz fazasi bilan oksidlanishi, III Ox — shlak bilan oksidlanishi, I Red — koks uglerodi bilan qaytarish, II Red — cho‘yan elementlari bilan qaytarish.

Indekslashdan ko‘rinishicha, model konstruktiv zonalar (shaxta, salt kolosha, to‘plagich) bo‘yicha quriladi, bu esa cho‘yanni zonalar bo‘yicha aniq kimyoviy analiz qilish qiyinchiliklari bilan bog‘langan. Shuning uchun i- element konsentratsiyasining o‘zgarishi ham, shuningdek, bu uchta konstruktiv zonalar bo‘yicha aniqlanadi:

$$K_i^{(sh)} = K_i^o \exp \left[k_i^{v'(sh)} \omega_{(sh)} \tau_{(sh)} \right], \quad (42)$$

bu yerda $k_i^{v'(sh)} = k_i^{v'I O x} + k_i^{v'II Red}$;

$$K_i^{(sk)} = K_i^{(sh)} \exp \left[k_i^{v'(sk)} \omega_{(tom)} \tau_{(sk)} \right], \quad (43)$$

bu yerda $k_i^{v'(sk)} = k_i^{v'II O x} + k_i^{v'II Red} + k_i^{v'III Red}$;

$$K_i^{(v)} = \frac{1}{k_i^{v'(to'p)} \Omega_{(to'p)} - g^{ux}} \left\{ \frac{K_i^{(sk)} k_i^{v'(to'p)} \Omega_{(to'p)}}{\frac{k_i^{v'(to'p)} \Omega_{(to'p)} - g^{ux}}{g^{ux} - g^{uk}}} * [M_o + (g^{ux} - g^{uk}) \tau_{(to'p)}] \frac{k_i^{v'(to'p)} \Omega_{(to'p)} - g^{ux}}{g^{ux} - g^{uk}} - g^{ux} K_i^{(sk)} \right\}, \quad (44)$$

bu yerda $k_i^{v'(to'p)} = k_i^{v'III O x} + k_i^{v'II Red} + k_i^{v'I Red}$.

Ishlab chiqilgan matematik modelning qollanilishi gaz vagranka- sidagi massa uzatilishini tajriba ma'lumotlari va ω ning hisob qiymatlari asosida hisoblab topishga imkon berdi. Olingan massa uzatish koef- fitsiyentlari ustida o‘tkazilgan analiz shuni ko‘rsatdiki, qizdirish va suyuqlantirishda shixtada 20—30% uglerod (jami kuyindidan), 60% ga yaqin Si va 70% Mn kuyadi, bunda marganes bo‘yicha olingan ma'lumotlar qarama- qarshi. Olovbardosh nasadkali gaz vagrankasida uglerodning kuyishi shaxtada to‘la shakllanadi, to‘plagichda esa hatto biroz «qirmoch» hosil bo‘ladi. Kremniy esa shaxtada aksincha, hech kuymaydi, bu esa elementlar kuyindisining shakllanishida temperatura maydonining bir jinsli bo‘lmasligi katta ahamiyatga ega ekanligi to‘g‘risida guvohlik beradi.

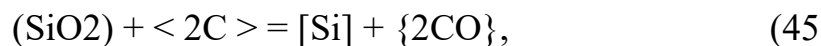
Uglerodi bo'lmagan koloshada C ning ko'p va Si ning kam kuyishi ekstremal hodisa hisoblanadi, chunki bunday sharoitlarda fazalar orasidagi yuza olovbardosh salt koloshasi bo'lmagan gaz vagrankalariga qaraganda katta bo'ladi. Salt kolosha tarkibiga uglerodli materiallarning kiritilishi Si va Mn lar ozgina kuyganda C ning ko'p kuyishining oldini olishga imkon beradi.

$\Delta M_{Fe}^{IRed} = 1,1979$ kg ekanligi aniqlangan, u avval oksidlanadi, so'ngra esa shlakdan qaytarilgan. Fe ning dastlab oksidlanishi, so'ngra shlakdan ancha aktiv C, Si va Mn elementlar bilan qaytarilishi unumdorligi 7 t/soat bo'lgan gaz vagrankasidan olingan shlakni analiz qilib va ular bo'yicha ΔM_{Fe}^{IRed} ni hisoblab tasdiqlangan.

Fe uchun olingan tuyulma yig'ma massa uzatish koeffitsiyentining ($k_{Fe}^{v\Sigma}$) qiymatini analiz qilib, quyidagicha xulosalar chiqarish mumkin: olovbardosh materiallar bo'lmagan nasadkali gaz vagrankasida temir tashqi o'ta qizdirish kamerali vagrankalarga qaraganda 1,5 marta ko'p kuyadi, bu hol metallni o'ta qizdirish uchun yaxshi sharoitlar yaratilganligi bilan bog'liq. Nasadkaga uglerodli materiallar kiritilganda $k_{Fe}^{v\Sigma}$ ning qiymati qariyb 100 marotaba kamayadi. Bu C, Si va Mn larning oksidlanishi hisobiga $\Delta M_{Fe[C, Si, Mn]}^{IRed}$ dan tashqari nasadka uglerodining oksidlanishi hisobiga $\Delta M_{Fe<C>}^{IRed}$ ning ham mavjudligi to'g'risida guvohlik beradi, ya'ni bevosita $k_{Fe}^{v\Sigma} \approx 2 \cdot 10^{-3}$,

$$k_{Fe}^v = (0,09 - 0,08) \cdot 10^{-3} = k_{Fe}^{v\Sigma} - k_{Fe<C>}^v$$

Massa uzatish koeffitsiyentlari ustida olkazilgan analizning ko'r- satishicha, ular, asosan, 10^{-3} — 10^{-2} kg/m · soat · % tartibga ega. Masalan, o'ta qizdirish vaqtida barcha elementlarning kuyishi bitta tartibning o'zi $k_v = (1-4) \cdot 10^{-3}$ kg/m · soat · % bilan xarakterlanadi. Si va C lar bundan mustasnodir, ular uchun uglerodning nasadkaga kiritilishi bilan ularning kuyish mexanizmi o'zgaradi, chunki quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



bular esa uglerodli materiallar gaz vagrankasining nasadkasiga kiritilsa, maqsadga muvofiq bo'lishligi haqida guvohlik beradi.

Yoy pechidagi massa uzatish haqida bajarilgan hisob shixta tarkibining elementlarning kuyishiga ta'sirini aniqlashga imkon berdi. Massa uzatishning tuyulma koeffitsientlarini topish uchun tuzilgan programmada quyidagi qiymatlar olingan:

$$k_C^{vIOx} = -2,743 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{soat}; \quad k_C^{vHIOx} = -14,865;$$

$$k_{Si}^{vIOx} + k_{Si}^{vIRed} = -3,47; \quad k_{Si}^{vHIOx} + k_{Si}^{vIRed} = -41,2;$$

$$k_{Mn}^{v'IOx} + k_{Mn[C]}^{v'IRed} = -6,584; \quad k_{Mn}^{v'IIIIOx} + k_{Mn[C]}^{v'IIIRed} = -155,83$$

va elementlar kuyishining shixta tarkibidagi cho‘yan qirindisi miqdoriga bog‘liqligi aniqlangan:

$$\begin{aligned} UFe &= 0,0524 \text{ xqir} + 0,1, & USi &= 0,5 \text{ xqir} + 15, \\ UC &= 0,43 \text{ xqir} + 12, & UMn &= 0,75 \text{ xqir} + 25. \end{aligned}$$

Shixtadagi qirindi miqdorining ortishi elementlar kuyishini 60% gacha orttiradi: Fe - 3,243% gacha, C - 38,3% gacha, Si - 46,6% gacha, Mn - 71% gacha. Bu ma'lumotlar qirindini yoy pechida qayta suyuqlantirish maqsadga muvofiq emasligi haqida dalolat beradi. Ayni paytda hisoblar elektr shlak rejimida

$$k_C^{v'IIIRed} = -0,821, \quad k_{Si}^{v'IIIRed} = 1,132 \quad \text{va} \quad k_{Mn}^{v'IIIRed} = 1,415 \frac{kg}{m^2} \cdot soat \cdot \%$$

bo‘lishligini ko‘rsatdi. Qirindini yoy va elektr shlak rejimlarida qayta suyuqlantirish bo‘yicha o‘tkazilgan eksperimentlar hisob ma'lumotlarini tasdiqladi (- jadval) va elektr shlak rejimida qayta suyuqlantirish maqsadga muvofiq ekanligini ko‘rsatdi.

6 - jadval

Elektr shlak pechda cho‘yan qirindidan sintetik cho‘yan olishdagi - kuyindi
(—) va qirmoch (+) (shixtadagi dastlabki miqdoridan % hisobida)

Element	Yoy rejimi	Elektr shlak rejim
Umumiy	-20,8	+ 1,2
C	-4,51	+10,6
Si	-23,9	+20,55
Mn	-46,0	-16,0
S	-8,33	-50,0
P	-9,09	-9,09

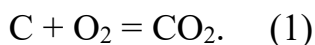
10-Ma’ruza

Mavzu: Vagrankalarda cho‘yan suyuqlantirish

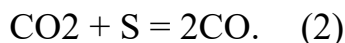
O‘quv modul birliklari:

- Fizik-kimyoviy xususiyatlari.**
- Vagrankada cho‘yan suyuqlantirish texnologiyasi**
- Vagrankada metallni tezroq suyuqlantirish uchun botqoq hosil qilish**

Vagrankada cho‘yan suyuqlantirishning o‘ziga xos xususiyati fazalarning o‘zaro ta‘sir qilish jarayonlarining uzluksizligi va salt koloshaning qalin qatlami hamda ishchi koloshalarning yupqa qatlami ko‘rinishidagi koksning bo‘lishidir. Koks III zonaning (- rasm) pastki qismida quyidagi reaksiya bo‘yicha yonadi:



Unda erkin kislorod bo‘lishi ehtimoli bor, shu boisdan uni salt koloshaning kislorod zonasi deb ataydilar. Yonish mahsulotlari salt koloshaning yuqori qismiga ko‘tariladi, bu yerda ular qaytadan koks bilan quyidagi reaksiya bo‘yicha reaksiyaga kirishadi:



Bu reaksiya endotermik reaksiyadir, shu sababdan gazlarning temperaturasi biroz pasayadi.

Vagrankaga kimyoviy tarkibi bo‘yicha bir- biridan prinsip jihatdan tafovutlanadigan ikkita komponentdan iborat shixta yuklanadi (- rasm), ular 1 po‘lat (po‘lat temir- tersagi, chiqindilar) va 2 cho‘yan (quyma ko‘rinishdagi cho‘yanlar, cho‘yan temir- tersagi) komponentlarga, shuningdek, 3 va 4 ferroqotishmalarga bo‘linadi. Suyuqlantirishda elementlar miqdorining o‘zgarishi suyuq fazalar, elementlar kuyindisining aralashishi va ferroqotishmalar kiritilishi hisobiga sodir bo‘ladi. Vagrankada suyuqlantirishda suyuq metallning salt koloshaning koksi tarkibidagi uglerod va oltingugurt bilan to‘yinishi xarakterlidir.

Vagrankada cho‘yan suyuqlantirish texnologiyasi

Vagrankaning texnologik ish sikli quyidagi operatsiyalarni o‘z ichiga oladi: vagrankani suyuqlantirish uchun tayyorlash, qizitish, yuklash va ishga tushirish, ishlash vaqtida vagrankaga xizmat ko‘rsatish, vagrankani to‘xtatish

GOST 24774-81 vagrankalar quyidagi turlarga bo‘linadi:

- Ochiq, unda gazlarning jami atmosferaga chiqib ketadi (- rasm);
- Yopiq vagrankalar, bularda vagrankadan chiqadigan gazlarni majburiy tozalash qurilmalaridan o‘tkazib, atmosferaga 1 m^3 gazlarda 100 mg changi va 0,1 % CO chiqariladi. Bu ko‘rsatgich normaga to‘g‘ri keladi.

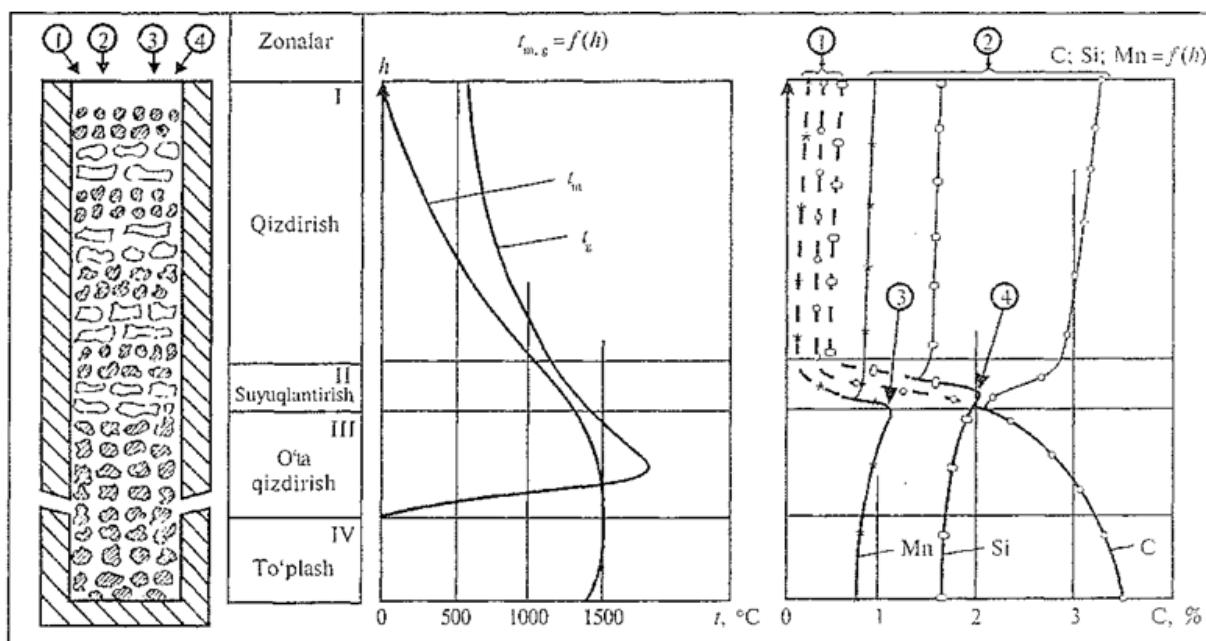
Qisman koksni gaz bilan almashtirish kokso- gaz vagrankalarida ko‘rsatilgan (- rasm) va koksdan tamoman voz kechish gaz vagrankalarida amalga oshiriladi (- rasm). Amaliyotda eng yaxshi gaz vagrankalari bu Penza kompressor zavodida V.A.Grachev rahbarligida ishlab chiqilgan vagrankalar hisoblanadi. Bugungi kunda bu vagrankalar ko‘plab korxonalarda ishlatilmoqda. - rasmda hozirgi zamon yopiq vagranka kompleksi keltirilgan. Bu vagranka Giprostanok instituti tomonidan yaratilgan (Rossiya).

Vagrankani suyuqlantirishga tayyorlash, asosan, olovbardosh futerovkani ta‘mirlashdan iborat bo‘ladi. Ta‘mirlash kapital, o‘rtacha vajoriy ta‘mirlash bo‘lishi mumkin. Kapital ta‘mirlashda vagrankaning butun olovbardosh

futerovkasi almashtiriladi, oʻrtacha taʼmirlashda eng zoʻriqqa joylardagi futerovka (suyuqlantirish zonasi, furma mintaqasi, oʻtish letkasi va ancha vayron boʻlgan boshqa zonalar) almashtiriladi, joriy taʼmirlash har bir suyuqlantirishdan keyin bajariladi. Joriy taʼmirlash hajmi suyuqlantirishning qancha davom etishi va undan keyin futerovkaning holati bilan aniqlanadi

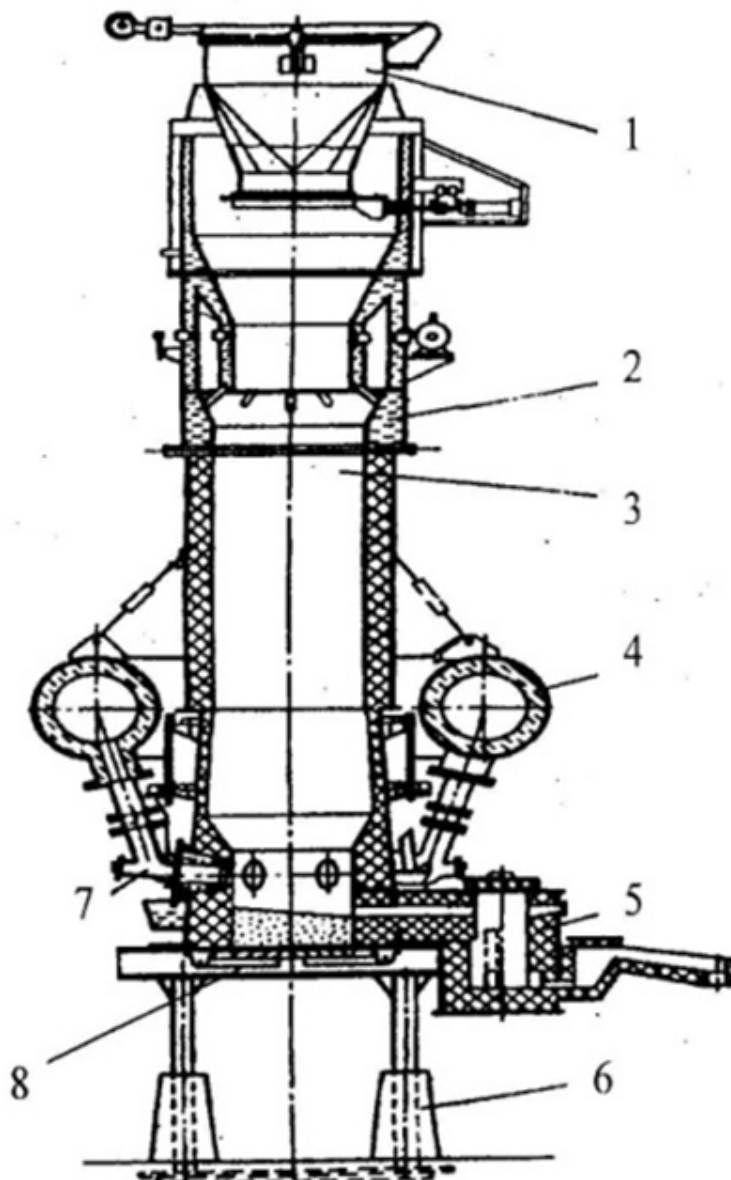
Suv bilan sovitilmaydigan vagrankalar ish siklining davom etish vaqti — 8 dan 20 soatgacha. Suv bilan sovitish sistemasidan foydalanilganda vagranka ish siklini 1 oygacha yetkazish mumkin.

Olovbardosh futerovka 25—30% olovbardosh gil va 70—75% maydalangan shamot yoki kvars qumdan iborat qorishmada tayyorlangan shamot gʻishtdan terib bajariladi. Vagrankalar futerovkasini tiqma yordamida yoki torkretlab (changlatib) ham amalga oshirish mumkin.



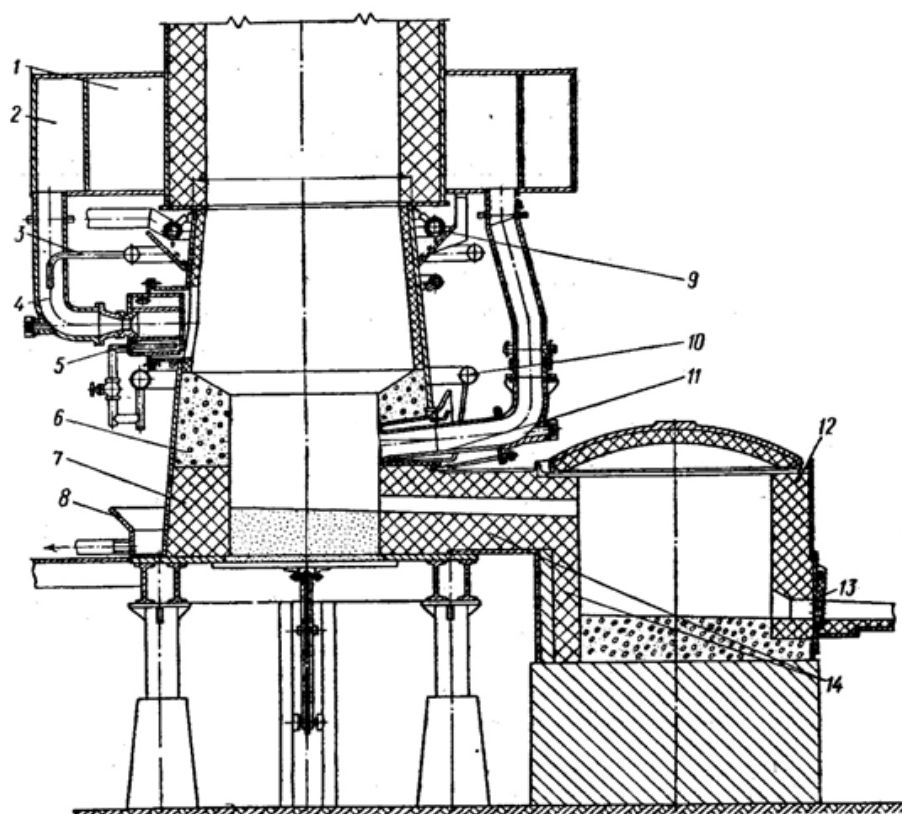
15- rasm. Vagranka balandligi boʻyicha metall (tm) va gaz (tg) temperaturalari hamda metall tarkibining oʻzgarishi:

1 — shixtaning poʻlat komponentlari, 2 — shixtaning choʻyan komponentlari, 3 — ferromarganes qoʻshimcha, 4 — ferrosilitsiy qoʻshimcha.



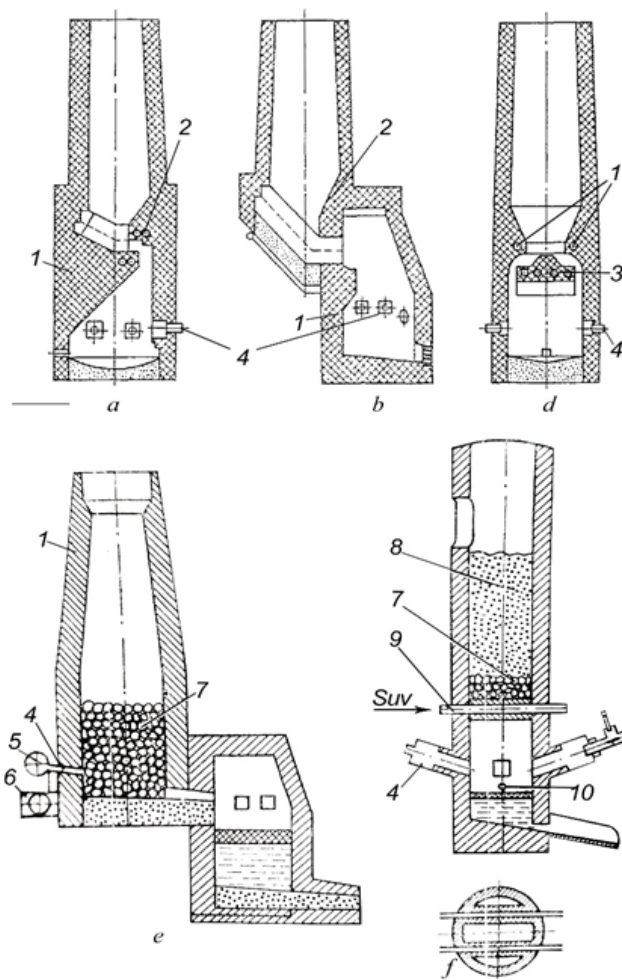
16- rasm. Koks vagrankasi:

1 — germetik shixta yuklash qurilmasi, 2 — suvda sovutiladigan koloshnikli qurilma, erigan gazlarni tortib oladi, 3 — shaxta, 4 — havo kollektori, 5 — sifonli shlak ajratuvchi, 6 — tag qismi ustunlari, 7 — furmalar



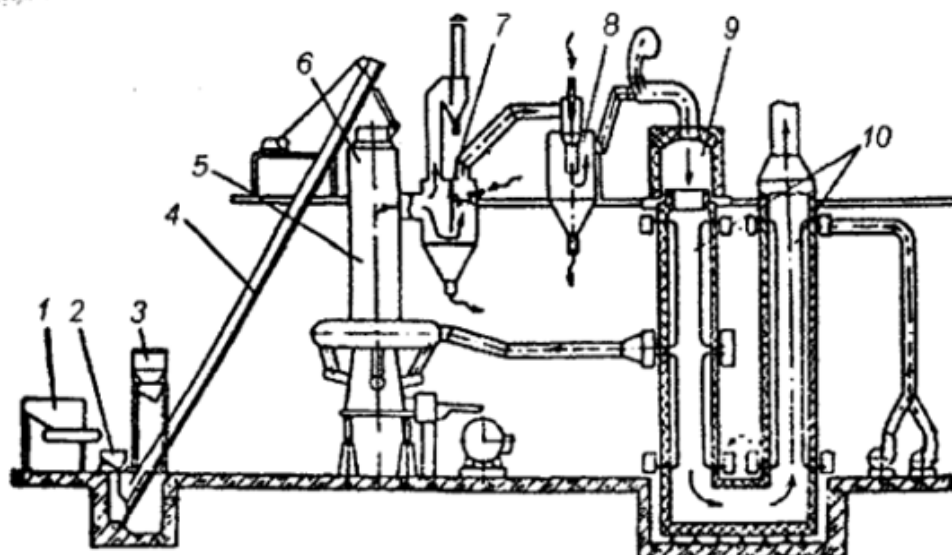
17- rasm. Kokso- gaz vagranka konstruksiyasi:

1 — furmalar uchun havo kollektori, 2 — tabiiy gaz kollektori, 3 — gaz gorelkasi, 4 — gaz-havo qo‘shilmasini keltiradigan qurilma, 5 — gaz furmasi, 6 — suyuqlantirish zonasining o‘tga chidamli qoplami, 7 — shamot- g‘ishtli futerovka, 8 — shlakni maydalash qurilmasi, 9 — suyuqlantirish zonasini suv bilan sovitish qurilmasi, 10 — suv kollektori, 11 — havo furmasi, 12 — kopilnik, 13 — lechka, 14 — suyuq metal o‘tadigan kanalning futerovkasi



18- rasm. Gaz vagranka turlari:

a — shaxtasida ustunli, b — chiqarilgan qizitish kamerali, d — shaxtasida peremichkali, e — o'tga chidamli nasadkali, f — kolosikli va o'tga chidamli nasadkali;
 1,2 — pastki va yuqoridagi shaxtadagi ustunlar, 3 — peremichka, 4 — gaz gorelkalari, 5 — gaz kollektori, 6 — havo kollektori, 7 — o'tga chidamli nasadka, 8 — shixta materiallari, 9 — sovutgich, 10 — shlak uchun letka



19- rasm. Giprostanok instituti ishlab chiqargan yopiq vagranka sxemasi:

1 — shixta uchun bunker estakadasi, 2 — toroz telejkasi, 3 — koks va ohaktoshni o‘lchab beruvchi qurilma, 4 — shixta ko‘tarish qurilmasi, 5 — vagranka, 6 — shlyuz kamerasi, 7 — changni yig‘ish kamerasi, 8 — ejektorli scrubber, 9 — to‘la yondirish kamerasi, 10 — radiatsion rekuperator

Buning uchun vagrankaning tagi (shaxta tubi) kuygan qoliplash tuprog‘i, kuyindi (uchqin so‘ndirgichda qolgan chiqindilar) va ishlatilmagan yangi qoliplash materiallarining muayyan miqdori bilan tiqib to‘ldiriladi. Futerovkani torkretlash metodi vositasida ta‘mirlash eng ilg‘or metodlardandir, lekin hozircha u kam qo‘llaniladi. Ta‘mirlashdan keyin, ayniqsa, o‘rtacha va kapital ta‘mirlashdan keyin futerovkani quritish zarur. Aks holda, suyuqlantirish jarayonida ajralib chiqadigan bug‘lar vagranka jarayonining ketishiga ta‘sir qilishi va futerovkaning yorilishiga sabab bo‘lib, uning vaqtidan ilgari ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Futerovkani yaxshisi gaz gorelkalari yoki o‘tin yoqib quritish kerak.

Quriltildandan keyin vagranka tagligiga salt kolosha koksini yondirish uchun o‘tin teriladi. Salt kolosha koksi yondirilgandan keyin havo berish mashinasi ishga tushiriladi va vagrankaga havo yuboriladi. Havo bilan tozalash 2—3 minut davom etadi. Havo bilan tozalash jarayonida koks changi va mayda- chuyda narsalar uchirib chiqariladi. Bunda koks gurullab yona boshlaydi. Endi shixtani yuklash mumkin.

Vagrankaning unumdorligi va suyuqlantirilayotgan cho‘yan temperaturasi bog‘liq bo‘ladigan eng muhim texnologik faktorlardan biri — salt koloshaning balandligidir. U furmalarning asosiy qatoridan 1,2—1,5 m baland bo‘lishi kerak. Vagrankada suyuqlantirish texnologiyasi ko‘p empirik tavsiyalarga ega. Masalan, salt kolosha balandligining to‘g‘ri tanlanganligini furmalar zonasida cho‘yanning birinchi tomchilarining paydo bo‘lish vaqti bo‘yicha nazorat qilish tavsiya etiladi.

Agar havo birinchi ustun to'ldirilgan zamonq berilsa, furmalarda birinchi tomchi 15— 20 minutdan keyin paydo bo'lishi kerak. Agar ular oldin paydo bo'lsa, salt kolosha balandligi yetarli emas. Salt kolosha uchun koksning o'lchami 100—150 mm bo'lgan yirik bo'laklari tanlab olinadi. Yuklash qat'iy ketma- ketlikda amalga oshiriladi: yoqilg'i — fluslar— metall. Biror muddat saqlagandan keyin shixtani qizitish uchun havo beriladi va suyuqlantirish jarayoni boshlanadi.

Yoqilg'i ishchi koloshada qalinligi 150—200 mm bo'lgan koks qatlamidan iborat bo'lishi kerak. Yoqilg'i koloshaga bo'ladigan yoqilg'i sarfi 8 dan 18 % gachani (odatda, yoqilg'i sarfi 10—12%) tashkil qiladi. Masalan, koks qatlamining qalinligi 150 mm bo'lganda. 700 mm diametrli vagranka uchun yoqilg'i koloshaning massasi 27 kg, metall koloshaniki esa 270 kg ni, ya'ni vagrankaning bir soatdagi unumdorligining 1/10 qismiga yaqinini tashkil qiladi.

Havo ancha jadal berilganda salt koloshaning ustki sathining pastga tnsib ketishiga yo'l qo'ymaslik uchun koksni ko'proq yuklash zarur, aks holda cho'yanning temperaturasi keskin pasayishi va uning sifati yomon bo'lishi mumkin. Ishchi koloshalarda yoqilg'ining ortiqcha bo'lishi natijasida salt koloshaning yuqorigi sathi ko'tarilishi va suyuqlantirish jarayoni sekinlashishi mumkin. Metall va ishchi koks koloshalarining tavsiya etiladigan massalari - jadvalda keltirilgan.

7 - jadval

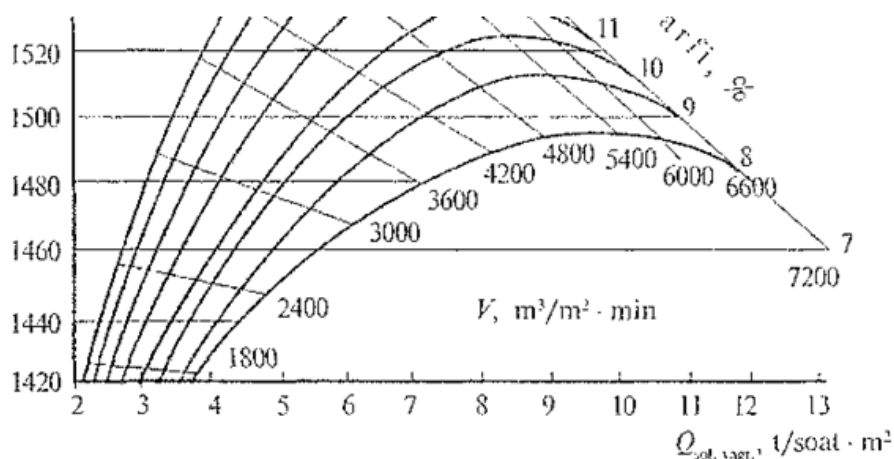
Vagrankaning diametriga qarab ishchi koloshalarda tavsiya etiladigan koks va to'ldirma metall massalari

Diametr, m	Unumdorlik, t/soat	To'ldirma metall massasi, kg	Koksni sarflashda ishchi koloshadagi koks massasi (kg), %		
			10	12	14
0,5	2	150	15	18	21
0,7	3-4	300	30	36	42
0,9	4-6	500	50	60	70
1,1	7,5-9	700	70	84	98
1,3	9-12	900	90	108	126
1,5	14-17	1350	135	162	189
1,8	18-22	1800	180	216	252
2,1	25-30	2500	250	300	350

Suyuqlantirishning borishi beriladigan havo miqdori va koks sarfining to'g'ri nisbatiga bog'liq. Vagrankaga beriladigan havo miqdori vagranka bo'sh ko'ndalang kesimi yuzasining 1 m² iga m³/min hisobida topiladi. Vagrankaga beriladigan havo normasi o'rta hisobda 100—130 m³/m² · min, ayrim hollarda, masalan, kam uglerodli cho'yanni suyuqlantirishda 160—180 m³/m² · min ni tashkil qiladi. Olinadigan cho'yanning temperaturasining va vagranka solishtirma unumdorligi- ning beriladigan havo va koks sarfiga bog'liqligi, odatda, nomogrammalar ko'rinishida ifodalanadi. Bunday nomogrammalardan bittasi - rasmda keltirilgan.

Vagrankada suyuqlantirish vaqtida shixta to'g'ri tortilgan va yuklanganligiga rioya qilish lozim. Vagranka shaxtasida shixtaning bir joyda muallaq turishiga yoki uning to'ldirish tuynugidan ko'pi bilan ikkita kolosha pasayishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Suyuqlantirishda beriladigan havo miqdorini, uning bosimini va cho'yanning temperaturasini nazorat qilib turish zarur, shuningdek, furmalar shlaklanib qolmasligini kuzatib turish, buning uchun ularni muntazam ravishda tozalab turish kerak. Avariya holatlarida shlakni suyultirish uchun plavik shpati qo'shish lozim

Vagrankada suyuqlantirish vaqtida shixta to'g'ri tortilgan va yuklanganligiga rioya qilish lozim. Vagranka shaxtasida shixtaning bir joyda muallaq turishiga yoki uning to'ldirish tuynugidan ko'pi bilan ikkita kolosha pasayishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Suyuqlantirishda beriladigan havo miqdorini, uning bosimini va cho'yanning temperaturasini nazorat qilib turish zarur, shuningdek, furmalar shlaklanib qolmasligini kuzatib turish, buning uchun ularni muntazam ravishda tozalab turish kerak. Avariya holatlarida shlakni suyultirish uchun plavik shpati qo'shish lozim.



20- rasm. Vagranka jarayoni parametrlari o'zaro bog'lanishining nomogrammasi (tMe — metall temperaturasi, °C; Qsol.vagr. — vagrankaning solishtirma unumdorligi, t/soat · m²).

Vagrankada suyuqlantirish tugagach havo beradigan mashina (vozduxoduvka) to'xtatiladi, shlak va suyuq cho'yan chiqarib yuboriladi, vagranka tubi ochiladi (bunda tag va salt kolosha ag'dariladi) va koks suv bilan o'chiriladi.

Vagranka ishlab turgan vaqtda turli buzuvchiliklar bo'lishi mumkin. Ularning vujudga kelish sabablari va bartaraf qilish choralari - jadvalda keltirilgan.

11-Ma'ruza

Mavzu: Turli vagrankalarda cho'yanni suyuqlantirib olish

O'quv modul birliklari:

1. Cho'yanni gaz vagrankalarida suyuqlantirish

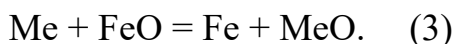
2. Cho'yanni gaz vagrankalarida suyuqlantirib olish

Gaz vagrankalarining to'rtta tipi mavjud: shaxtada chiqirlari bor; shaxtada peremichkasi bor; chiqarma o'ta qizdirish kamerali va o'tga chidamli salt koloshali (- rasmga q.). Bu rasmda ko'rsatilgan vagrankalarda (a, b, d) suyuq cho'yan shaxtaning 1 - 1,5d balandligidagi suyuqlantirish zonasidan o'ta qizdirish kamerasi basseyniga tushayotganida unga o'ta qizdirish prinsipi qo'llaniladi.

Gaz vagrankalarida cho'yan suyuqlantirish jarayonining fizik- kimyoviy xususiyatlari koksning kimyoviy reagent sifatida bo'lmasligiga bog'liq. Gaz fazasi taxminan 10% — CO₂, 20% — H₂O va 70% — N₂ dan iborat. Oksidlovchi atmosferaning bo'lishi tufayli shaxtada quyidagi reaksiyalar bo'yicha oksidlash jarayonlari sodir bo'ladi:



Suyuqlantirish va o'ta qizdirishda temir ikki oksidi C, Si va Mn ni quyidagi tipdagi reaksiyalar bo'yicha oksidlaydi:



Natijada 8-12% C, 10-15% Si va 15-20% Mn kuyadi. Koks uglerodi ishtirok etmasligi tufayli kuyish yuqori bo'lishi ham mumkin, chunki uglerod qaytarilish jarayonlarining mikrohajmlarda rivojlanishiga yordam beradi.

Koks bo'lmaganligi tufayli metallning oltingugurt bilan to'yinish jarayoni sodir bo'lmaydi, aksincha, oltingugurtning dastlabki miqdoridan 30—40% qismi kuyadi. Natijada cho'yanda 0,02—0,05% oltingugurt qoladi.

Cho'yanni gaz vagrankalarida suyuqlantirib olish quyidagi afzalliklarga ega: chiqarib tashlanadigan zararli moddalar juda kam, olinadigan cho'yan tarkibidagi oltingugurt juda oz miqdorda bo'lib, cho'yanning sifati yuqori va tannarxi past bo'ladi. Futerovkaning ancha murakkab bo'lishi va o'tga chidamli materiallarning ko'p sarflanishi — kamchiligidir.

O'tga chidamli salt koloshali gaz vagrankalarida (- f rasmga q.) uning tarkibiga o'tga chidamli materiallar bilan birgalikda koks yoki boshqa uglerodli material kiritiladi, bu esa quyidagi tipdagi reaksiyaning o'tishiga imkon beradi:



Bunda kuyindilar kamayadi, cho'yan uglerodlanadi, salt koloshaning ishlash sharoitlari yaxshilanadi, chunki uglerodli material bo'laklari o'tga chidamli material bo'laklarini ajratadi va yopishib qolishiga hamda cho'kishiga imkon bermaydi; bundan tashqari, gaz fazasi kam oksidlovchi bo'lib qoladi. Gaz vagrankalarida cho'yanni o'ta qizdirish koks vagrankalaridagidek amalga oshiriladi: metall tomchilari o'tga chidamli salt kolosha bo'laklaridan oqib tushadi va ular bilan kontaktlashib hamda uglerodli material bo'laklariga tushib samarali o'ta qiziydi. Bunda metall uglerodni eritadi va oksidlar ugle-rodli material bilan kontaktlashib qaytariladi. Bunday vagrankalarda temirning kuyishi ancha kam bo'ladi.

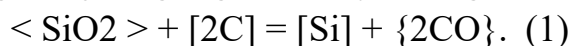
12-Ma'ruza

Mavzu: Induksion pechda cho'yanni suyuqlantirish

O'quv modul birliklari:

- 1. Induksion pechda cho'yan suyuqlantirishning fizik- kimyoviy xususiyatlari.**
- 2. Induksion pechda suyuqlantirish texnologiyasi.**
- 3. Shixtani qizdirish va suyuqlanirish**

Vagrankalar va yoy pechlaridan farqli o'laroq, induksion pechlarda suyuqlantirish oldingi suyuqlantirishdan qolgan suyuq metallga shixta yuklab olib boriladi. Shu sababli, shixtaning qizishi va suyuqlanishi uning komponentlarining suvuq metallda erishiga bog'liq. Bunda fazalar orasida massa ko'chirish va issiqlikning faqat qizitishga ernas, balki eritishga ham yutilishi sodir bo'ladi. va - rasmlarda 12 t va 6 t li IShT- 12 va IShT- 6 induksion tigel pechlari ko'rsatilgan. Tigelning o'rta qismida temperaturalarning taqsimlanishiga ta'sir qiladigan devor oldi aralashtirish zonasida yuqorigi va pastki konturlar orasida «o'lik» zona yaratilishi hisobiga temperaturaning mahalliy ortishi sodir bo'ladi (- rasm). Yuqori temperaturali zonaning mavjudligi tigel reaksiyasining o'tishiga ta'sir qiladi:



Bu (1) reaksiyaning o'tishi, shuningdek, uglerod va boshqa elementlarning erishi — induksion pechda suyuqlantirishning o'ziga xos xususiyatidir.

- jadvaldan ko'rinishicha, uglerodning erishi issiqlikning sezilarli yutilishi, kremniyning erishi esa issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi. Binobarin, induksion pechlarda kam kremniyli shixta materiallaridan foydalanish, undagi kremniy

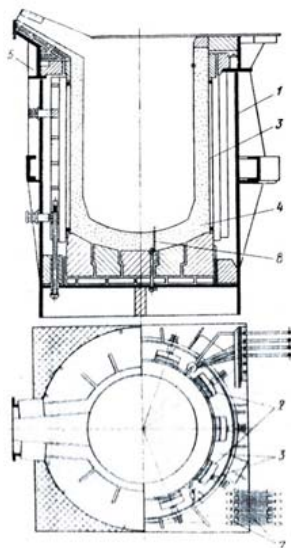
miqdorini talab darajasiga ferroqotishmalar yordamida yetkazish energetik jihatdan foydalidir.

8 - jadval

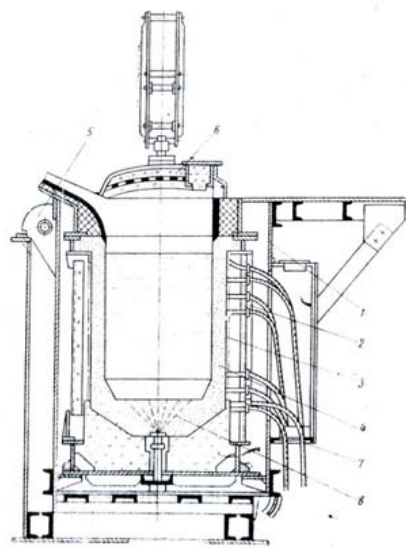
Erishning issiqlik effektlari

gich	an ent	piyaning garishi /g · atom
(3,3% C)	% C)	1360
(3% C)		1723
(3% C)	5	3893

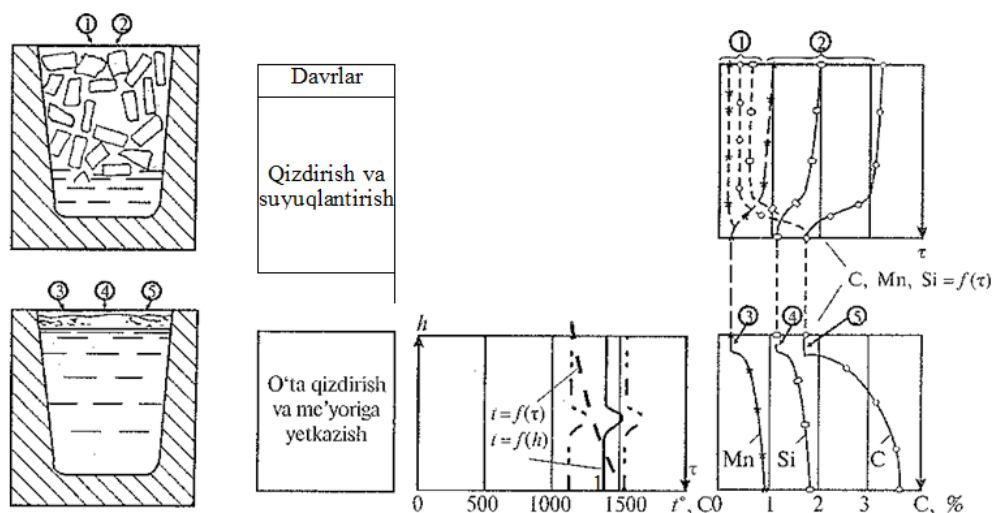
Elementlar kuyindisi va futerovkasi kislotali bo'lgan induksion pechdagi butun suyuqlantirish jarayoni tigel reaksiyasining muvozanatda bo'lishi bilan chambarchas bog'langan. C va Si larning turli temperaturalardagi muvozanat qiymatlarining diagrammasi - rasmda keltirilgan.



- rasm. 12 t sanoat chastotali induksion tigel pechi (qopqog'i ochilgan)



- rasm. ИЧТ- 6 induksion tigel pechi



21- rasm. Induksion elektrpechda metall temperaturasi va tarkibining o'zgarishi (1-5 larni - rasmdan qarab oling).

Agar induksion pechda tarkibida kremniy kam bo'lgan va uglerod miqdori ko'p bo'lgan cho'yan suyuqlantirilsa, C va Si ning berilgan konsentratsiyalari uchun muvozanat temperaturaga erishilganda tig'el reaksiyasi boshlanadi, bu esa pech tig'elining ko'p yeyilishiga olib keladi. Shuning uchun futerovkasi kislotali pechda suyuqlantirishning temperatura rejimini o'ta qizdirilayotgan suyuq cho'yanning kimyoviy tarkibiga qarab tanlash zarur.

Induksion pechda suyuqlantirish texnologiyasi. Induksion pechda suyuqlantirishning texnologik jarayoni shixtani yuklash, uni qizdirish va suyuqlantirish, o'ta qizdirish, uglerodlash va cho'yanning kimyoviy tarkibini berilgan tarkibgacha yetkazish, shuningdek, termovaqti ishlov berish (saqlab turish) ni o'z ichiga oladi. Yuklanadigan shixta qisman suyuqlanmaga botirilib elektr o'tkazadigan uzluksiz muhit yaratadi va bu muhitda induktor bilan uyurmaviy toklar hosil qilinadi. Suyuq metallga (oldingi suyuqlantirishdan qolgan zumpf yoki «botqoq» deb ataladigan qoldiq) yuklash shuning uchun ham bajariladiki, sanoat chastotali elektr tokidan foydalanilganda shixtaning diskret elementlarida uyurmaviy toklar hosil qilish kam samarali bo'ladi, chunki ular metallni qizdiradi va u suyuqlanadi.

Zumpf massasi pechdagi metall umumiy massasining 50%ini tashkil qiladi va mos ravishda, suyuqlantirish davrlarining davomiyligiga ta'sir qiladi. «Botqoq»qa yuklash bir necha bosqichlarda amalga oshirilishi mumkin. Masalan, sig'imi 12 t bo'lgan pechda va sig'imi 5 t bo'lgan zumpfda suyuqlantirishda quyidagi ketma-ketlikka va davrlarning davomiyligiga rioya qilinadi: 5—6 t ni yuklash (qaytarishdan tashqari) — 15 min, suyuqlantirish — 1 soat 5 min, kimyoviy tarkibni me'yoriga yetkazish — 40 min, qaytarilgan metallni (2 t) yuklash — 10 min, qaytarilgan metallni suyuqlantirish — 15 min, temperatura bo'yicha me'yoriga yetkazish va shlakni nasos bilan chiqarib tashlash — 25 min. Shunday

qilib, pechning soatlik unumdorligi uning sig'iminin taxminan 1/3 qismini tashkil qiladi.

Ba'zan suyuqlantirish sikli bayon etilganidan sezilarli farqlanadi. Masalan, sig'imi 65 t bo'lgan tigelli induksion pechlarda suyuqlan-tirishda hajmi 58 t ni tashkil qiladigan «botqoq»qa yuklash har biri 7 t bo'lgan porsiyalar bilan amalga oshiriladi. Yuklanadigan 7 t qattiq metal 500 °C gacha qizdirilganda tez suyuqlanadi va 10 minut o'tgach 1550 °C temperaturali 7 t suyuq metal chiqarib beriladi.

Shixtani qizdirish va suyuqlanirish vaqtida temirning oksidlanish jarayonlari sodir bo'ladi. Havo kislorodi temir aralashmalarini ham oksidlaydi. Temir, kremniy va marganes oksidlari shlak hosil qiladi.

Induksion pechlarda cho'yanni suyuqlantirishda FeO dan temirni qaytarish uchun karburizator ishlatish va ferroqotishmalarni tejash maqsadga muvofiq bo'ladi. Suyuqlantirishni suyuqlanmadagi kremniy va marganes miqdori kam va uglerod miqdori ko'p bo'lganda bajarish lozim. Buning uchun karburizatorni tigel tubidagi uyumga kiritish, suyuqlangan va o'ta qizdirilgan suyuq cho'yanga esa ferrosilitsiy va ferromarganes kiritish zarur. Tarkibida uglerod bo'lgan FS 75 va FMn5 qo'shilmalarni yuklagichga yuklaganda C, Si va Mn larning kuyindilari, tegishli, 18—25, 30—32 va 52—55% ni tashkil qiladi. Agar yuklash joyiga karburizator kiritilsa, FC75 va FMn5 esa pech 1550 °C gacha qizdirilib, 1440—1460 °C gacha sovitilgandan keyin qo'shilsa, C ning kuyindisi 30—35% gacha. Si va Mn ning kuyindisi esa, tegishli, 5—7% hamda 13—24% gacha kamayadi. Shu boisdan, shuningdek, komponentlarning erish issiqlik effektlarini (- jadval) hisobga olib, birinchi navbatda, karbyurizator va po'latning temir- tersaklarini, ular suyuqlangandan va erib ketgandan keyin esa cho'yanning temir- tersaklari hamda qaytarmani yuklash lozim. Ferroqotishmalar eng oxirida (me'yoriga yetkazishda) kiritiladi.

Induksion pechda suyuqlantirishda shlaklar katta qovushoqlikka ega bo'ladi, chunki ularning tarkibida 60—70% SiO₂ bo'ladi (- rasmga q.) va past temperaturaga ega bo'ladi, bu esa shlak bilan birgalikda metallning ko'p yo'qolishiga olib kelishi mumkin. Ularning tarkibi suyuqlantirish rejimi, elementlarning kuyishi va oksidlarning futerovkaning sirt qatlamidan shlakka o'tishiga bog'liq. Shlaklarning kislotaliligi suyuqlantirish boshidagi 0,9—1,1 dan 1500°C tempera-turaga erishilganda 6—8 gacha ortadi, shlakdagi temir oksidlarining miqdori 40 dan 10% gacha kamayadi. SiO₂ ning miqdori esa 40 dan 70% gacha ortadi. Qolgan komponentlarning miqdori deyarli o'zgarmaydi (2—3% CaO; 0,5—2,5% Mn; 7—14% Al₂O₃). SiO₂ miqdorining ortishini past suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lgan (SiO₂ · nFeO · mMnO) tipidagi murakkab birikmalarning hosil bo'lishi hisobiga uning futerovkadan o'tishi, shuningdek, FeO

ning kamayishi hisobiga uning shlakdagi solishtirma ulushining ortishi bilan tushuntirish mumkin. FeO yuqori temperaturada, asosan, cho‘yan uglerodi bilan qaytariladi.

Cho‘yanning uglerodlanishi va uni ma’lum kimyoviy tarkibgacha yetkazish — induksion pechda cho‘yan suyuqlantirish operatsiyalaridan eng muhimidir. Kimyoviy tarkibi ma’lumotnomalarda keltirilgan hisob ma’lumotlari bo‘yicha korrektirovka qilinadi. Induksion pechda cho‘yan suyuqlantirishni yakunlovchi operatsiyasi termovaqt ishlov berishdir. Bit operatsiya suyuqlanmani gomogenizatsiyalash va dastlabki shixta materiallarining zararli irsiy ta’sirini kamaytirish maqsadida bajariladi. Termovaqt ishlov berish tigel reaksiyasining muvozanat temperaturasidan 50 °C ortiq temperaturada tutib turishdan iboratdir. Tutib turish SSh 18 cho‘yan uchun 5 min dan 20 min gacha (SSh 45 cho‘yan uchun) davom etadi.

13-Ma'ruza

Mavzu: Cho'yan suyuqlantirishda polijarayonlar O'quv modul birliklari:

1. Monojarayonlar haqida ma'lumot

2. Polijarayonlar haqida ma'lumotlar

3. Dupleks- jarayonlar

Birlamchi agregatlarda (V, DP, ITP) sodir bo'ladigan barcha jarayonlar monojarayonlar vositasida suyuqlantirishning tegishli metodlari uchun yuqorida ko'rib o'tilganlarga aynan o'xshashdir. Ikkilamchi agregatlarda (DP, ITP, IKP) cho'yan kimyoviy tarkibining o'zgarishi suyuq metallning shlak va pech futerovkasi bilan o'zaro ta'siriga bog'liq. ARU bilan dupleks yoki tripleksda barcha jarayonlar birlamchi agregatlar va kutish pechida o'tadi. ARUda kimyoviy tarkibi deyarli o'zgarmaydi.

Dupleks-jarayonlar kimyoviy tarkibni g'oyat sezilarli darajada o'zgartirib va hatto qattiq shixta materiallarini (masalan, qaytarilgan metall va VSh ni suyuqlantirishdagi boshqa chiqindilar) qo'shib amalga oshiriladi. Bunday jarayonlar faqat DP va ITP da amalga oshirilishi mumkin. Bunday holda suyuqlantirish jarayonini qattiq shixtani suyuq quyim bilan qisman almashtiriladigan monojarayonga o'xshash ko'rib chiqish lozim, bu esa induksion suyuqlantirishda monojarayon uchun ham xarakterlidir.

Shixta va boshqa qo'shilmalar kiritilmaydigan dupleks-jarayonda kimyoviy tarkibning o'zgarishi kuyindi, shuningdek elementlarning qirmochi va metall porsiyasining quyilishi va olinishiga bog'liq.

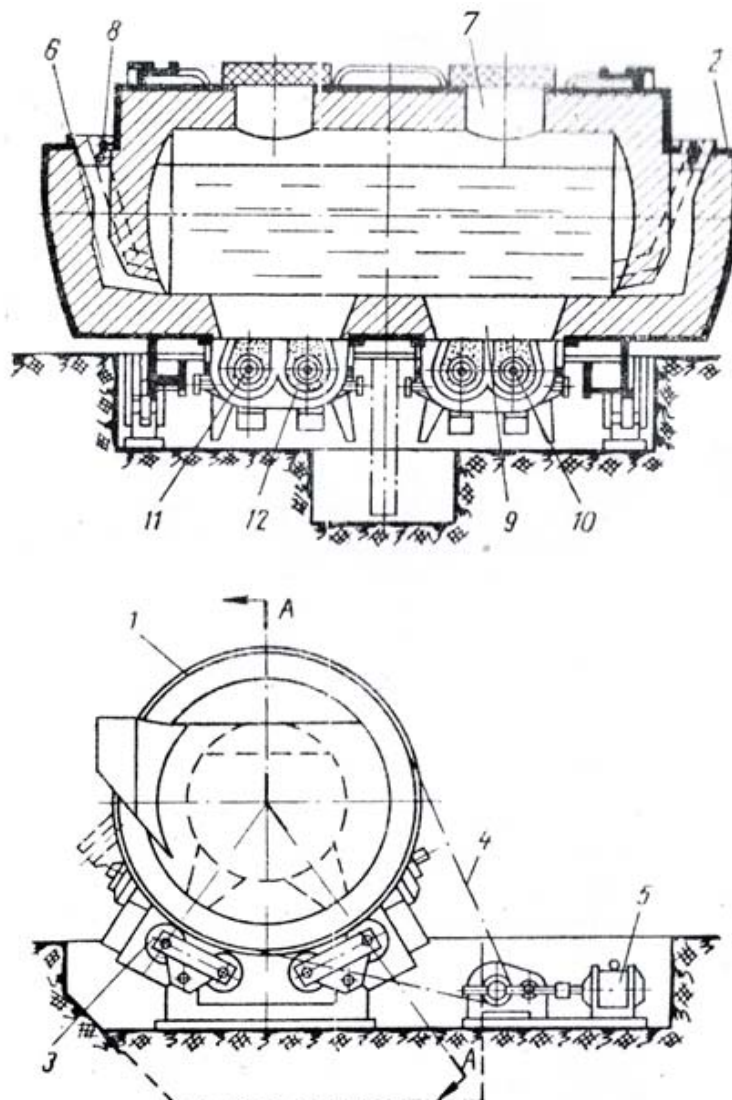
Birinci dupleks-jarayon uchun vagrankaning yoy pechi bilan birga qo'shilishidan foydalanilgan edi. Uni bir necha o'n yillar muqaddam KSh ni suyuqlantirish uchun qo'llay boshladilar. Bu dupleks-jarayon vositasida suyuqlantirish texnologiyasi quyidagidan iborat: shay qilib qo'yilgan yoy pechiga quyib chiqishdan 1—2 soat oldin vagrankadan suyuq cho'yan quyiladi. Chiqindilardan foydalanilganda (VSh ishlab chiqishda amalda qo'llaniladi) ular pech tubiga to vagranka cho'yani oqib tushmaguncha yuklanadi. Cho'yan DPga quyilgandan keyin jarayon me'yoriga yetkazish davrida monojarayon olib borilishiga o'xshash olib boriladi. Yoy pechlarida cho'yanning kimyoviy tarkibi sezilarli o'zgarishi tufayli uni ekspress- analiz natijalariga ko'ra, korrektirovka qilish zarur. Kanalli pechlardan foydalanilganda cho'yanning kimyoviy tarkibi juda kam o'zgaradi. - rasmda ASEA firmasi ishlab chiqqan YFB induksion kanalli pechi keltirilgan.

Vagranka— kanalli induksion pech dupleks-jarayoni jahon amaliyotida keng tarqalgan. U Rossiyaning ZIL, GAZ va boshqa zavodlarida joriy qilingan. Bunday

suyuqlantirish usulining qo'llanilishi tarkibi va temperaturasi bo'yicha turg'un metall katta ko'lamlarda talab etiladigan hollarda, masalan, avtomobillar va traktorlar ko'plab ishlab chiqariladigan sexlarda maqsadga muvofiq bo'ladi [40].

Kanalli pechlarda cho'yan, odatda, berilgan tarkibgacha yetkazilmaydi. Undan faqat suyuq cho'yan tarkibini o'rta hisobga keltirish va qizdirish uchun foydalaniladi.

Zarur bo'lganda qo'shilmalar uzatish kovslilari yoki tarnovga kiritiladi. Cho'yanning tarkibi va temperaturasi bo'yicha o'rta hisobga keltirilishini ta'minlash uchun uning miqdorini doimo pechning $2/3$ hajmi baravarida saqlab turish zarur.



22- rasm. ASEA firmasi ishlab chiqqan YFB induksion kanalli pechi:

- 1 — payvandlab olingan silindr, 2 — silindr devorlari, 3 — roliklar, 4 — zanjirli o'tkazgichlar, 5 — asinxron motor, 6 — sifonlar, 7 — svoddagi teshik, 8 — metal chiqaradigan kanallar, 9 — teshiklar, 10 — induktorning o'rtadagi qurilmasi (serdechnik), 11 — birlamchi g'altak, 12 — kanallar;

Bunday dupleks-jarayonlarda ko'pchilik hollarda bitta kanalli pech bilan ishlaydigan ikkita vagranka ishlatiladi. Suyuqlantirish kompaniyasi uzoq vaqt davom etadigan (bir hafta va undan ortiq) yangi vagranka odatdagi ikkita vagrankaning o'rnini bosadi.

Suyuq cho'yanni kanalli induksion pechga uzatishda shlakni yaxshilab ajratib olish kerak. Agar unga shlak tushsa, futerovkaning yeyilishi keskin ortadi. Kanalli pechda to'planib qolgan shlakni vaqti- vaqti bilan chiqarib tashlash zarur.

Dupleks- jarayon V—ITP ham mashinasozlik zavodlarining quyish sexlarida keng tarqalgan. Tigelli induksion pechlarning ikkilamchi agregatlar sifatida qo'llanilishi smena davomida cho'yanning bir nechta markasini olish zarur bo'lgan hollarda maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu pechlarda ferroqotishmalar, karburizatorlar yoki po'lat- chiqindilar qo'shib cho'yan tarkibini korrektirovka qilish oson bo'ladi.

Dupleks- jarayon ITP—IKP da cho'yan mayda po'lat siniqlari va chiqindilaridan iborat shixtalardan olinadi. Bu jarayon tigelli induksion pechlarning texnologik afzalliklaridan foydalanishga imkon beradi.

VAZda kulrang cho'yan ishlab chiqarishda sig'imi 25 t bo'lgan tigelli induksion pechdan va foydali sig'imi 45 t bo'lgan kanalli pechdan iborat dupleks-jarayondan foydalaniladi. Shixta sifatida temirchilik- presslab ishlab chiqarish chiqindilari, qaytarilgan metall va biroz quyma cho'yandan foydalaniladi. Metall bitta pechdan boshqasiga tarnov yordamida uzatiladi. Shixtaning o'rtacha kimyoviy tarkibi (%) C - 2,179; Si - 2,078; Mn - 0,624; S - 0,05; P - 0,058; Cr — 0,184; Sn — 0,035; Ni — 0,0183; Cu — 0,089. Suyuqlantirish jarayoni 3 soatga yaqin davom etadi. Butun quyma massasi taxminan 26 t ni tashkil qiladi. Yuklashni boshlagandan keyin 3 soat 25 minut o'tgach, 20 t cho'yan kanalli pechga qayta quyiladi. Bu cho'yanning tarkibi (%): C - 3,35; Si - 1,97; Mn - 0,61; S - 0,045; P - 0,05; Cr — 0,15; Sn — 0,038; Ni — 0,29. Suyuqlantirish shlaki tarkibida Fe_2O_3 - 30-42%, SiO_2 - 42-53% va MnO - 4,5-5,2% bo'ladi. Saqlab turish kanalli pechida cho'yanning kimyoviy tarkibi ko'p o'zgarmaydi: S — 3,325 dan 3,33% gacha; Si — 1,935 dan 1,90% gacha; Mn — 0,595 dan 0,59% gacha. Tigelli pechdan 20 t metallni kanalli pechga quygunga qadar pechda suyuq metall qoldig'i (20 t ga yaqin) boladi.

Dupleks- jarayon DP—ITP ham VAZda qo'llaniladi. Bu yerda qattiq shixta suyuqlantiriladigan 40 t sig'imli yoy pechi o'rnatilgan. Tigelli induksion pechlarda metall zarur bo'lgan kimyoviy tarkibgacha yetkaziladi va quyish jarayonida yuqori temperaturada saqlab turiladi. SSh, KSh, VSh cho'yanlarni suyuqlantirib olish uchun tarkibida, asosan, po'lat chiqindilari va qaytarilgan metall, shuningdek 11% gacha quyma cho'yan (SSh uchun) va turli qo'shimchalar (FS, FMn, grafit) bo'lgan shixtalardan foydalaniladi.

Grafitni ancha to'la o'zlashtirish va tigelli pechga quyishda issiqlik yo'qotishlarni to'ldirish uchun metall pechdan quyish kovshlariga beriladigan temperaturasidan 50 °C ortiq o'ta qizdiriladi. O'ta qizdirish temperaturasi 1520—1580 °C diapazonda o'zgaradi.

Kimyoviy tarkib kremniy va marganes bo'yicha yoy pechida, uglerod bo'yicha — metall qabul qilgichga grafit kiritib, metallni induksion pechga berishda quyish tarnovida korrektirovka qilinadi.

Dupleks-jarayon ITP—DP dan cho'yanni chuqur desulfuratsiya qilish zarur bo'lganda foydalaniladi. Avtomobil zavodi (GAZ)da bu jarayon sharsimon grafitli juda mustahkam cho'yandan tirsakli vallar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Cho'yanni suyuqlantirish uchun sanoat chastotali tigelli induksion pechlar LFD-12 dan, desulfuratsiyalash uchun esa asos futerovkali yoy pechi DChM-10 dan foydalaniladi.

Dupleks-jarayon DP—DP KAMAZ da qo'llaniladi. Cho'yan sig'imi 50 t yoy pechlarida suyuqlantiriladi va sig'imi 75 t bo'lgan xuddi shunday pechlarga qayta quyiladi. Pechda berilgan kimyoviy tarkibli suyuqlantirilgan cho'yan olinadi. Masalan, SSh-20 uchun quyidagi tarkibdagi cho'yan olinadi (%): C — 3,3—3,45; Si — 1,95—2,10; Mn-0,5-0,7; S -0,1; P-0,2; Sr-0,2-0,4; Ni-0,1-0,2. Shixta sifatida, asosan, qaytarilgan metall va po'lat chiqindilari, shuningdek, 10—15% quyma ko'rinishidagi cho'yan hamda 10% ga yaqin cho'yan temir- tersaklaridan foydalaniladi.

Suyuqlantirish asosli shlaklarda olib boriladi. CaO/SiO₂ nisbat 0,9—1,2 chegaralarida saqlab turiladi. Cho'yan temperaturasi 1430— 1450 °C ga erishganda kimyoviy analiz qilish uchun namuna olinadi. So'ngra cho'yan 1540—1560 °C gacha o'ta qizdiriladi, shlak nasos bilan so'rib olinadi va cho'yan kovshga chiqarib yuboriladi. Agar kimyoviy analiz berilgan qiymatga to'g'ri kelmasa, unda zarur bo'lgan qo'shilmalarning hisob miqdori kiritiladi. Kutish pechiga 60—80 kg kvars qumi yoki shamot siniqlari, 40—50 kg ohaktosh va 20—30 kg koks yuklanadi.

Saqlab turish pechlarida cho'yan temperaturasi, uning kimyoviy tarkibi va oqartirilish kattaligi nazorat qilinadi. Pechdan chiqarilayotgan cho'yan temperaturasi 1440—1480 °C, kimyoviy tarkibi esa talab darajasiga mos kelishi kerak.

Amalda suyuqlantirish pechlarining muayyan ishlab chiqarish sharoitlariga ancha to'g'ri keladigan boshqa birikmalari ham uchraydi. Domna pechi—elektr pechdan iborat dupleks-jarayondan foydalanish eng samaralidir.

14-Ma'ruza

Mavzu: Quymalar uchun po'latni suyuqlantirish fizik-kimyoviy xarakteristikasi

O'quv modul birliklari:

1. Po'lat suyuqlantirish jarayonining fizik-kimyoviy xarakteristikasi
2. Oksidsizlanish reaksiyalari
3. Jarayon mexanizmi
4. Kinetika

Termodinamika. Po'latni suyuqlantirish uchun boshlang'ich bosqichda oksidlash jarayonlarining jadal o'tishi (oksidlash davri) va po'lat olishning yakunlovchi bosqichida metallardan oksidlarni chiqarib tashlash (oksidlantirish) xarakterlidir.

Oksidsizlanish reaksiyalari termodinamikasi kislorodning suyuq temirda eruvchanligi va aktivligiga bog'liq.

Kislorodning eruvchanligi to'g'risida turli eksperimental sharoitlarda olingan ma'lumotlar bir-biriga yaxshi to'g'ri keladi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

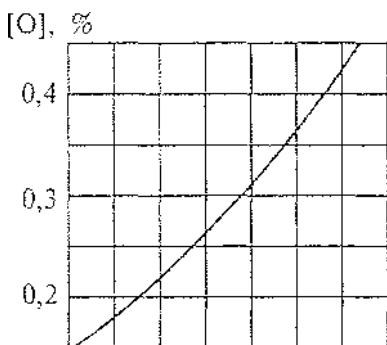
$$\lg[\% \text{ O}] = -6320/T + 2,734, \quad (1)$$

1600 °C da kislorodning eruvchanlik eksperimental qiymatlari - rasmda keltirilgan.

Suyuq temir eritmasida kislorod miqdorining kamayish darajasi metallga kiritiladigan elementning oksidsizlantirish qobiliyatiga bog'liq.

Bu qobiliyat berilgan temperaturada oksidsizlantirgichning ma'lum konsentratsiyasi bilan muvozanatda bo'lgan kislorod miqdori bilan baholanadi [9].

Kislorodning suyuq temirdagi oksidsizlantirgich element bilan o'zaro ta'sir reaksiyasini umumiy ko'rinishda quyidagi tenglama bilan tasavur etish mumkin:



- rasm. Suyuq temirda kislorodning erishi.

Kislorod va oksidsizlantirgichning muvozanat miqdori orasidagi munosabat (3.62) reaksiyaning muvozanati konstantasi bilan aniqlanadi. Bu konstanta suyuq temirda hosil bo'ladigan oksid erimaydigan hollarda, quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

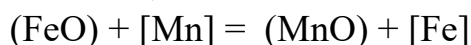
$$K = a_R^y a_O^x = f_R^y [\%R]^y f_O^x [\%O]^x$$

bu yerda: a_R va f_R — tegishli element-oksidsizlagichning aktivligi va aktivlik koeffitsiyenti. f_R va f_O kattaliklar quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$f_R = f_R' \text{ va } f_O = f_O' f_R',$$

bu yerda: f_R' va — mos ravishda temir juda ko'p qo'shilgan binar qotishmalarda element- oksidsizlagich va kislorodning aktivlik koeffitsiyenti; f_O' va f_O^R — uch komponentli suyuqlanma Fe—R—O larda kislorod va oksidsizlantirgichning aktivlikka ularning o'zaro ta'sirini hisobga oladigan aktivlik koeffitsiyenti.

Po'latning asosiy oksidsizlantirgichlari Mn, Si va Al hisoblanadi. Temirni marganes bilan oksidsizlantirish reaksiyasi



tenglama bilan, reaksiya muvozanati konstantasi esa quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$K_{\text{Mn}} = \frac{(\text{MnO})}{(\text{FeO})[\text{Mn}]}$$

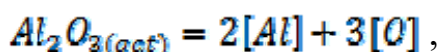
bu yerda: (FeO) va (MnO) — temir ikki oksidi va marganesning shlakdagi konsentratsiyasi. U massa yoki molar ulushlari bo'yicha protsentlarda ifodalanadi. Ulardan aktivlik o'rnida foydalanishni FeO — MnO sistemada qorishmalarning ideal holatda bo'lishi bilan oqlash mumkin.

Suyuq temir eritmasida kremniyning kislorod bilan o'zaro ta'sir reaksiyasi quyidagi ko'rinishga ega:



$$a_{\text{SiO}_2} = 1 \text{ da } K_{\text{Si}} = \frac{[\% \text{Si}]}{[\% \text{O}]^2}.$$

Aluminiy uchun muvozanat konstantasi quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:



$$K_{\text{Al}} = \frac{[\% \text{Al}]^2 \cdot [\% \text{O}]^3}{a_{\text{Al}_2\text{O}_3(\text{qot})}}.$$

- jadvalda V.I.Yanovskiy bo'yicha [3] muvozanat konstantalarini temperaturaviy bog'lanishining taqqoslanishi berilgan. Jadvaldan ko'rinishicha, aluminiy eng katta oksidsizlantirish qobiliyatiga ega.

Jarayon mexanizmi. Quymakorlikda po'lat suyuqlantirish yoy elektr pechlarida amalga oshiriladi. Yoy pechida suyuqlantirish uchun $\varphi = f(T)$ bog'lanish - rasmda tasvirlangan. Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinishicha, $t \geq 2100^\circ\text{C}$ da komponentlar qaynaydigan temperaturalar zonasi boshlanadi. Yoy pechlari uchun 2000°C gacha zonada yuqorida keltirilgan barcha mulohazalar haqiqiydir (- rasm, a,b,c,d,f nuqtalarga q.). Yoy razryadida yuqori temperaturalarining mavjudligi yoy yonidagi bo'shliqda quyidagi zonalarini ajratishga imkon beradi:

- 1) suyuqlanma barcha komponentlarining bug‘lanish zonasi, $t > 3700^{\circ}\text{C}$;
- 2) barcha oksidlar bug‘lanadigan zona, $t > 2500^{\circ}\text{C}$;
- 3) barcha metallar bug‘lanadigan zona, $t > 2100^{\circ}\text{C}$;
- 4) cho‘yanning barcha elementlarining erigan uglerod bilan qaytarilish zonasi, $t > 1720^{\circ}\text{C}$ (nuqta p_2);
- 5) barcha elementlarning sof uglerod bilan qaytarilish zonasi, $t > 1550^{\circ}\text{C}$ (nuqta q_2);
- 6) Fe va Mn larning erigan uglerod bilan qaytarilish zonasi, $t > 1440^{\circ}\text{C}$ (nuqta p_1);
- 7) Fe va Mn larni sof uglerod bilan qaytarilish zonasi, $t > 1360^{\circ}\text{C}$ (nuqta q_1).

9 - jadval

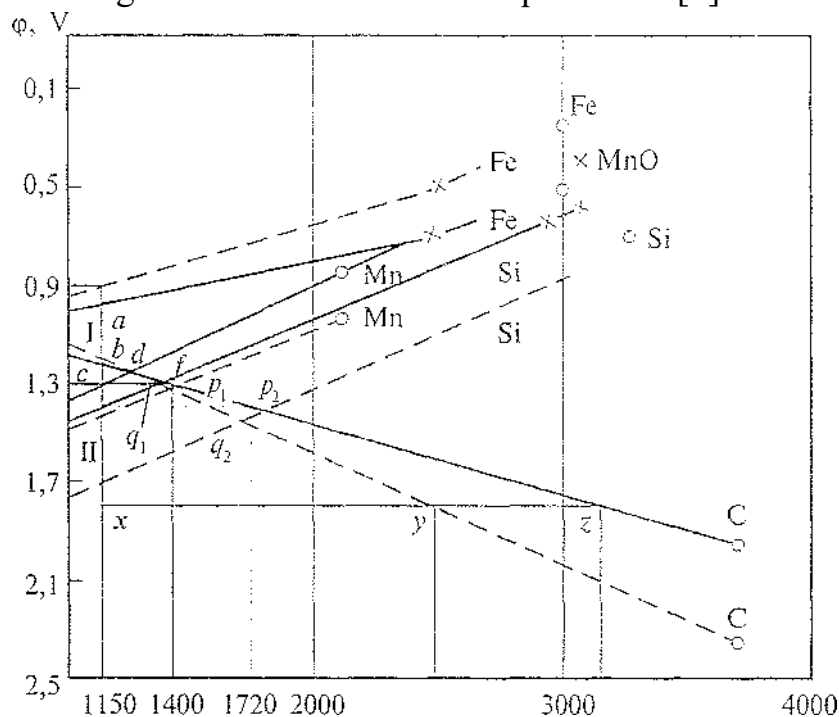
Po‘latni oksidsizlantirish reaksiyalari muvozanat , konstantalarining temperaturaviy bog‘lanishi

Oksidsizlantirgichlar	Tenglama $\lg K = \frac{A}{T} + B$	K qiymati	
		1550°C da	1600°C da
Mn	$\lg K_{Mn} = \frac{10900}{T} + 4,06$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,73 \cdot 10^{-2}$
Si	$\lg K_{Si} = \frac{26050}{T} + 9,51$	$1,66 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Al	$\lg K_{Al} = \frac{82580}{T} + 33,96$	$4,57 \cdot 10^{-12}$	$7,41 \cdot 10^{-11}$

Temperatura maydoni notekis sharoitlarda oksidlash jarayonidan qaytarish jarayoniga o‘tish hozirgina suyuqlangan metall uchun mumkin, chunki $a-x$ chiziqdagi I va II qirg‘malar (- rasm) u nuqta 2480°C ga muvofiq bo‘lgan holatda va z nuqta (erigan uglerod) 3170°C ga muvofiq bo‘lgan holatda teng. Yoy yaqinidagi bo‘shliqda bunday temperaturalar bo‘lishi mumkin.

Kinetika. Termodinamikada po‘lat suyuqlantirish jarayonlari kinetikasi oksidlash davri vaqtida elementlarning oksidlanishi va oksidsizlantirish vaqtida qaytarilishini o‘rganishga katta ahamiyat beriladi. Suyuqlanmani uglerodsizlantirish kinetikasi alohida ahamiyatga ega. Uglerodsizlantirish tezligi suyuqlanmaga kislorodning qaysi usulda keltirilishiga bog‘liq. Agar shlakka kislorod ruda ko‘rinishida berilsa, unda oksidlanish tezligi soatiga 0,5—1% ni tashkil qiladi; agar suyuqlanma gazsimon kislorod bilan puflab tozalansa, unda uglerodsizlantirish tezligi soatiga 2—3% ga yetadi.

Uglerodsizlantirish kinetikasining muhim masalasidan biri — limitlovchi bosqichni aniqlashdir. Ba'zi tadqiqotchilar limitlash bosqichi (yoki diffuziya, yoki kimyoviy bo'g'in) tabiatiga keskin nuqtayi nazarda asoslanadilar. Oksidlanish qonuniyatlarini esa berilgan sharoitlarda ko'rib chiqish lozim [1].



23- rasm. Yoy elektr pechidagi (x — oksidlarning, o — metallarning qaynash temperaturasi) $Me - 2e = Me^{2+}$ ($Me \equiv C, Si, Mn, Fe$) elektrod jarayonlar uchun $\varphi^o = f(T)$ (punktir chiziq) va $\varphi = f(T)$ (tutash chiziq) bog'lanishlar.

S.I.Filippov ishlab chiqqan kritik konsentratsiyalar nazariyasi eksperimental ma'lumotlarni yetarli darajada yaxshi tushuntirib beradi. Bu nazariyaga ko'ra, uglerod yuqori darajada konsentratsiyalanganda uglerodsizlantirish jarayoni oksidlagichning diffuziyanishi bilan limitlanadi. Bunda sirtiy (pufakchalarsiz) uglerodsizlantirish kuzatiladi. Uglerodning oksidlanish tezligi uning konsentratsiyasi va metall suyuqlanmasining tarkibiga bog'liq bo'lmaydi. Uglerodsizlanish reaksiyaga kirishuvchi uglerod ortiqcha bo'lganda va kislorod yetishmaganda sodir bo'ladi.

Tajriba ma'lumotlari to'g'ri chiziq tenglamasi bilan yaxshi approxsimatsiyalanadi:

$$-\frac{dC}{dt} = 1/V (\eta \omega p_{O_2})$$

bu yerda: V — metall vannasining hajmi, t; η — oksidlagichdan foydalanish koeffitsiyenti; ω — oksidlagich oqimining tezligi, m/s; p_{O_2} — kislorodning parsial bosimi, Pa.

Erigan kislorod konsentratsiyasi $[C]_{kr}$ dan kichik qiymatgacha pasayganda oksidlanish qonuniyatlari sezilarli darajada o'zgaradi. Bunday sharoitlarda oksidlashning makroskopik tezligi uglerod konsentratsiyasi bilan aniqlanadi:

$$-\frac{d[C]}{dx} = K [\%C] .$$

Bu davr uglerodning kichik tezliklarda oksidianishi, metallda kislorod konsentratsiyasining ortishi, temir oksidlanishi jarayonining sezilarli rivojlanishi bilan xarakterlanadi. Uglerod konsentratsiyasi kritik konsentratsiyadan past bo'lganda hajmiy uglerodsizlanish jarayoni rivojlanadi.

Po'lat suyuqlantirish jarayonlari uchun shlakdagi komponentlarning massa ko'chirishi katta ahamiyatga ega. Shlakdagi aralashmaning diffuzion oqimi Fik qonuniga muvofiq uning konsentratsiya gradiyenti bilan aniqlanadi. Lekin real sharoitlarda aralashmalar shlakda qanday holatda bo'lishi konsentratsiya gradiyentiga emas, balki oksidlar suyuqlanmasining oksidlanganlik gradiyentiga ham bog'liq bo'ladi. i- komponentning jami oqimi quyidagi munosabat yordamida aniqlanadi:

$$P_i = KB_i RTC_i \left(\frac{d \ln C_i}{dx} + \frac{v_i}{4} + \frac{d \ln p_{O_2}}{dx} \right) , \quad (4)$$

bu yerda: B_i — diffuziyanadigan zarrachalarning harakatchanligi; v_i — valentligi; C_i — konsentratsiya.

Tenglama (3.63) dan shlak komponentlari massa ko'chirishining ikkita turli variantini osongina olish mumkin. Birinchisi bir tekis oksidlanganligiga javob beradi:

$$\frac{d \ln p_{O_2}}{dx} = 0$$

va Fik qonuniga olib keladi. Ikkinchisini azotning suyuqlantirilgan shlak qatlami orqali ko'chirilishi misolida ko'rib chiqamiz. Ikkita gaz hajmi qalinligi $\Delta x = 1$ bo'lgan shlak pardasi bilan ajratilgan deylik. Gaz hajmlarida azot parsial bosimlarining farqi o'zgarmas $\Delta p_{N_2} = \text{const}$ (masalan, inert gaz bilan suyultirilganda) va kislorod bosimi bir xil saqlab turiladi. Agar Fik tenglamasida hosilani oxirgi ayirmaga almashtirsak, quyidagiga ega bo'lamiz [8]:

$$P_{(N)} = D_{(N)} \Delta C_{(N)} = D_{(N)} (C_N^I - C_N^{II}) .$$

Lekin (5.63) tenglamaga muvofiq $C_{(N)}$ kattalik p_{O_2} ga bog'liq:

$$C_{(N)} = K p_{N_2}^{1/2} p_{O_2}^{3/4}$$

$$\text{Binobarin,} \quad P_{(N)} = D_{(N)} p_{O_2}^{-3/4} \Delta p_{N_2}^{1/2}$$

Shunday qilib, agar $\Delta p_{N_2} = \text{const}$ da p_{O_2} o'zgartirilsa (uni ikkala hajmda bir xil saqlab), unda shlak qatlamining azotga nisbatan singdiruvchanligi ham o'zgaradi. Masalan, po'lat suyuqlantirish jarayonlari sharoitlarida pech atmosferasi ($\Delta p_{O_2} \approx 10^{-1} \text{ atm}$) bilan qamrab olingan shlak qatlamlarining singdiruvchanligi metall bilan kontaktlanadigan qatlamlarga ($p \geq 10^{-9} \text{ atm.}$) qaraganda 10^6 marta

kichik. Shuning uchun diffuzion qarshilik shlakning yupqa sirt qatlamida to'planib qolar ekan, shu vaqtning o'zida qolgan hajm azot ko'chirilishini limitlamaydi. Boshqa elementlarga nisbatan ham shunga o'xshash xulosalar chiqarish mumkin.

15-Ma'ruza

Mavzu: Konvertor pechda po'latni suyuqlantirish.

O'quv modul birliklari:

- 1. Po'lat olish texnologiyasi**
- 2. Konvertorning tuzilishi.**
- 3. Konvertorni ishga tushirish.**
- 4. Konvertorda kechadigan jarayonlar.**

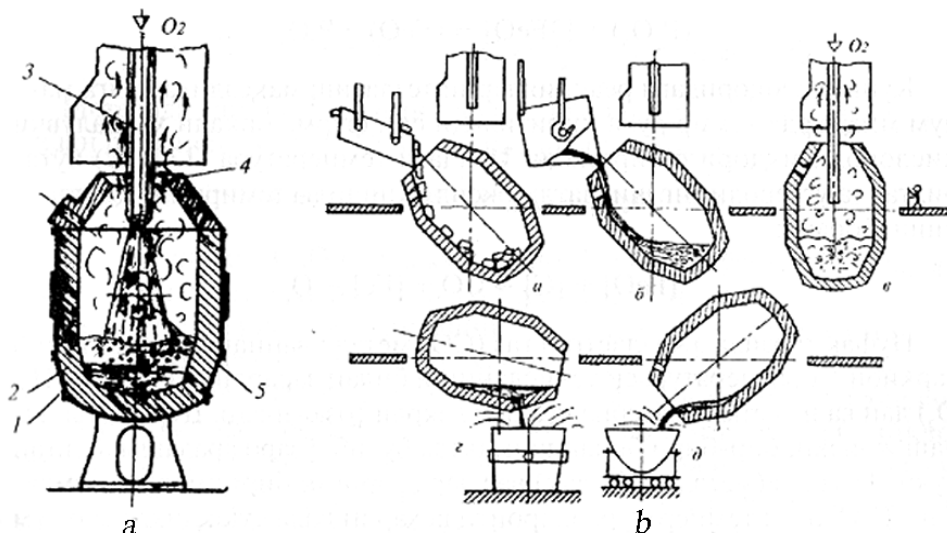
Konvertordagi suyuq cho'yan sathiga kislorod haydash yo'li bilan po'lat ishlab chiqdrish.

Ma'lumki, Bessemer va Tomas konvertorlarida po'lat ishlab chiqarish usullarining qator kamchiliklari tufayli turli mamlakatlarda takomillashgan usullar yaratish borasida izlanishlar olib borildi. Sobiq SSSR da esa dastlabki tajribalar 1933–1934 yillarda A.I. Mozgovoy tomonidan olib borilgan bo'lsada, uning natijalari metallurgiya zavodlarida 1952–1953 yillarda qo'llanila boshlandi. hozirga kelib ishlab chiqarilayotgan uglerodli va kam legirlangan po'latlarning 60–70% dan ortiqroqi shu usul bilan olinmoqda. Bu usulning oddiyligi, yoqilg'i talab etmasligi, ish unumining yuqoriligi, ularning sifatiga putur etkazuvchi gazlar (N_2 , H_2) ning ozligi, kapital mablag'lar sarfining kamligi, chiqindi metallarni ko'proq qayta ishlashga imkon berishi bu usulning sanoatda borgan sari keng qo'llanishiga sabab bo'lmoqda. Lekin bu usul ayrim kamchiliklardan ham holi emas. Jumladan, suyuq cho'yanni ko'proq talab etishi (1 t po'lat olish uchun 820–830 kg cho'yan), metall kuyindining ko'pligi (6–9%) va ancha miqdorda changlarning ajralishi va boshqalar.

Konvertorning tuzilishi. Konvertor noksimon ko'rinishdagi tagi berk qurilma, uning devorlari dolomit yoki magnezit smolali, xroma–magnezit g'ishtdan terilgan bo'lib, devorlarining qalinligi hajmiga ko'ra 700–1000 mm oralig'ida bo'ladi. Sirtidan esa po'lat list bilan qoplanadi. Konvertorda ajraluvchi gazlar bilan chiquvchi metall zarrachalarini tutuvchi qurilmasi bo'ladi. - rasm, a dan ko'rinadiki konvertor tsapfalar yordamida stanina tayanchlariga o'rnatiladi. Konvertorga shixta materiallarni yuklash, olingan po'latni, shuningdek, shlakni undan chiqarish uchun uni gorizontal o'qi atrofida zarur burchakka buriladi. Buning uchun konvertorga kislorod kirituvchi mis naycha (furma) undan chiqarilishi lozim. Konvertor hajmi 100–350 t va undan ortiq ham bo'ladi. Masalan, sig'imi 300 t li konvertorning ish bo'shlig'i bo'yi 9 m, diametri 7 m ga

yaqin bo'lsa, og'zining diametri 3,5 m bo'ladi. Bu konvertordagi suyuq metall qalinligi esa 1,7 m gacha bo'ladi. Odatda konvertor ularda 400–800 marta po'lat olingach, ta'mirlanadi.

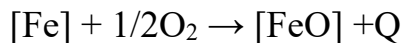
Konvertorni ishga tushirish. Buning uchun avvalo konvertorning ishga yaroqliligi kuzatilib to'la ishonch hosil qilingach, undan po'latni kovshga chiqarish teshigi yuqori sifatli, o'tga chidamli magnezitdan tayyorlangan tikin bilan berkitiladi. (Odatda 40–60 marta po'lat olgandan so'ng yangisi bilan almashtiriladi). So'ngra konvertorni olisdan boshqariladigan qurilma bilan 12-rasm, b da ko'rsatilgan «a» holatga o'tkazib, avvalo unga og'zidan qayta ishlanadigan cho'yan massasining 20–30% chamasida qora metall chiqindilari, keyin esa 1250–1400°C temperaturali suyuq cho'yan kiritiladi («b» holat). So'ngra qayta ishlanadigan metall massasining 5–8 % chamasida ohaktosh (zarur bo'lsa ma'lum miqdorda boksit, temir ruda) kiritilib, konvertor vertikal holatga o'tkaziladi («v» holat). Keyin konvertordagi suyuq metall sathiga 300–800 mm etmagan holda furma naycha tushirilib, u orqali 0,9–1,4 MPa (9–14 kg/sm²) bosimda kislorod haydaladi. Shuni qayd etish joizki, kichik konvertorlarda kislorod xaydovchi furma uchlik soplosi bitta bo'lsa, kattalarida 2–4 ta bo'ladi. Yuqori temperatura sharoitida (2000–2400°C) furma materiala erimasligi uchun uning havol devoridan 0,6–1,0 MPa (6–10 kg/sm²) bosimda sovuq suv o'tkazib turiladi (bunda furmaning havol devoridan har daqiqada 4000–5000 l suv o'tadi).

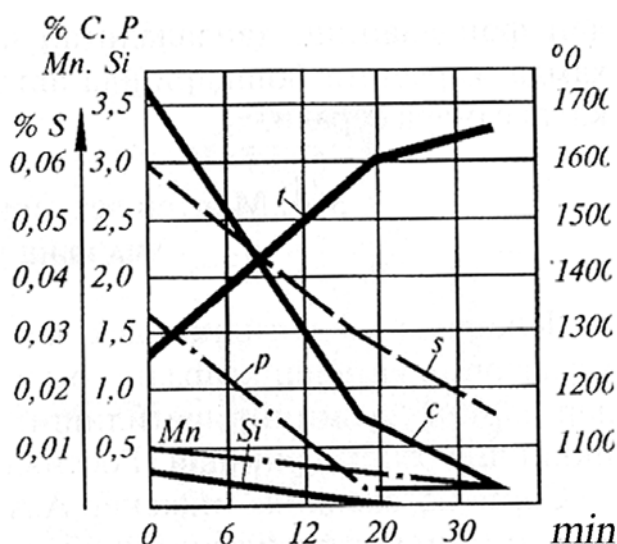


24 - rasm. Kislorod konvertorining tuzilishi (a) va ishlashi (b):

1–konvertor; 2–futerovka; 3–kislorod haydash furmasi; 4–oqish; 5–o'qi.

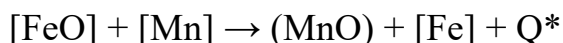
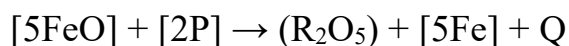
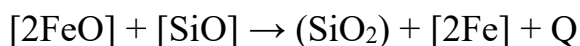
Konvertorda kechadigan jarayonlar. suyuq metall sathiga haydalayotgan kislorodning bir qismi metallga o'tib, qolgani vanna sirtiga tarqaladi. Unga o'tgan qismi metallni shiddatli aralashtirib oksidlay boshlaydi (–rasm). Bunda kislorod avvalo temir bilan reaksiyaga kiradi:



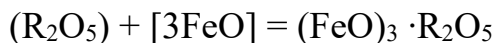
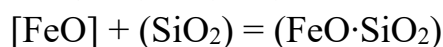
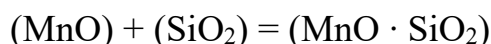


25–rasm. Konvertorda jarayon kechayotganda elementlarning oksidlanish grafigi

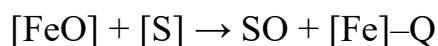
Hali metall temperaturasi pastroqligi sababli oksidlanganda issiqlik ajratuvchi elementlar metallagi [FeO] kislorod bilan oksidlanadi.



Hosil bo'layotgan oksidlar esa o'zaro birikib shlak hosil etadi:



Ko'pincha yuqoridagi reaksiyalarni tezlatish maqsadida pechga ma'lum miqdorda temir ruda kiritiladi yoki furma orqali haydaluvchi kislorod miqdori oshiriladi. Pechdagi temperatura (1700°C) ko'tarilganda uglerodning shiddatli oksidlanishi va temirning qaytarilishi boradi:



Pufak tarzida ajralayotgan gaz (CO) metall vannani aralashtirib tarkibi va temperaturasi tekislanishi bilan zararli gazlar (N_2 , H_2 , O_2) dan va nometall materiallardan deyarli tozalanadi. Shuni ta'kidlash joizki, birbiri bilan kontaktda bo'lib, o'zaro aralashmaydigan suyuq fazalar (metall va shlak) va ularda erigan birikmalar, jumladan, FeO ayni temperatura sharoitida har ikkala suyuqlikda ma'lum nisbatda taqsimlanadi. Bunda uning taqsimlanishi ayni temperaturada konstant bo'ladi:

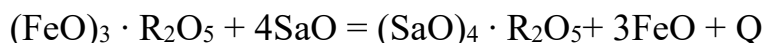
$$L_{\text{FeO}} = \frac{\text{FeO}_{\text{шлакда}}}{\text{FeO}_{\text{металлда}}} = \text{const.}$$

Jarayon davrida shlak tarkibida FeO miqdori o'garsa, metall vannada ham FeO miqdori o'garadi. FeO ning metallagi Si, Mn, P lar bilan reaksiyaga kirishi

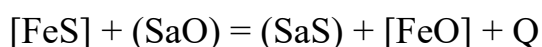
haqida yuqorida qayd etilgan edi. Fosfor angidridi (P_2O_5) ham FeO singari shlakda va metaldda erib taqsimlanadi:

$$L_{P_2O_5} = \frac{P_2O_{5_{\text{шлакда}}}}{P_2O_{5_{\text{металлда}}}} = \text{const.}$$

Yuqori temperatura sharoitida shlakdagi fosfor angidrididan P uglerod bilan qaytarilib metallga o'tishi mumkin. Shu boisdan bu zararli elementni shlakda saqlash uchun vannaga ma'lum miqdorda yana ohaktosh kiritiladi. Bunda P_2O_5 bilan ohak birikib metallda erimaydigan birikma hosil etib shlakka o'tadi:



Metallda erigan [FeS] ning deyarli ko'p qismi esa shlakdagi (CaO) bilan reaksiyaga kirib (CaS) tarzida shlakka o'tadi:



Demak, shlakda CaO qancha ko'p bo'lib, FeO kam bo'lsa, po'lat zararli P va S elementlardan shuncha yaxshiroq tozalanadi.

Konvertorga kislorod haydashni to'xtatish vaqtini konvertordagi po'latdan namuna olib, tarkibi ekspress laboratoriyada kuzatish orqali aniqlanadi. Namuna olish uchun konvertorga kislorod haydash to'xtatilib konvertor zarur burchakka buriladi. Agar bunda S miqdori ko'p bo'lsa, yana ma'lum vaqt kislorod haydaladi. S miqdori kutilganidan kamroq, bo'lganda po'latni kovshga chiqarishda ferrosplav kiritilishi bilan FeO dan Fe qaytarilib, uglerodga to'yintiriladi. Odatda 250 tli konvertorda yiliga 1200 ming tonna po'lat olinadi.

Konvertorlarning ish unumini oshirib, sifatli po'latlar olishda katta hajmli (450–500 t), o'qi atrofida aylanadigan konvertorlardan foydalanish, haydaladigan kislorodning bosimini oshirish hamda jarayonni boshqarishda avtomatik tizimlardan foydalanish katta samara beradi.

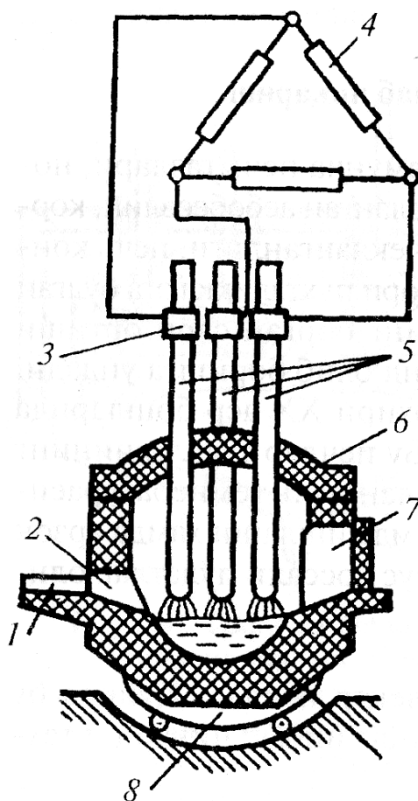
16-Ma'ruza

Mavzu: Elektr yoy pechida po'latni suyuqlantirish

O'quv modul birliklari:

- 1. Elektrodlari vertikal o'rnatilgan elektr ey pechlarda po'lat ishlab chiqarish**
- 2. Pechni ishga tushirish**
- 3. Shixta materiallarini pechgа yuklash**
- 4. Shixta materiallarini suyuqlantirish**
- 5. Qo'shimchalarni qisman oksidlab va oksidlamasdan po'lat ishlab chiqarish.**

–rasmda sanoatda keng qoʻllaniladigan koʻmir grafit elektrodleri vertikal oʻrnatilgan uch fazali oʻzgaruvchan tokda ishlovchi pechning sxemasi keltirilgan. Bu pechlar devorlari magnezit yoki xromagnezit gʻishtidan terilgan boʻlib, sirtidan poʻlat list bilan qoplangan.



26 - rasm. Elektrodleri vertikal oʻrnatilgan elektr ey pechining sxemasi:
1–nov; 2–metall chiqarish teshigi; 3–elektrod tutkich; 4–transformatorning
ikkilamchi chulhami; 5–elektrodlar; 6–pech shipi; 7–shixtani yuklovchi darcha; 8–
segmentlar; 9–taglik

Pechning ship qismi 6 va tagligi 9 sferik shaklda boʻlib, segmentlari orqali roliklarga tayanadi (katta hajmli 70–200 t pechlar shixtani yuklashni osonlashtirish maqsadida shipi ajraladigan yoki Curiladigan qilib quriladi). Shixta pechga maxsus mashina (bad'ya) bilan kiritiladi. Kichik hajmli (30 t gacha) pechlarning yon devoridagi darchasi orqali unga shixta materiallari maxsus mexanizm bilan kiritiladi.

Eritilgan poʻlat uning teshigi 2 ga oʻrnatilgan novi orqali kovshga chiqariladi. Buning uchun maxsus gidravlik yoki elektr yuritgich mexanizm yordamida uni teshik 2 tomon 40–45° ga, shlakni chiqarish uchun esa darchasi tomon 10–15° ga buriladi, ish jarayonida esa bekitgichlar bilan berkitiladi. Pech boʻshligʻiga oʻz tutkichlariga oʻrnatilgan grafit elektrodleri 5 maxsus mexanizm bilan ship teshiklari orqali zaruriyatga koʻra tushirish yoki koʻtarish avtomatik boshqariladi. Elektrodleri diametrlari pech hajmiga qarab 200–600 mm, uzunligi esa 3 m ga etadi. Odatda shixta materiallari poʻlat lomlar, choʻyan, temir ruda,

flyus va ferroqotishmalardan iborat bo'ladi. Flyus sifatida, asosli pechlardagidek, odatdagi ohaktoshdan, kislotali pechlarda kvartsdan foydalaniladi.

Shuni qayd etish joizki, qayta eritiluvchi metall lom shixtaning 85–90% hamda cho'yan 5–10% ini ishhol etishi bilan S va P dan toza bo'lishi lozim. Aks holda po'latni tozalashda ko'pgina elektr energiya sarflanadi. Bu hol po'lat narxini keskin ko'taradi. Ma'lumki, pechda havo, kislorod haydalmasligi sababli qo'shimchalarni oksidlash uchun pechga ma'lum miqdorda ruda kiritiladi.

Pechni ishga tushirish. Dastavval pechga shixta yuklanib unga elektrodlar tushiriladi. Transformatoridan egiluvchi mis kabellar orqali pech hajmiga qarab kuchlanishi 100–600 voltli 1–10 kA gacha bo'lgan elektr toki yuboriladida, elektrodlar bilan shixtaning metall qismi orasida elektr ey hosil qilinadi. Ey issiqligi ($\sim 3500^{\circ}\text{C}$) ta'sirida shixta qizib, tezda eriydi. Shuni qayd etish lozimki, ko'mir elektrodlar yongani sari ey uzunligi maxsus qurilma bilan avtomatik rostlanib boradi. Zarur bo'lsa, yangi elektrodlar rezba hisobiga burab uzaytiriladi. Shixtaning tozalik darajasiga ko'ra po'lat quyidagi usullar bilan olinadi:

1. Qo'shimchalarni to'la oksidlash bilan. 2. qo'shimchalarni qisman oksidlab va oksidlamasdan.

2. Qo'shimchalarni to'la oksidlash bilan po'lat olish. Bu usuldan tarkibida zararli qo'shimchalar ko'p bo'lgan, arzon shixta materiallari (88–90% gacha po'lat chiqindilari, 7–8% gacha qayta ishlanadigan cho'yan, 2–3% elektrod siniqlari va 2–3% ohaktosh) ishlatilganda foydalaniladi. Pechda boruvchi jarayonlarni quyidagi bosqichlarga ajratish mumkin:

Shixta materiallarini pechga yuklash. Bunda pechga shixta materiallarining dastlab mayda, keyin esa yirik temirtersak chiqindilari, qayta ishlanadigan cho'yan va ohaktoshlar kiritiladi.

Shixta materiallarini suyuqlantirish. Shixtaning metall bo'laklari ustiga elektrodlar tushirib, zarur tok rostlagich, tok zanjiri ulanib elektr yoyi hosil etiladi (ko'pincha yoyning barharor yonishi uchun har bir elektrod tagiga yirik koks bo'lakchalari ham qo'yiladi). Ey atrofida hosil bo'lgan yuqori temperaturali zona ta'sirida shixta material qisqa vaqt ichida suyuqlanadi.

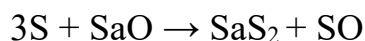
Qo'shimchalarning oksidlanishi va shlakning ajralishi. Shixta materiallarining suyuqlanishi vaqtida temir ruda va pech atmosfera kislorodi hisobiga avval Fe oksidlanib, hosil bo'lgan FeO metall vannada erishi natijasida ajralayotgan kislorod Si, P, Mn va qisman C ni oksidlay boshlaydi. hosil bo'lgan oksidlar (SiO_2 , P_2O_5 , FeO va MnO) o'zaro va CaO bilan birikib, asosli shlak hosil qiladi. Bu shlak tarkibida 40–50% CaO, 15–20% FeO bo'ladi. Ma'lumki, yuqori temperaturada shlakdagi temirning fosforli $(\text{FeO})_3\text{P}_2\text{O}_5$ birikmasi parchalanishida ajralgan P_2O_5 dan fosfor uglerod hisobiga qaytarilishi, yana u metall vannaga o'tishi mumkin. Buning oldini olish uchun hali pech temperaturasi u qadar

ko'tarilmasdanok, bu shlakni pechdan chiqarib turish yoki uni shlakda barharor birikma holida saqlash uchun pechga yana ohaktosh kiritish lozim. Bunda P va S ning shlakka o'tishi marten pechlari singari boradi. Po'lat kutilgan tarkibiga yaqinlashishi bilanoq birlamchi shlak pechdan chiqarilib, ikkilamchi muhim bosqich, ya'ni uglerodning shiddatli oksidlanishi boshlanishi uchun vannaga ma'lum miqdorda temir ruda kiritiladi. Bunda vannada ajralayotgan CO gazi suyuq metallni aralashtirib, uni gazlar va metallmas qo'shimchalardan deyarli tozalaydi. Agar vannadan olingan namuna tekshirilganda uning tarkibidagi fosfor va uglerod miqdori kutilganidan ortiq bo'lsa, ikkilamchi shlak ham pechdan chiqarilib vannaga ma'lum miqdorda yana ohaktosh va temir ruda kiritiladi.

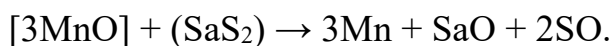
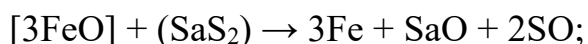
Ko'pincha ikkilamchi, zarur bo'lsa, uchlamchi shlak pechdan chiqarilgan metalldagi fosfor miqdori 0,01% gacha kamayadi.

Agar metallni qisman uglerodga to'yintirish zarur bo'lsa, vannaga ma'lum miqdorda elektrod parchalari yoki koks, ba'zan esa pista ko'mirda suyuqdan tirilgan toza cho'yan kiritilib, pech darchalari bir necha daqiqa berkitilib uglerod miqdori kutilgan tarkibga etkaziladi.

Po'latdagi FeO dan Fe ni qaytarish va uni oltingugurtdan tozalash. Buning uchun vannadagi shlaksirtiga ma'lum miqdorda qaytaruvchi moddalar (ferromanganets, ferrosilitsiyalar) kukuni kiritiladi. Bunda metalldagi FeO dan Fe qaytariladi. Shuni ta'kidlash zarurki, metalldagi FeO dan Fe ni qaytarilish darajasi ortgan sari shlak rangi oqara boshlaydi. Oq shlak tarkibida 55–60% CaO, 0,5% gacha FeO bo'ladi. O'ta qizigan shlakdagi uglerod ohak bilan reaksiyaga kirishib, kaltsiy karbid hosil qiladi:



Tarkibida CaO borligida metalldagi FeO va MnO dan Mn ning qaytarilishiga kulay sharoit tug'iladi:



Bu jarayon 0,5–1 soat davom etadi. Shlak sovutilganda oq kukun tarzida krtadi. Jarayon davomida vannadan namuna uchun metall olinib, kimyoviy tarkibi kuzatiladi. Agar legirlangan po'latlar olinadigan bo'lsa, vannaga ma'lum miqdorda legirlovchi elementlar yoki ularning qotishmalari kiritiladida, 15–20 daqiqa saqlangandan so'ng kovshga chiqariladi.

Qo'shimchalarni qisman oksidlab va oksidlamasdan po'lat ishlab chiqarish.

Agar shixta tarkibida qo'shimchalar miqdori yo'l qo'yilgan darajadan deyarli ortiq bo'lmasa, qisman oksidlash usuli qo'llaniladi. qisman oksidlashda shixta materiallari suyuqlanishida Si, P, Mn, S lar asosan FeO kislorodi hisobiga

oksidlanishi bilanoq shlak ajrala boshlaydi, so'ngra metallidagi FeO dan Fe qaytaruvchilar yordamida qaytariladi, zarur bo'lsa legirlanadi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, uglerodli po'latlar olishda ajralgan shlak pechdan chiqarilganda metallidagi fosforning miqdori 50% gacha kamayadi. qo'shimchalarni oksidlamasdan po'lat olishda esa faqat metall chiqindilarigina qayta eritiladi. Ba'zan qayta ishlanadigan metallardagi C_2 , N_2 va H_2 larning miqdorini kamaytirish maqsadida vannaga bir necha daqiqa kislorod haydaladi.

17-Ma'ruza

Mavzu: Induksion pechida po'latni suyuqlantirish

O'quv modul birliklari:

1. Induksion elektr pechlarda po'latlari ishlab chiqarish

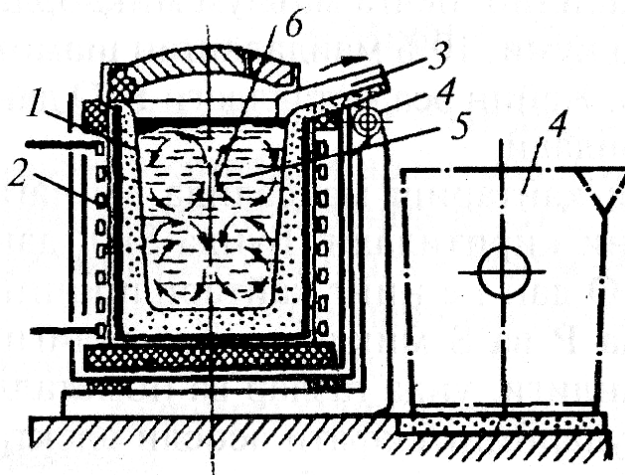
2. Pechni ishga tushirish.

Induksion elektr pechlardan yuqori sifatli, zanglamaydigan, o'tga chidamli va boshqa maxsus xossaga ega bo'lgan po'lat olishda foydalaniladi. Bunday pechning tuzilishi sxemasi –rasmda ko'rsatilgan. Sxemadan ko'rinadiki, pech o'ziga xos havo transformatori bo'lib, uning Suv bilan sovutilib turiluvchi mis o'ramli trubkasi (induktori) birlamchi chulham, o'tga chidamli materialdan yasalgan idish (tigel) ga kiritilgan shixtaning temir–tersaklari ikkilamchi chulham vazifasini o'taydi.

Pech tigeli asosli yoki kislotali o'tga chidamli materiallardan tayyorlanadi. Sig'imi esa 50–3000 kg oralig'ida bo'ladi. Induksion pechlarning ishlashida induktoriga yuboriluvchi tok harakteriga ko'ra yuqori chastotali (10–1000 Gts), o'rtacha chastotali (500–1000 Gts) va ?uyi (sanoat) chastotali (50–60 Gts) toklarda ishlaydiganlarga ajratiladi.

Pechni ishga tushirish. Avvalo shuni qayd etish joizki, bu pechlarda olinuvchi po'latlar tarkibiga yaqin (P va S lardan toza) shixta materiallari sarhisob asosida olinib, ular tigelga ustidan kiritiladida, qopqoqi yopiladi. Keyin induktorga zaruriy chastotali bir fazali o'zgaruvchan tok yuboriladi. Bunda shixta induktorda induktorlangan kuchli yuritma tok ajratgan issiq ta'sirida tezda qizib, eriydi va hosil bo'layotgan oksidlarning borishida shlak ajrala boshlaydi. Asos pechlarda flyus sifatida ma'lum miqdorda ohaktosh kislotali pechlarda SiO_2) ga oyna siniqlaridan foydalaniladi. Ajralayotgan shlak metall sirg'imga o'tadi shlak o'z navbatida, metallni oksidlanishdan va atmosfera gazlaridan himoya etadi. Shuni ham aytish lozimki, induktorning elektr maydoni esa suyuq metallni shiddatli aralashtirib boruvchi kimyoviy reaksiyalarni tezlatib, tekis tartibli po'lat olishga, nemetall materiallarni shlakka o'tkazib, temperaturasini tekislaydi. Jarayon oxirida pechga FeO dan Fe ni qaytaruvchi moddalar ma'lum miqdorda kiritiladi. Kutilgan

tarkibli po'lat olishga erishilgach, uni nov Z dan kovsh 4 ga chiqarish uchun yoki batrofida zarur burchakka buriladi. Induktsion pechlar elektr pechlarga qaraganda foydali ish koeffitsientining va ish unumining yuqoriligi, elektrodning yo'qligi, tarkibida N_2 , H_2 gazlarning va nemetall materiallarning ozligi sababli yuqori sifatli, kam uglerodli va maxsus xossalari po'latlar olinishi kabi afzalliklariga ega. Biroq shlak metallning issiqligi hisobiga qizigani uchun uning temperaturasi metallnikidan pastroqligi sababli ular o'rtasida shiddatli reaksiyalar bormaydi. Shu boisdan metalldagi P va S lardan kutilish qiyin ko'chadi.



27 - rasm. Induktsion elektr pechning sxemasi:

1- tigil; 2-induktor; 3-po'lat chiqarish novi; 4-kovsh; 5-metall; 6-induktsion tok;
6-o'q,

Kislotali pechlarda esa FeO dan Fe ning qaytarilishi avval qaytarilgan Si bilan, keyin esa to'laroq ferrosilitsiy va alyuminiy bilan olib boriladi.

18-Ma'ruza

Mavzu: Rangli qotishmalarni suyuqlantirish

O'quv modul birliklari:

1. Rangli qotishma suyuqlantiriladigan pechlar
2. Jarayonlar klassifikatsiyasi
3. Pechlarning texnologik sxemalari

Rangli qotishmalar ularni suyuqlantirish sharoitlariga ko'ra uch guruhga bo'linadi: aluminiy, magniy va rux qotishmalari; mis va nikel qotishmalari; titan va qiyin eriydigan metallar asosida tayyorlangan qotishmalar.

Aluminiy, magniy va rux qotishmalarini suyuqlantirib olish uchun yoqilg'i va elektr pechlarida monojarayonlar ham, shuningdek, poli- jarayonlar ham qo'llaniladi (- rasm). Polijarayonlardan quymalarni yirik seriyalab va ko'plab ishlab chiqarishda foydalaniladi. Bunday holda suyuqlantirish jarayoni yoqilg'i pechlarida (odatda, bu statsionar alanga pechi — PIS), me'yoriga yetkazish va

aralashmalardan tozalash operatsiyalari esa tarqatish pechlarida (odatda, ular tigelli qarshilik pechlari — PST) bajariladi. Bunda dupleks- jarayondan tashqari tripleks-jarayon ham (- rasm, VIII) mumkin. Tripleks- jarayonda suyuqlantirish operatsiyasi PIS da bajariladi, so'ngra kutish pechiga quyiladi (bu ham PIS) va bundan keyin tarqatish pechlariga quyiladi. Ishlab chiqarish hajmi katta bo'lmaganda kontaktsiz suyuqlantirish metodlari afzal bo'ladi: dupleks ITP-PST, IKP va boshqalar. Buning ustiga hatto yoqilg'i jarayonlari ham kontaktsiz metodda (- a rasm, TP) realizatsiya qilinadi. Magniy qotishmalari uchun kontaktsiz suyuqlantirish qo'llash zarur, chunki magniy juda aktiv metall, oson oksidlanadi va havo bilan kontaktlashishni cheklashga oid choralarni hatto quyish vaqtida ham nazarda tutishga to'g'ri keladi.

Rangli qotishmalar suyuqlantirish uchun so'nggi vaqtgacha faqat davriy jarayonlar (- rasmga q.) qo'llanilar edi. Lekin energetik jihatdan uzluksiz jarayonni amalga oshirish foydali bo'lganligi uchun rangli qotishmalarni suyuqlantirib olishda shaxta- alanga pechlaridan (- rasm, ShP) foydalana boshladilar.

Mis va nikel qotishmalarni suyuqlantirib olishda, asosan, mono- jarayonlar qo'llaniladi. PIS va PIV yoqilg'i pechlari o'zining konstruksiyasi jihatidan aluminiy qotishmalarni suyuqlantirib olishda foydalaniladigan yoqilg'i pechlaridan tafovutlanadi (- rasm, PIS), chunki mis qotishmalari uchun ancha yuqori temperatura talab etiladi. Bronzani suyuqlantirish uchun yoy pechlarini va ba'zi nikel qotishmalari uchun uch fazali po'lat suyuqlantirish pechlarining ishlatilishi shuning o'zi bilan tushuntiriladi (- rasm q.). Tarkibida oson oksidlanadigan elementlar bor nikel qotishmalarini suyuqlantirib olish uchun induksion vakuum pechlaridan foydalaniladi. Jezlarni suyuqlantirish uchun induksion suyuqlantirish metodlari (- d va e rasm, ITP, IKP) keng qo'llaniladi. Titan qotishmalari va qiyin suyuqlanadigan metallarni suyuqlantirish uchun faqat qayta suyuqlantirish jarayonlari: vakuum-yoy, elektron-nur va plazma-yoy qayta suyuqlantirish jarayonlari qo'llaniladi (- rasm).

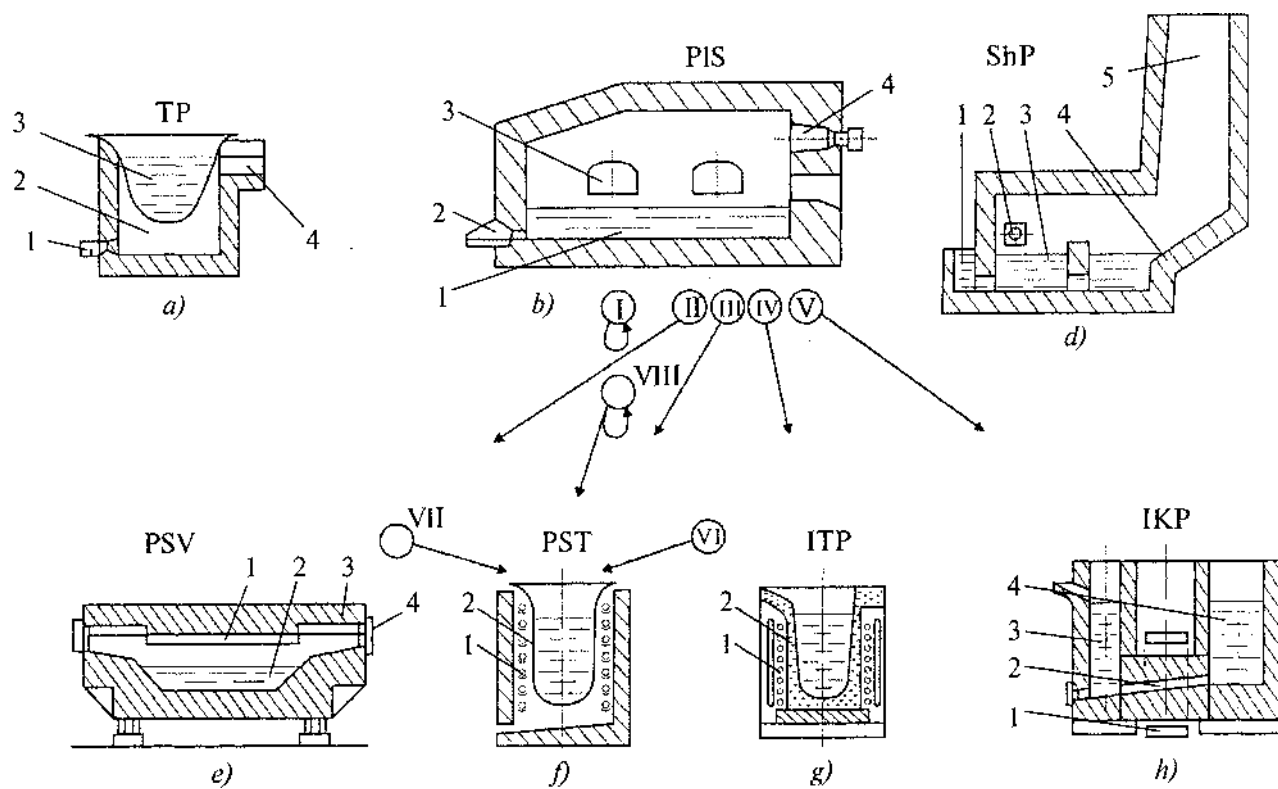
Pechlarning texnologik sxemalari

Tigelli yoqilg'i pechi (- a rasm) metall uchun grafit, po'lat yoki cho'yan 3 tigelga ega. Bo'shliq 2 da 1 gorelkalar yordamida gaz yoki mazut yoqiladi, yonish mahsulotlari 4 tutun yo'liga ketadi. Shixta materiallari tigelga yuklanadi, suyuqlantiriladi, so'ngra qotishma talab etilgan konditsiyagacha yetkaziladi.

Alanga pechining (- b rasm) tigelli pechdan farqi shundan iboratki, 1 vannadagi suyuqlanma pech atmosferasi bilan kontaktlanadi. Bu pechlar 3 tuyruk orqali yuklanadi, gaz 4 gorelkalar yordamida yoqiladi, suyuq metallni chiqarib yuborish uchun 2 lyotka bor.

Shaxta- alanga pechi (- d rasm) shixta suyuqlantiriladigan 4 taglikli 5 shaxtaga va metall to'planadigan 3 vannaga ega. Vanna ustida 2 gorelka

joylashgan. Metallni tarqatish uchun / kamera xizmat qiladi. Bu pechlar aluminiy qotishmalarini



28 - rasm. Suyuqlantirish jarayonlarining klassifikatsiyasi va aluminiy, magniy va rux qotishmalarini suyuqlantirish pechlarining texnologik sxemalari.

suyuqlantirish uchun ishlatiladi.

Mis qotishmalarini suyuqlantirish uchun mo'ljallangan *statsionar yoqilg'i pechlari* (- *a* rasm) *1* vanna ustida joylashgan gorelkalar yoki *2* forsunkalar vositasida isitiladi. Shixta materiallari *3* tuynuk orqali yuklanadi, tutun gazlari *4* gaz yo'liga ketadi. Bu pechlarning sig'imi odatda katta bo'ladi va ishlab chiqarishning tegishli hajmlarida ishlatiladi.

Ishlab chiqarish hajmi katta bo'lmaganda *grafit tigelli yoqilg'i pechlaridan* yoki *baraban tipidagi burilma pechlardan* (- *b* rasm) foydalaniladi. Bu pechda suyuq yoqilg'i *2* forkamerada *1* forsunka yordamida yoqiladi; gazlar *3* kanaldan *5* ishchi bo'shlig'iga keladi; yuklash *4* og'iz orqali amalga oshiriladi.

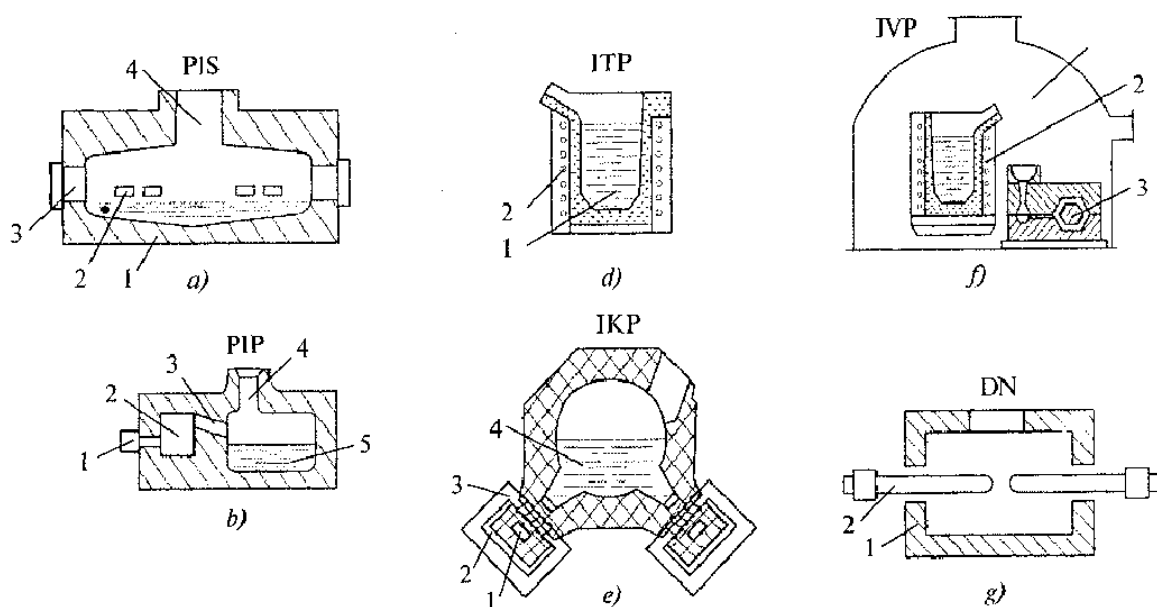
Mis qotishmalarni suyuqlantirish uchun shaxta- alanga pechlari (- *d* rasm) ularning issiqlik FIK deyarli yuqori bo'lishiga qaramasdan, hozircha kamdan kam ishlatiladi. Elektr pechlari (- *d, e, f, g* rasm) mis qotishmalarini ham, nikel qotishmalarini ham suyuqlantirib olish uchun ishlatiladi.

Tigelli qarshilik elektr pechlari (- *f* rasm) uncha katta bo'lmagan quyish sexlarida suyuqlantirib olishda, shuningdek, tarqatish pechlari sifatida juda keng ko'lamda tarqalgan. Tigel *2* da qotishma tayyorlanadi, *1* spiral yordamida qizdiriladi.

Vannali qarshilik pechi deb ataladigan pechda (- *e* rasm) *2* vanna *3* gumbaz yonida joylashgan *1* qizdirish elementlari vositasida qizdiriladi. Vanna *2* ga *4* tuynuk orqali shixta yuklanadi. Metall pechni qiyalatib to'kiladi.

Tigelli induksion pech odatdagidek tuzilgan (- *d* rasm). Tigel *1* da metall joylashadi, *2* induktor tigelni qamrab olgan va metall massasida issiqlik energiyasini generatsiyalab uyurma toklarni hosil qiladi. Mis qotishmalarini suyuqlantirish uchun pechlarning *ILT* seriyasidan, nikel qotishmalarini suyuqlantirish uchun esa *IST* seriyasidan foydalaniladi.

Kanalli induksion pechlar tigel yoki baraban tipida, bitta yoki ikkita tigelli bo'lishi mumkin. - *h* rasmda ikkita tigelli pech ko'rsatilgan. O'zak *1* dagi induktor issiqlik ajralib chiqadigan *2* kanallarni qamrab olgan. Bu kanallar *3* va *4* tigellarni birlashtiradi. Metall *3* tigeldan tarqatiladi, *4* tigelga esa yuklanadi.



29 - rasm. Mis va nikel qotishmalarini suyuqlantirish pechlarining texnologik sxemalari.

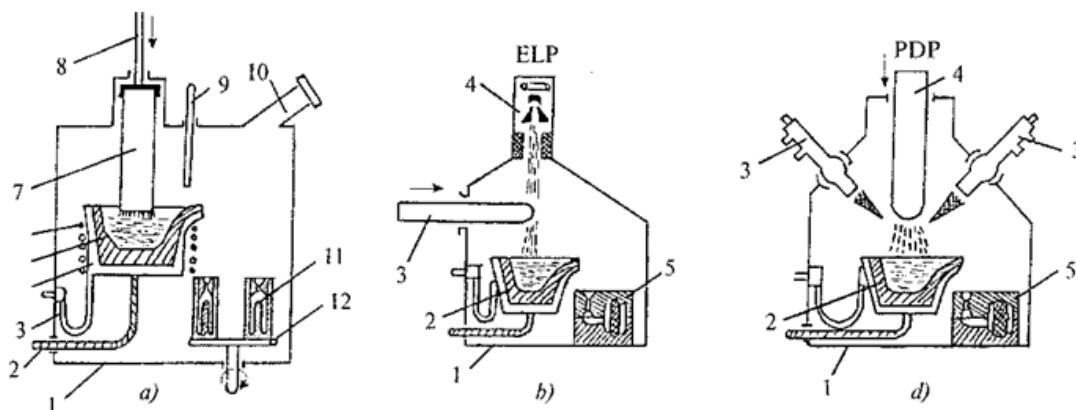
Tigel yoki baraban tipidagi kanalli pechlar, asosan, jezlarni suyuqlantirish uchun ishlatiladi (ILK seriyali pechlar). Baraban tipidagi pechlar (- e rasm) sig'imi tigel tipidagi pechlar sig'imiga nisbatan katta bo'ladi. Metall joylashgan 4 barabanning pastki qismida, odatda, bir nechta induksion elementlar bo'ladi: 3 birlamchi o'ramli 2 o'zak suyuq metalli 1 kanalni qamraydi. Suyuq metall ikkilamchi o'ram vazifasini o'taydi va unda issiqlik energiyasi generatsiyalanadi.

Induksion vakuum pechlari (- f rasm) nikel qotishmalarini suyuqlantirish uchun qo'llaniladi. Vakuum kamerasida 2 pechning o'zi ham, 3 qolip ham joylashadi.

Yoy pechlari, asosan, bronzani suyuqlantirish uchun qo'llaniladi. Ular mustaqil yoyli pechlardir (- g rasm). Ular baraban tipidagi 1 ishchi bo'shlig'iga ega, unga yon tomonlaridan grafitlantirilgan 2 elektrodlar kiritilgan, bu elektrodlar orasida yoy yonadi.

Titan qotishmalari va qiyin eriydigan metallarni suyuqlantirish uchun pechlarning uchta tipidan foydalaniladi: vakuum- yoy, plazma va elektron- nur pechlari.

Elektrod sarflanadigan *vakuum- yoy pechi* (- a rasm) suv bilan sovutiladigan



30 - rasm. Titanli qotishmalarni va qiyin eriydigan metallarni suyuqlantirish pechlarining texnologik sxemalari.

4 mis tigel joylashgan 1 vakuum kamerasiga ega. Tigel tashqi muhit bilan 2 elektr kabeli va suv bilan sovitish shlangasi 3 vositasida bog‘langan. Tigel atrofida yoy razryadini fokusga to‘plash va suyuq metallni aralashtirish uchun mo‘jallangan 6 solenoid joylashgan. Qayta suyuqlantiriladigan metall va suv bilan sovitiladigan tigel devorlarida qotib qolgan qotishma qatlamidan iborat 5 garnisaj tigel futerovkasi bo‘lib xizmat qiladi. Elektrod vazifasini, odatda, shixta yombisi o‘taydi. Lekin ba‘zan sarflanmaydigan elektrodan foydalaniladi, shixta yombisi esa alohida uzatiladi. Shixta yombisi 8 elektrod tutgichga mahkamlangan va u erigan sayin uni pastga siljitadi. Qiyin eriydigan massani eritish uchun tigelning quyish burnida sarflanmaydigan 9 yordamchi elektrod bo‘ladi. Jarayon 10 tuynukcha orqali kuzatib turiladi. Qolip 11 lar 12 burilma stolda joylashgan.

Elektron- nur pechi (- b rasm) shunga o‘xshash qurilgan bo‘lib, faqat issiqlik energiya manbai 4 elektron to‘p bo‘ladi. Vakuum kamera 1 da, shuningdek, suv bilan sovitiladigan 2 garnisaj tigel va 5 qolip joylashgan. Shixta yombisi yon tomondan uzatiladi.

Qayta suyuqlantiruvchi plazma pechlarida (- d rasm) ham 1 vakuum kamerasi, 2 tigel va 4 shixta yombisini eritadigan bir nechta 3 plazmatron bor. Suyuq metall 5 qolipga, shuningdek, 2 burilma tigeldan quyiladi.

19-Ma’ruza

Mavzu: Mis qotishmalarini suyuqlantirish

O‘quv modul birliklari:

- 1. Jarayonning fizik-kimyoviy xarakteristikasi**
- 2. Qotishmalarning gazlar bilan to‘yinishi**
- 3. Tozalash**
- 4. Mis qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi**

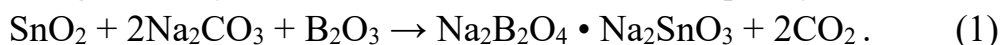
5. Ko'p komponentli murakkab jezlarni suyuqlantirish

6. Qalayli bronzalarni suyuqlantirish

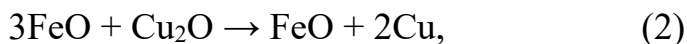
Jarayonning fizik-kimyoviy xarakteristikasi. Misning suyuqlanish temperaturasi 1083°C, jezniki 950 dan 1050°C gacha, bronzalarni quyish temperaturasi 1150 dan 1200 °C gacha. O'ta qizdirish qotishmalarning gazlar bilan to'yinishiga olib keladi, qotish jarayonida gazlarning jadal ajralib chiqishi quymalarning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

Qotishmalarning 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'zilar 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.

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



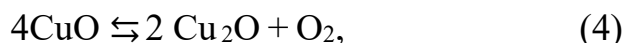
Temir qotishmani kuprit bilan oksidlab tozalash yo'li bilan chiqarib tashlanadi:



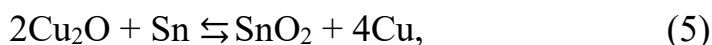
Bronzalarni suyuqlantirishda talab etilgan kimyoviy tarkibni ta'minlash alohida qiyinchilik tug'dirmaydi. Qotishmalarning gazlarga minimal to'yinishini ta'minlash murakkabroq bo'ladi, chunki gazlar suyuqlantirish jarayonida suyuqlanma tomonidan jadal yutiladi va g'ovakliklarning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun suyuq- lamnani 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

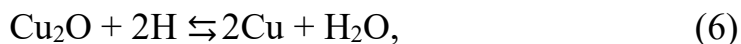
oksidlab degazatsiyalash eng yaxshi samara beradi. Bunda bronza suyuqlanmasida quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



qotishmada qalay bo'lganda esa



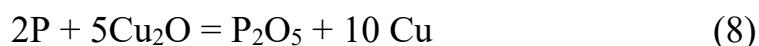
Cu_2O va SnO_2 vodorod bilan reaksiyaga kirishib suv bug'larini hosil qiladi:



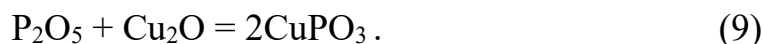
Suyuqlanmadan kislorodni chiqarib yuborish uchun oksidsizlantirishdan foydalaniladi. Fluslar bilan oksidlab tozalash 1180—1200 °C da amalga oshiriladi. Bunda oksidlagichlar sarfi metall massasidan 0,5—1,0% ni tashkil qiladi.

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 tola oksidsizlantirishga va yuqori darajada zich bo'lgan quymalar olishga iinkon beradi.

Mis qotishmalarini oksidsizlantirish uchun tarkibida 90—93% Cu va 7—10% P bo'lgan mis fosfidi ham ishlatiladi:



Oson eriydigan ($t_{\text{er}} = 563\text{ }^{\circ}\text{C}$) fosfor besh oksidi suyuqlantirilgan metall vannasining yuzasiga ko'tariladi va suyuqlantirilgan metall dan 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, quyim massasidan 0,1—0,3% ni tashkil qiladi. Oksidsizlantirgichlar vanna ichiga qalpoq yoki kajom- burlar 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, izlojitsalarga 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 tamsportirovka qilinadi.

Fluslar bilan mis qotishmasiga ishlov berishdan qalayli va alu- miniyli 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 (- *a, b, g* rasm), jezlar esa tigelli induksion pechlarda hamda kanalli pechlarda (- *d, e* rasm) suyuqlantiriladi.

Shixta sifatida birlamchi materiallar, qaytarilgan metall, temir- tersak va quyma qotishmalar (jezlar va bronzalar) ishlatiladi. Qotishmani kimyoviy tarkibi bo'yicha me'yoriga yetkazish uchun birlamchi sof metallar yoki ligaturalardan foydalaniladi (- jadval).

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

10 - jadval

Mis qotishmalarini suyuqlantirishda foydalaniladigan ligaturalar tarkibi

Ligatura	Massa ulushi, %	Suyuqlanish temperaturasi, °C
Mis—marganesli	73 Cu, 27 Mn	860
Mis—berill Lyli	85-95 Cu, 5-15 Be	900
Mis—kremniyli	84 Cu, 16 Si	800
Mis—qalayli	50 Cu, 50 Ni	780
Mis—nikelli	67-85 Cu, 15-33 Ni	1050-1080
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 suyuqlanish 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 izlojitsaga quyiladi.

- 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 -//-
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 50 Na ₂ CO ₃ ; 50 — shisha siniqlari 30 SiO ₂ ; 30 Na ₂ CO ₃ ; 40 CaF ₂ 50 Na ₂ CO ₃ ; 50 CaF ₂ 50 CaF ₂ ; 50 MgF ₂ 20 CaF ₂ ; 60 NaF; 20 Na ₃ AlF ₆ 6 Na ₃ B ₄ O ₇ ; 70 Na ₂ CO ₃ ; 12 Na ₃ AlF ₆ ; 12 K ₂ CO ₃	Magnezit futerovkali pechlar uchun shuning o'zi Qalayli bronzalar uchun tozalovchi Aluminiyli bronzalar uchun qoplama Kremniyli va oddiy jezlar uchun qoplama -//- Bronza va jezlar uchun qoplama- tozalovchi Aluminiyli bronzalar uchun tozalovchi -//-

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 birlamchi 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'ng-liklarning 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 qohlaniladi.

ILT—2,5 markali pechda LS 59—1L 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, shlakdan 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, L 68 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 qotishmalar 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% V 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 (- 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 suyuqlanma 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 (- 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 (BrC30) suyuqlantirish ma'lum qiyin- chiliklar tug'diradi. Ularning tarkibiga kiradigan komponentlar zich- ligining 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.

20-Ma'ruza

Mavzu: Titan qotishmalarini suyuqlantirish

O'quv modul birliklari:

1. Jarayonning fizik-kimyoviy xarakteristikasi
2. Suyuqiantirish texnologiyasi
3. Garnisaj pechidagi ish jarayoni
4. Titan va uning qotishmalarini suyuqlantirish

Jarayonning *fizik-kimyoviy xarakteristikasi*. Titan va uning qotishmalarini suyuqiantirish qator o'ziga xos xususiyatlarga ega. Qizdirganda titan turli muhitlarga nisbatan yuqori darajada aktivlik ko'rsatadi, kislorod, azot va vodorod bilan o'zaro aktiv ta'sirlashadi. Kislorod bilan o'zaro ta'sirlashib, u TiO , TiO_2 , Ti_2O_3 oksidlar hosil qiladi. Titan kislorod bilan kristallizatsiyalanganda qator qattiq eritmalar hosil bo'ladi, chunki kislorod α - fazani stabillashtiradi. Azot titan bilan birikib, kirishma eritmalarini hosil qiladi va shuningdek, eritmani mustahkamlab α -fazani stabillashtiradi. Kislorod va azotning titanda erishi qaytmas jarayon hisoblanadi. Vodorod titanda erib, TiH_2 titan gidridlarini hosil qiladi, gidridlar esa elastiklikni keskin pasaytiradi. Shu sababli, vodorod eng zararli aralashmalardan biri hisoblanadi.

Titan amalda ishlatiladigan barcha o'tga chidamli materiallar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bunda u oksidlarni qaytaradi va TiC turg'un karbidni hosil qiladigan uglerodni eritadi. Shuning uchun titanni suyuqlantirishda uni boshqa fazalar bilan o'zaro ta'sirlashish imkoniyatini to'la mustasno qilish zarur.

Suyuqiantirish texnologiyasi. Titan qotishmalari, asosan, elektrodi sarflanadigan va sarflanmaydigan vakuum yoyi pechlarida suyuqlan- tiriladi. Elektron- nur pechlari ham qo'llaniladi (3.8- rasmga q.) Sarflanmaydigan elektrodlar sifatida torirlangan volfram va elektrod grafiti sterjenlaridan foydalaniladi. Elektrodi sarflanmaydigan yoy pechida suyuqlantirishning kamchiligi — qotishmaning elektrod materiali bilan ifloslanishi va jarayonning metallning to'la degazatsiyalanishiga bog'liq holda uzoq davom etishidir. Shu sababli bu tipdagi pechlar kamdan- kam ishlatiladi.

Sarflanadigan elektrodni tayyorlash uchun dastlabki materiallar sifatida titan gubkasi, legirlovchi elementlar (sof holda va ligaturalar ko'rinishida) va titan qotishmalarining chiqindilari xizmat qiladi. Aluminiy, xrom, mis, marganes, vanadiy, sirkoniy, temir va kremniy sof holatda kiritiladi. Aluminiyli ligaturalar

bian molibden va qalay kiritiladi. Ba'zan ligaturalar ko'rinishida xrom, vanadiy va temir kiritiladi (masalan, AXMK ligatura tarkibida 30—34% Mo, 23—27% Cr, 3—6% Fe, 2,5—4% Si va qolgani aluminiy bo'ladi).

Garnisaj pechidagi ish jarayonini ko'rib chiqamiz (3.33- *a*, 3.35- rasmlar). Pech yonidagi olingan qopqoq qo'yiladigan maxsus stendda elektrod tutgichga sarflanadigan elektrod biriktiriladi. Qopqoq stenddan kran bilan olinadi va vakuum kamerasiga o'rnatiladi. Bunda sarflanadigan elektrod tigel o'qi bo'ylab joylashtiriladi. Pechda vakuum yaratiladi, elektrod tutgich va tigelga o'zgarmas tok bilan ta'minlash manbayidan kuchlanish beriladi, elektrod qisqa tutashgunga qadar pastga tushiriladi va yoy razryadi uyg'otiladi. Kichik quvvatda elektrod va tigel biroz qizdiriladi, so'ngra yoy quvvati ishchi parametrlargacha ko'tariladi va elektrod eritiladi.

Suyuqlantirishda chiqindilardan (30% gacha) va xususiy ishlab chiqarishdan qaytarilgan metallardan (litnik sistemasi elementlari, hovuraklar, quymalar braki) foydalaniladi. Sinchiklab tozalangan chiqindilar tigel tagiga yuklanadi, so'ngra elektrod o'rnatiladi. Pech germetizatsiya qilinadi va 1,33 Pa bosimgacha vakuum yaratiladi. Qizdirish past rejimlarda bajariladi. Suyuqlantirish 14—35 kA tok kuchida va 30—50 V kuchlanishda amalga oshiriladi. Avtomatik rejimda 60—80 mm yoy uzunligi saqlab turiladi. Suyuqlantirish jarayonida suyuqlanma solenoid yordamida aralashtiriladi. Qotishmani suyuqlantirish tezligi 8—15 kg/min ni tashkil qiladi. Zarur bo'lgan hajm suyuqlantirilib olingandan keyin metall talab etilgan temperaturagacha o'ta qizdiriladi va vakuumda qoliplarga quyiladi.

Titan va uning qotishmalarini suyuqlantirish jarayonida element- larning kuyishi sodir bo'ladi: 0,1—0,2% gacha Ti, 2,0—2,5% gacha Al va 10—15% gacha Mn. Ikkinchi qayta suyuqlantirishda sodir bo'ladigan barcha yo'qotishlar qotishma massasidan 0,3—0,6% ni tashkil qiladi.

Elektron- nur pechlarida (- *b* rasm) titan chuqur vakuumda (0,013 Pa) suyuqlantiriladi. Metallning suyuqlanishi elektronlar kinetik energiyasining issiqlik energiyasiga o'tishi hisobiga amalga oshiriladi. Katodi volfram yoki tantaldan tayyorlangan, 2000—2500 °C gacha qizdirilgan elektron pushka elektronlar manbayi bo'lib xizmat qiladi. Elektronlar oqimi magnit linzalari yordamida to'planadi va yo'naltiriladi. Bu tipdagi suyuqlantirish qurilmalari suyuqlanmani talab etilgan temperaturagacha qizdirishga va shu temperaturada saqlab turishga imkon beradi. Lekin chuqur vakuum yaratish zarurligi va suyuqlantirish jarayonida ba'zi bir oson eriydigan elementlarning jadal bug'lanishi titanni suyuqlantirish uchun elektron- nur pechlarining qo'lanilishini cheklaydi.

Titan va uning qotishmalarini suyuqlantirishda portlash xavfsizligini ta'minlash uchun alohida ehtiyot choralarini ko'rish talab qilinadi. Suyuqlantirish qurilmalarini ularni vakuum nasoslaridan ajratib qo'yadigan va sovitish uchun

beriladigan suv miqdorini kamaytiruvchi, tez ishlaydigan avtomatik sistema bilan ta'minlash zarur. Pechlarni masofadan boshqariladigan maxsus kameralarda joylashtirish lozim. Garnisaj yoy pechining sxemasi - rasmda keltirilgan

21-Ma'ruza

Mavzu: Qotishmalarni legirlash

O'quv modul birliklari:

- 1. Temir- uglerodli qotishmalarni legirlash.**
- 2. Turli legirlovchi elementlar ularning konsentratsiyasi**
- 3. Rangli qotishmalarni legirlash.**

Temir- uglerodli qotishmalar uchun legirlovchi elementlar sifatida Cr, Ni, Mo, W, V, Ti, Al, Nb, Co, Cu va boshqa elementlar, shuningdek, odatdagi miqdorga qaraganda orttirilgan miqdorda Mn va Si ishlatiladi.

Legirlangan po'latlarni suyuqlantirish jarayonini to'g'ri olib borish uchun suyuq temirda elementlarning erish darajasini va ularning suyuqlanma xossalariga ta'sirini bilish zarur. - jadvalda po'lat suyuqlantirish jarayonlari temperaturasida (1400—1550 °C) suyuq temirda turli elementlarning eruvchanligi xarakteristikasi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan [24, 26].

Suyuq po'latda eriydigan legirlovchi elementlar uning qotgan holatdagi xossalarigagina ta'sir qilib qolmasdan, balki suyuq suyuqlanmaning xossalarini (termodinamik xarakteristikalarini, likvidus—solidus temperaturasini, quyilish xossalarini va boshq.) ham o'zgartiradi. Legirlovchi elementlarning o'zi esa suyuqlanmaga kirib, o'zining individual xossalarini yo'qotadi.

Turli legirlovchi elementlar ularning konsentratsiyasiga, atom massasiga hamda qotayotganida yoki suyuqlanayotganida suyuq va qattiq fazalar orasida taqsimlanishiga qarab po'latning suyuqlanish temperaturasini ma'lum darajada pasaytiradi. Legirlangan po'latlarni suyuqlantirish vaqtida ayrim hollarda aralashganda ajraladigan ozgina issiqlik effektini (masalan, marganesni temir bilan aralashtirganda) hisobga olmasa ham bo'ladi, boshqa hollarda (masalan, suyuqlantirilgan temirga kremniy qo'shganda) uni hisobga olish lozim, chunki juda ko'p miqdorda issiqlik ajraladi.

11 - jadval

Ba'zi bir legirlovchi elementlar boshqa elementlar yoki aralashmalar bilan o'zaro ta'sirlashadi.

To'la	Qisman	Erimaydi	Gazsimon holatda bo'ladi (eruvchanligi noma'lum)
Aluminiy* Mis		Qo'rg'oshin Kumush	Natriy Litiy

Marganes	Molibden**	Vismut	Magniy
Nikel	Volfram**		Kalsiy
Xrom*	Bor		Rux
Kremniy*			Kadmiy
Surma*	Uglerod*		Qo'rg'oshin
Titan*	Oltingugurt*		
Seriy*	Fosfor*		
Berilliy*	Kislorod		
Qalay*	Azot*		
Vanadiy	Vodorod		
Sirkoniy*	Mishyak*		

* Temir bilan kimyoviy birikma hosil qiladi.

** Ancha yuqori temperaturalardagi to'la aralashuvchanlik.

Masalan, suyuq suyuqlanmadagi titan, aluminiy va ba'zi boshqa elementlar kislorod, azot, oltingugurt va boshqalar bilan o'zaro ta'sirlashadi. O'zaro ta'sirlashmaydigan elementlarga legirlovchi ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli legirlangan po'latlarni suyuqlantirib olishda suyuqlanmada sodir bo'ladigan fizik- kimyoviy jarayonlarni termodinamik baholash ayniqsa muhimdir. Suyuqlanmaga ko'pchilik legirlovchi qo'shimchalar qotishmalar ko'rinishida kiritiladi, buni issiqlik effektini hisobga olishda nazarda tutish lozim. Suyuqlanmaga ko'p miqdorda kremniy yoki ferrosilitsiy kiritilganda suyuqlanma ancha issiqlik yo'qotishiga qaramasdan (atrofdagi muhitga, futerovka orqali va h.k.), uning temperaturasi sezilarli darajada ortishini hisobga olish lozim. Legirlovchi qo'shimchalarning yo'qotilishi suyuqlantirish sharoitlariga bog'liq. Po'lat vakuumda suyuqlantirilganda elementlar oksidlanmaydi, lekin nisbatan oson bug'lanadigan elementlar miqdori (marganes, qo'rg'oshin va rux kabi elementlar) kamayishi mumkin. Himoya inert gazi muhitida qayta suyuqlantirganda po'latda legirlovchi elementlarning asosiy qismi saqlanib qoladi, lekin ularning qandaydir miqdori bug'lanish natijasida baribir yo'qoladi.

Rangli qotishmalarni legirlash. Aluminiy qotishmalarida asosiy legirlovchi elementlar sifatida Mg, Cu, Si va boshqalar, magniy qotishmalarida Sn, Al, Zn, Ni va boshqalar, mis qotishmalarida Zn, Sn, Sb, Al, Ti, Si, Be va boshqalar ishlatiladi. Rangli qotishmalarni legirlash suyuqlantirishda asosiy operatsiyalardan biri hisoblanadi va tarkibi maxsus tanlangan ligaturalar yordamida yoki tayyor ligaturalardan foydalanib bajariladi. Quymakorlikda rangli qotishmalar sof komponentlar bilan kamdan kam legirlanadi; ko'pincha, ligaturalar yoki legirlovchi elementlar quyma qotishmalarni tayyorlash jarayonida kiritiladi. Bu qotishmalarning tarkibida asosiy komponentlar ham, legirlovchi komponentlar ham bundan oldin bo'lgan.

22-Ma'ruza

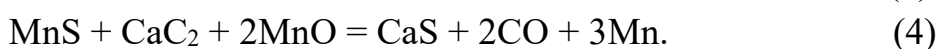
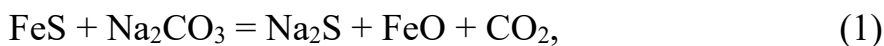
Mavzu: Quymakorlik qotishmalariga pechdan tashqari ishlov berish jarayonining klassifikatsiyasi

O'quv modul birliklari:

1. Pechdan tashqarida tozalash metodlari va usullari

2. Suyuqlantirib olinayotgan po'latlar sortamenti

Pechdan tashqarida tozalash zararli qo'shilmalardan ancha chuqur tozalashga yordam beradi. Cho'yanni suyuqlantirishda pechdan tashqarida tozalash usuli kam qo'llaniladi, chunki uning tarkibida geterogen fazalar miqdori ancha bo'ladi va uni tozalash zaruriyati tarkibida oltingugurt kam bo'lgan maxsus cho'yanlarni olishdagina vujudga keladi. Bunday holda cho'yan odatdagi kovshda yoki maxsus qurilmalarda (4- rasm) ishlanadi. Tozalash operatsiyasi aralashtirilayotgan cho'yanga turli qo'shimchalar kiritib amalga oshiriladi. Qo'shimchalar sifatida soda va kalsiy karbididan foydalaniladi. Oltingugurt quyidagi reaksiyalar bo'yicha chiqarib yuboriladi:



Lekin shuni hisobga olish kerakki, kalsiy karbidini kiritishda cho'yan uglerodlanishi mumkin:



Chet el firmalarining tajribasi shuni ko'rsatadiki, cho'yan kovshda tozalanganda (- a rasm) uning tarkibidagi oltingugurt 0,1% dan 0,005% gacha kamaytirish mumkin. 3 min davomida tozalash sharsimon grafitli juda puxta cho'yan olish maqsadida keyinchalik modifikatorlar bilan ishlov berish uchun yetarli bo'ladigan darajagacha oltingugurt miqdorini kamaytirishga imkon beradi.

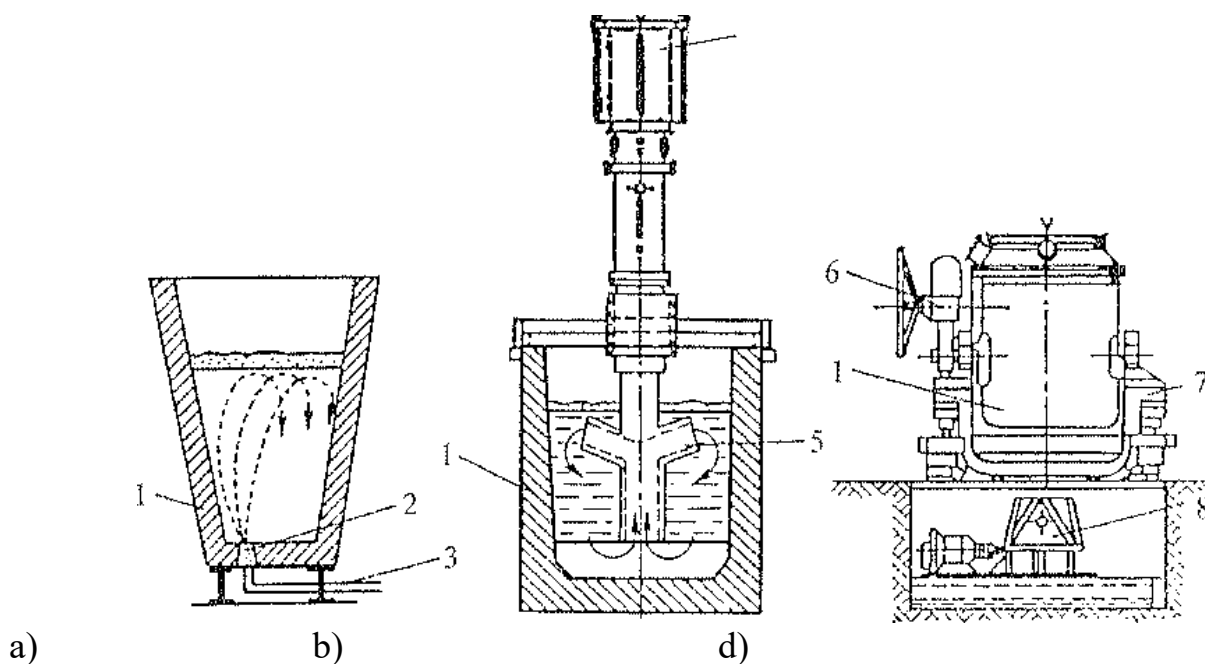
Metallmas qo'shimchalarning miqdori va tuzilishi po'latning sifatiga jiddiy ta'sir qiladi, shuning uchun pechdan tashqarida tozalash uning sifatiga ta'sir qilishga imkon beradi.

Suyuqlantirib olinayotgan po'latlar sortamenti va foydalaniladigan asbob-uskunalariga qarab: po'latga suyuq oq yoki sintetik shlaklar, fluslar poroshogining aralashmalari bilan, shuningdek, neytral gazlar yordamida tozalab, injektor vositasida poroshok kiritib tozalab, vakuumlash hamda kovshda ishlov berish turlarini vakuumlash bilan birgalikda bajarib, suspensiy quyib kompleks yoki alohida-alohida ishlov berish amalga oshiriladi.

Elektr pechlarda asosiligi 2,5 dan ortiq va tarkibida 1% gacha FeO bo'lgan (FeO kuchli desulfuratsiyalovchi reagent hisoblanadi) oq shlaklardan foydalaniladi. Po'lat bu shlaklar ostida saqlab turilganda diffuziya jarayonlari suyuqlantirib olingan po'latni kovshga chiqarish vaqtida uning shlak bilan tez siljishi hisobiga tezlashtirilishi mumkin. Avval unga shlakning katta qismi quyiladi, so'ngra esa balandlikdan kuchli po'lat oqimi beriladi. Bunda shlak po'latning butun massasi bilan o'zaro ta'sirlashadigan tomchi ko'rinishidagi emulsiyaga aylanadi va oltingugurt hamda kislorod miqdori 2—3 marta kamayadi. Sintetik suyuq shlak alohida agregatda tayyorlanadi. Optimal ishlov berish sharoitlari uchun shlak miqdori metall massasidan 3—5% ni tashkil qiladi, shlakning tarkibi 60% CaO va 40% Al_2O_3 , suyuqlanish temperaturasi 1410°C . Sintetik shlaklar bilan ishlangandan keyin kislorod miqdori 0,003% gacha, oltingugurt esa 0,005—0,01% gacha kamayadi.

Ishlov berish uchun yangi so'ndirilgan ohak (80%) va plavik shpati (20%) poroshoklari aralashmasidan ham foydalaniladi. Aralashma 2—3% miqdorida po'lat oqimiga beriladi. Bunda oltingugurt miqdori 1,5—2 marta kamayadi. Lekin bu holda chiqarilayotgan po'latning temperaturasini $20\text{—}30^\circ\text{C}$ ga oshirish zarur.

Po'latga neytral gazlar bilan ishlov berish pech tubida o'rnatilgan o'tga chidamli g'ovak magnezit quyma- bloklar, soxta stopor yoki o'tga chidamli material bilan qoplangan maxsus cho'ktirma furmalar orqali bajariladi. 3- 7 minut quritilgandan (tozalangandan) keyin tarkibdagi kislorod miqdori 10—20% ga, vodorod miqdori 15—30% ga kamayadi, azot biroz chiqarib yuboriladi. Ishlov berish natijasida po'latning mexanik xossalari sezilarli darajada yaxshilanadi. Nisbiy uzayish va siqilishi 10—25% ga, zarbiy qovushoqligi 15—30% ga ortadi.



31 - rasm. Cho'yanni kovshda tozalash uchun qurilma:

a — havo oqimi bilan tozalanadi; b — kovshda qorgich bilan aralashtiriladi; d - buriladigan kovshda aylanuvchi mexanizm bilan aralashtiriladi; 1 - kovsh, 2 - g'ovak tiqin, 3 - azot yoki boshqa gazni uzatish, 4 - qorgich uzatmasi, 5 - naysimon qorgich, 6 - burish uzatmasi, 7 - aylanuvchi mexanizm, 8 - uzatma

23 – Ma'ruza

Mavzu: Po'latlarni qo'shimchalardan tozalash va juda yuqori sifatli po'lat ishlab chiqarish usullari

O'quv modul birliklari:

1. Umumiy ma'lumot
2. Po'latlarni qo'shimchalardan tozalash usullari
3. Juda ham yuqori sifatli po'latlar ishlab chiqarish usullari

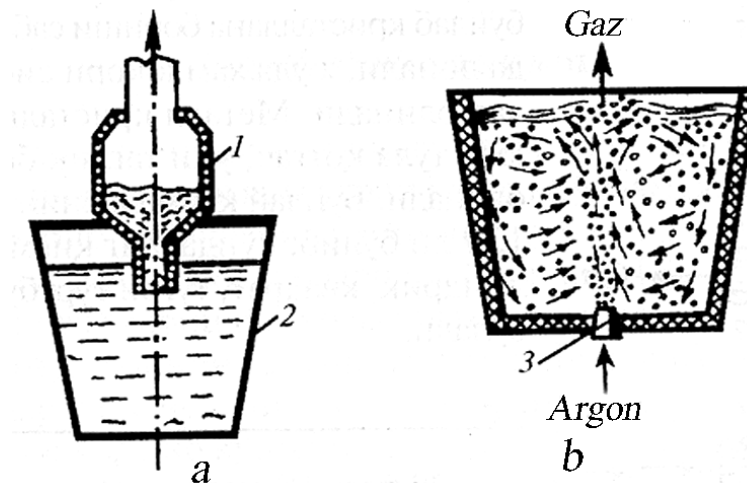
Ma'lumki, elektr ey va induksion pechlarda olingan po'latlarda oz bo'lsada O_2 , H_2 , N_2 gazlari hamda nometall qo'shimchalar bo'ladi. (–jadvalga qarang). Ular metallining mexanik, texnologik va boshqa xossalarini pasaytiradi. Shu sababli yanada yuqori sifatli po'latlar olishda po'latlarni gazlardan va nometall qo'shimchalardan tozalash muhim ahamiyatga ega. Amalda po'latlarga quyilgan talablarga ko'ra ular vakuum kameralarda, ulardan inert gazlar o'tkazib va sintetik shlak yordamida tozalashda keng foydalanilmokda.

12 – jadval

Po'lat ishlab chiqarish sharoiti	Gazlar va nometall qo'shimchalar miqdori, %			
	O_2	N_2	N_2	nometall qo'shimchalar
Havo muhitida	0,0193	0,003	0,0056	0,039
Vakuum muhitida	0,0019	0,0005	0,0028	0,0042

Po'latlarni qo'shimchalardan tozalash usullari

a). Po'latlarni vakuum kamerada ishlash. Bu usulning bir necha xillari bo'lib, bulardan biri –rasmda sxematik ko'rsatilgan. Ma'lumki, kovshdagi metall bosimi pasayishi bilan undagi O_2 , H_2 , N_2 va boshqa gazlarning erishi kamaya boradi. Natijada undan ajralayotgan gazlar o'zi bilan nometall qo'shimchalarni ham ergashtiradi. Demak, kovshdagi metallni gazlardan va nometall materiallardan tozalash uchun avvalo kameradagi havo 0,267–0,667 kPa bosimgacha so'rilib, so'ngra unga kovshli metall kiritilib, u erda 10–15 daqiqa saqlanishi lozim. Bunda metalldan pufakchalar tarzida ajralayotgan gazlar bilan birga nometall qo'shimchalar ham ergashib chiqadi va natijada undagi gazlar miqdori 3–5 marta, nometall qo'shimchalar miqdori esa 2–3 marta kamayadi.



32 – rasm. Po'latlarni gaz va metallmas qo'shimchalardan tozalash:
a–vakuum kamerada; b–inert gazlar yordamida; 1–vakuum kamera trubkasi; 2–kovshga
quyilgan metall; 3–tiqin.

b). Po'latlarni inert gazlar bilan tozalash. Kovshdagi suyuq metallardan birorta inert gaz, masalan, argonni u qadar katta bo'lmagan bosim ostida o'tkaziladi (–rasm, b). Bunda metall yaxshi aralashib gaz va nometall qo'shimchalardan tozalanadi. Ayniqsa, legirlangan po'lat quymalar olishda metallni qolipga quyishda oksidlanmasligi uchun maxsus qurilma orqali argon oqimida quyish yaxshi natijalar beradi.

v). Po'latlarni sintetik shlak bilan tozalash. Pechdan metallni kovshga chiqargunga qadar unga metall massasining 3–5% miqdorida elektr pechda eritilgan shlak (55% CaO, 40% Al₂O₃ va oz miqdorda SiO₂, MnO, FeO) kiritiladi. Keyin unga po'lat qo'yiladi. Bunda po'lat shlak bilan tez aralashib kontakt yuzalarning oshishi hisobiga o'tuvchi reaksiyalar tezligi ortib, metall gaz va nometall qo'shimchalardan deyarli (50–70%) tozalanadi.

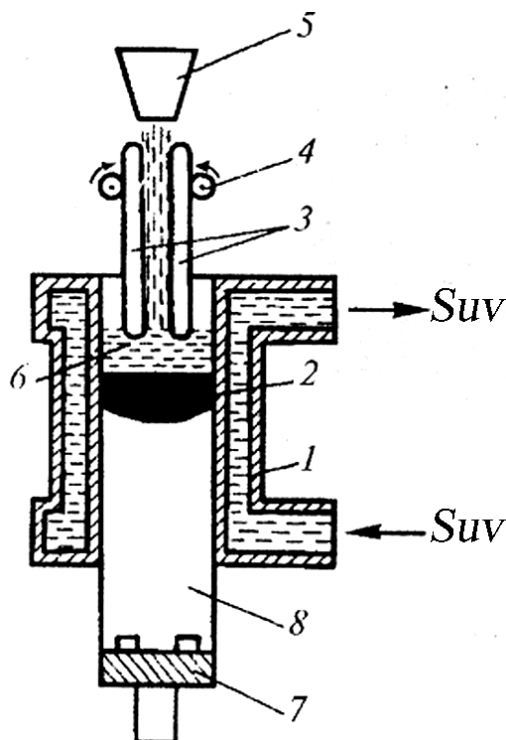
Juda ham yuqori sifatli po'latlar ishlab chiqarish usullari

Po'latlar sifatiga talabning tobora ortib borishi sababli yuqorida qayd etilgan usullarda olingan po'latlar talabga to'la javob bermay krdi. Shu boisdan quyida juda ham yuqori sifatli po'latlar olish usullarining ba'zilar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

g). Po'lat sterjenlarni elektr–shlak pechda qayta eritib tozalash. Bu usul E.O. Paton nomli metallarni elektr ey yordamida payvandlash instituti jamoasi tomonidan 1960 yilda yaratilgan bo'lib, bunda elektr pechlarda olingan po'latlardan tayyorlangan tsilindrik yoki kvadrat shaklli sterjenlar qayta eritiladi.

–rasmda bunday pechning sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, pechning Suv bilan sovutilib turiladigan kristalizatori 7 uglerodli po'latdan tayyorlangan bo'lib, unga po'lat sterjenlar va metall taglik o'rnatilgan. qurilmani ishlatishdan avval kristalizatorga ma'lum miqdorda flyus (CaO, Al₂O₃ va

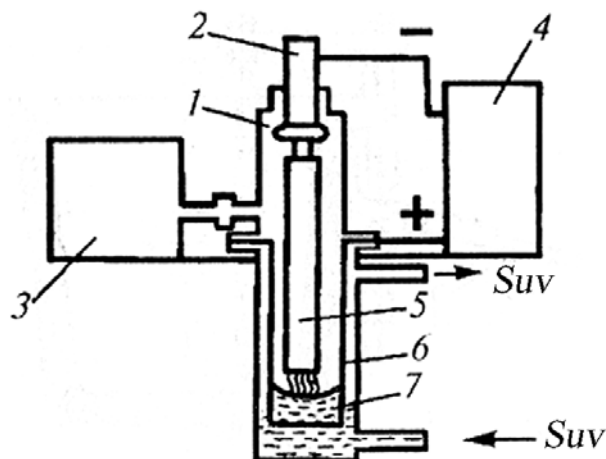
CaF₂ aralashma) kiritilib, po'lat sterjenlar tushirilgach, tok zanjiri ulanadi (bunda po'lat sterjen (elektrod) ning 1 mm² yuzasiga 20A hisobida, 46–60 V kuchlanishli o'zgaruvchan tok yuboriladi) va elektr ey Cuyultiriladigan metall bilan metall taglik orasida hosil etiladi. Bu ey issiqligi ta'sirida flyus erib, shlak hosil bo'la boshlaydi. Shlak hajmi ma'lum miqdorga etgachgina ey uchadi.



33–rasm. Elektr shlak pech sxemasi:

1–kristallizator; 2–Cuyultirilayotgan metall; 3–elektrodlar; 4–roliklar; 5–dozator; 6–shlak;
7–metall taglik; 8–quyma

Tokning shlak qatlamidan o'tishi hisobiga shlak o'ta qizib uning temperaturasi 2000–2500°C ga etishida elektrod sterjen erib, shlak qatlami orqali kristalizatorga o'tayotgan metall tomchilari gaz va nometall qo'shimchalardan deyarli tozalana boradi. Kristalizatorda yoqilayotgan suyuq metall jadal sovishida pastdan yuqori tomon butun qismi 5 bo'ylab kristallana borishi sababli zich, mayda donali, juda ham yuqori sifatli quymalar olinadi. Metall kristalizatorida sirt yuzi to'la qotgach, uni taglik bilan ajratib olinadi. Bunday quymalarning massasi 10–12 t li bo'lib, ko'ndalang qismi odatda, tsilindrik, kvadrat, to'g'ri to'rtburchak shaklli bo'ladi.



34 – rasm. Vakuumli elektr ey pechning sxemasi:

1–pech; 2–elektrod tutkich; 3–vakuum nasos; 4–boshqarish paneli; 5–elektrod sterjenlar;
6–Suv bilan sovutiladigan qolip; 7–quyma

d). Po'lat sterjenlarni vakuumli elektr ey pechlarda qayta eritib tozalash. Bu usulda qayta suyuqlantiriladigan po'lat sterjenlar odatdagi elektr pechlarda olinib, ularning kimyoviy tarkibi olinadigan metall tarkibiga yaqin bo'ladi. –rasmdagi sxemadan ko'rinadiki, metall sterjenlar elektrod tutgich 2 ga o'rnatilib, suv bilan sovutilib turiluvchi kristalizatorga tushiriladi. Keyin kristalizatordan havo 0,00133 kPa bosimgacha so'rilib, po'lat sterjen bilan metall taglik o'zgarmas tok zanjiriga ulanadi. Bunda elektrod katod, metall taglik anod vazifasini o'tab, ular orasida elektr ey hosil bo'ladi. Ey issiqligi ta'sirida elektrodning uchi erib, gazlardan va nemetall qo'shimchalardan tozalanib, kristalizatorga o'ta boradi. U erda metall pastdan yuqoriga qarab kristallanib tekis tarkibli juda ham yuqori sifatli, zich quyma olinadi. Bunday quymalarning massasi 50 t ga etadi. Odatda, 1 t bunday po'lat quyma olish uchun 400–500 kVt soat elektr energiyasi sarflanadi. Bu usullardan tashqari po'latlar elektron nur, plazmali ey pechlarda ham qayta eritiladi.

24-Ma'ruza

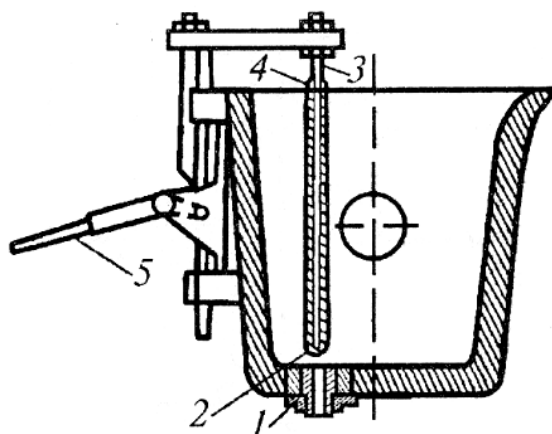
Mavzu: Po'latlarga sintetik shlaklar bilan ishlov berish

O'quv modul birliklari:

1. Po'lat quymalarni olish usullari
2. Po'latni metall tsoliplarga ustidan quyish
3. Po'latni metall qoliplarga tagidan kiritib quyish

Odatda, metallurgiya zavodlarida metall pechdan kovshga chiqarilib, keyin uni kran yordamida turli shakl va o'lchamdagi metall qoliplarga olib borib quyish bilan yirik quymalar olish texnologik jarayonlarning asosiy bosqichlaridan biridir. Po'latlardan sifatli quymalar olishda ularni gazlar va shakllardan deyarli tozalab, qoliplarga tekis kiritishning ahamiyati katta. Bunda po'lat pechdan chiqarilgunga

qadar pech novlari, kovsh va qoliplar talabga javob beradigan qilib taxt qilib quyilishi lozim. (Odatda, ko'proq ishlatiladigan kichik kovshlar sig'imi 10–15t gacha, o'rtacha kovshlarning sig'imi 10–25 t gacha va katta kovshlarning sig'imi 300–400 t ga etadi.) –rasmda katta hajmli stoporli kovsh sxemasi keltirilgan. Kovshlarning devorlari o'tga chidamli shamot g'ishtidan terilgan bo'lib, sirtidan temir gilof bilan qoplangan. Unga esa po'lat xalka kiydirilgan. Bu xalqaning ikkita ilgak iladigan quloqi bor. Kovsh tubida o'tga chidamli materialdan tayyorlangan stakani bo'lib, uning teshigi zaruriyatga ko'ra o'tga chidamli tiqin bilan berkitiladi va ochiladi. Tiqin sterjeni richaglar tizimi bilan bog'langan. Keyingi yillarda qolipga metallning quyilish tezligini rostlovchi shiber (bekitgich)li kovshlardan ham foydalanilmokda. Metall qoliplar ko'pincha cho'yandan tayyorlangan. quyma qolipdan oson ajralishi uchun uning ish yuzalari konussimon qilib yasaladi.

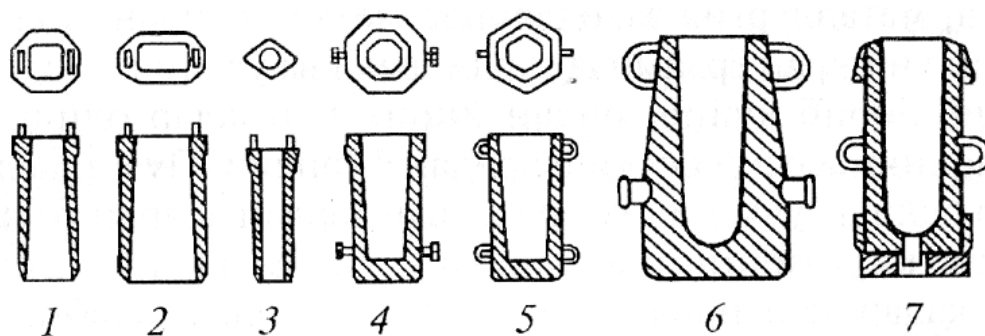


35 – rasm. Stoporli kovsh sxemasi:

1–konus; 2–kuloq (tsapfa); 3–stakan; 4–tiqin; 5–tayanch; 6–dasta; 7–richag; 8–sterjen; 9–o'tga chidamli qoplama

Qoliplarning shakllari va o'lchami olinuvchi quyma materialiga va o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Masalan, turli prokat va pokovkalar tayyorlashda kvadrat, to'g'ri to'rtburchak shaklli qoliplardan, trubalar tayyorlashda esa tsilindrik shaklli qoliplardan foydalaniladi (–rasm).

Sifatli quymalar olish uchun qoliplarga metall quyilgunga qadar ish yuzalari metall tomchilardan tozalanib, maxsus moy (masalan, toshko'mir smolasi) bilan moylanib, 80–120°C temperaturagacha qizdiriladi. Bunda metall qolipga quyilganda moy yonib gaz qatlami hosil bo'ladi va u quymani qolipga yopishib holishdan saqlaydi. qolipning qizdirilishi esa metallni o'ta sovishdan saqlab, sifatli quymalar olishni ta'minlaydi.

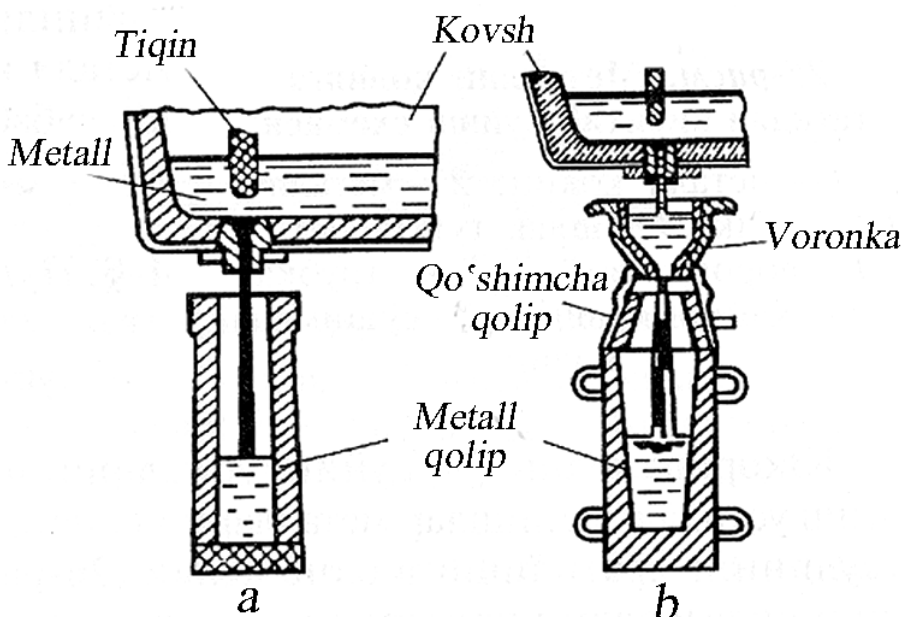


36 – rasm. quyma olishda ishlatiladigan tsoliplar:

1–prokat olinadigan quyma qolipi; 2–tunuka yasaladigan quyma qolipi; 3–truba tayyorlanadigan quyma qolipi; 4–7–pokovkalar olinadigan quyma qoliplari

Po'latni metall tsoliplarga ustidan quyish

Bu usuldan prokatlanuvchi, bolralanib ishlanuvchi yirik (20 t gacha va ortiq), sifatli, zich po'lat quymalar olishda foydalaniladi (–rasm). Bunda po'lat har bir metall qolipga ustidan alohida–alohida quyiladi (–rasm, a).



37 – rasm. Po'latni qoliplarga ustidan quyish sxemasi:

a–po'latni qolipga bevosita ustidan quyish; b–po'latni kovshdan voronka orqali quyish

Bu usulning oddiyligi, murakkab quyish tizimini talab etmasligi, metallning tejalishi, kovsh tikinining kamroq ochilib yopilishi, metallning quyilishini kuzatib turish imkoniyatining mavjudligi, metall temperaturasining pastroqligi, uni shlak va gazlardan to'laroq tozalanishi kabilar uning boshqa usullardan afzalligidir.

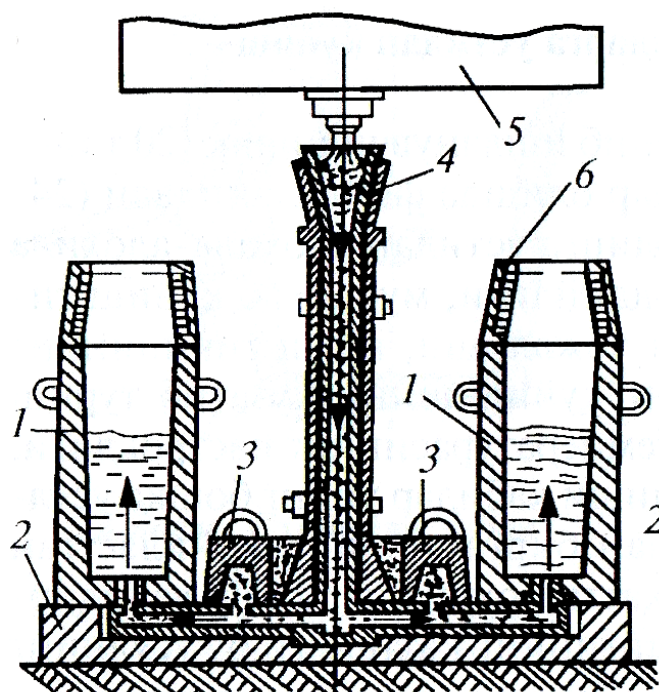
Biroq shu bilan birga qolipga quyilayotgan metallning sachrashlari, quyma sirtida qattiq oksid pardalar va gadirbudirliklar bo'lishi, kirishish bo'shlig'ining kattaligi bu usulning kamchiligidir. Odatda, metallning sachrashining oldini

olishda varonkadan foydalaniladi (–rasm, b), kirishuv bo'shlig'i va g'ovakliklarni kamaytirishda qolip ustiga qo'shimcha ustama qolip o'rnatiladi. Bu qolip ish yuzi o'tga chidam material bilan koplanadi. Ba'zan ustama qolipdagi metallni qizdirib turish uchun maxsus issiqlik ajratuvchi aralashmalardan ham foydalaniladi.

Po'latni metall qoliplarga tagidan kiritib quyish

Bu usuldan mayda va o'rtacha massali quymalarni ko'plab olishda foydalaniladi.

Bunda bir yula bir necha qoliplarga metall o'zaro to'tashtirilgan markaziy quyish tizimi kanallari orqali tagidan bir tekisda kiritiladi (– rasm). Bu usulda bir vaqtning o'zida sirt yuzasi tekisroq bo'lgan, kirishish bo'shlig'i bo'lmagan ko'plab quymalar olinadi. Biroq, murakkab quyish tizimini talab etishi, metallning ko'proq, sarflanishi, quyiluvchi metall temperaturasining ustidan quyish usulidagiga qaraganda 100–150°C yuqorirokbo'lishi, gaz va nemetall qo'shimchalardan to'laroq tozalanmasligi bu usulning kamchiligidir.



38 – rasm. Metallni tsolipga tagidan kiritib quyish sxemasi:

1–metall qolip; 2–metall taglik; 3–shlak tutqichlar; 4–voronka va markaziy trubka; 5– quyish kovshi; 6–qo'shimcha qolip

Shuni qayd etish joizki, bu usulda qolipga quyilayotgan metall faqat ferromarganets bilan chala qaytarilganligi sababli qolipda metall dan ajralayotgan CO gazi tuda tashqariga chiholmaydi, natijada u hajmi bo'yicha tarqalib quymada g'ovakliklar beradi. Shu boisdan quymada kirishuv bo'shlig'i ham bo'lmaydi. Bu usul ustidan quyish usuliga qaraganda ancha unumli, quymalarning sirt yuzasi tekis va tozaroq bo'ladi. Lekin yuqorida qayd etilgan kamchiliklardan tashqari qoliplarni

yig'ishning qiyinligi, gaz g'ovakliklari, nometall qo'shimchalar ko'proq bo'lishi sababli bunday usulda olingan po'lat quyma sifati pastroq bo'ladi.

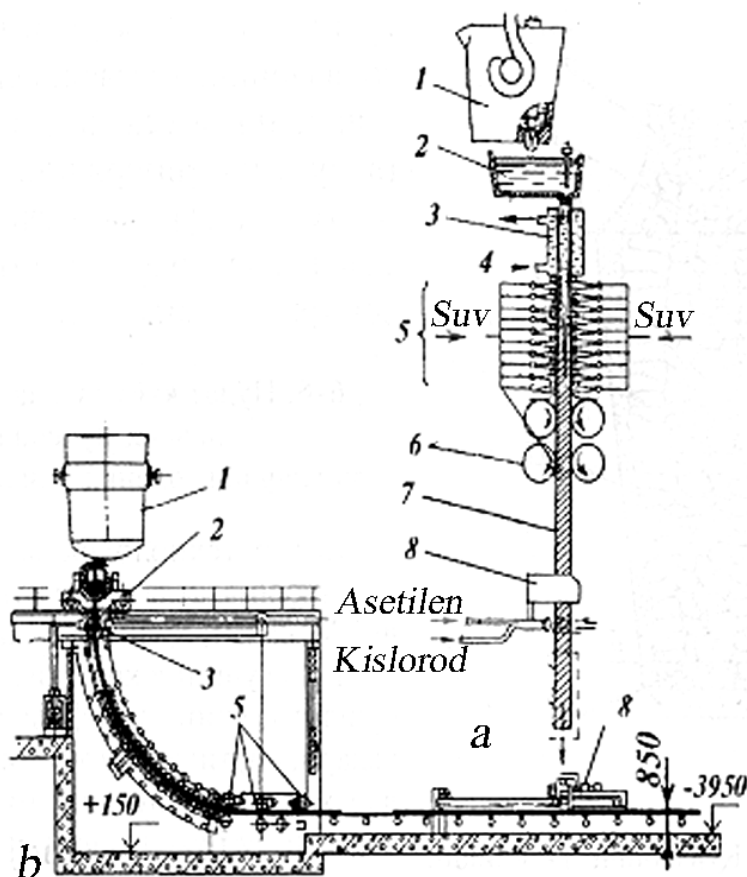
25-Ma'ruza

Mavzu: Po'lat quymalarni maxsus usullarda tayyorlab olish

O'quv modul birliklari:

- 1. Po'latni maxsus metall qolip (kristallizator) ustidan uzluksiz quyish**
- 2. Po'lat quymaning tuzilishi**
- 3. Po'lat quymalarda uchraydigan asosiy nuqsonlar va ularning oldini olish tadbirlari**

Yuqorida ko'rilgan quyish usullarining kamchiliklaridan holi etish ustida izlanishlar metallarni kristallizatorga uzluksiz quyish usulining yaratilishiga olib keldi (–rasm). Qurilmani ishga tushirishdan oldin kristallizator ish yuzalari o'simlik moyi bilan moylanadi va tagiga metall taglik o'rnatiladi (–rasm, a). Rasmdan ko'rinadiki suyuq po'lat kovshdan oraliq kovsh 2 ga quyiladi. Undan u orqali suv bilan sovutilib turiladigan mis kristallizator 3 ga uzluksiz quyilib turiladi.



39 – rasm. Metallarni uzluksiz quyish qurilmasining sxemasi:

a–vertikal holatda quyish: 1–kovsh; 2–oralik, kovsh; 3–kristallizator; 4–sovitish suvi; 5–ikkilamchi sovitish zonasi; 6–roliklar; 7–quyma; 8–gaz keskich; b–radial holatda quyish

Kristallizator metall bilan tulgandan keyin metall taglikka yopishib qota boshlaydi. Bunda uning shtangasini tortuvchi mexanizm pastga torta boradi. Bu vaqtda kristallizatoridagi metallning ichki qismi hali to'la qotmaganligi boisdan, roliklar oralig'idan o'tayotganda unga suv purkab turiladi. Metallar roliklar orasidan to'la o'tgach, zarur shaklga keladi (masalan, kvadrat shaklli mahsulotlarning kesim o'lchami 150x 150 mm dan 400x400 mm gacha bo'ladi). Zaruriyatga ko'ra ulardan kerakli uzunlikdagi mahsulot atsetilen alangasida qizdirilib, kislorod oqimida yoki mexanik kesiladi. Bu xil qurilma bir necha yildan beri Bekobodagi metallurgiya kombinatida ishlab turibdi.

Bu usulda yuqorida qurilgan metall qoliplar talab etilmaydi, chiqindi miqdori yuqorida qurilgan usullardan 5–8 marta kam, ish unumi deyarli yuqori. Odatda ishlov berish tezligi olinayotgan po'lat mahsulotining shakli va o'lchamiga ko'ra 0,4–10 m/min oralig'ida bo'ladi.

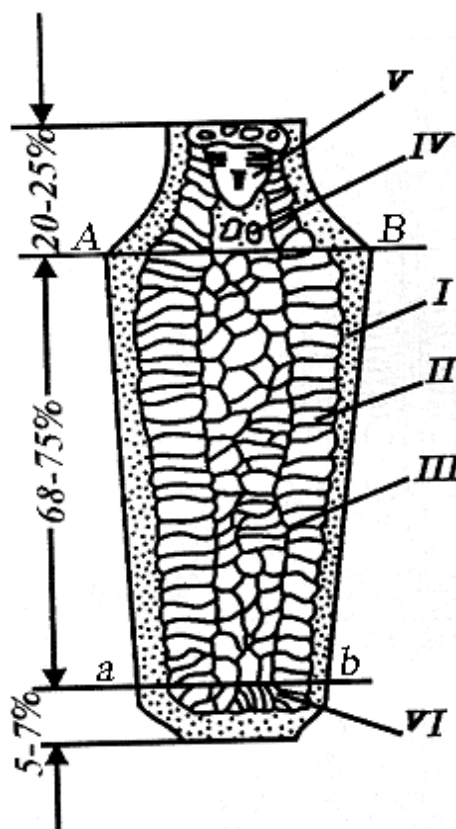
Masalan, bir kristallizatorli qurilmada soatiga 20–150 t mahsulot olinadi.

Agar qurilmalarning bir necha kristallizatorlari bo'lsa va ular parallel ishlatilsa, ish unumi bir necha marta ortadi. Bunday vertikal kristallizatorli qurilmalar buyining baland (40–45 m) bo'lishi ta'mirlash ishlarida ma'lum qiyinchiliklar turdiradi. Shu boisdan keyingi yillarda radial tipdagi qurilmalardan foydalanilmoqda (–rasm, b).

Po'lat quymaning tuzilishi

Ma'lumki, metall qolipga quyilgan metall vaqt o'tishi bilan o'z issiqligini uning devorlariga, tashqi muhitga berib soviy boshlaydi. suyuq metallning qolipga tegib turgan joylari boshqa joylariga nisbatan o'ta soviganligi «tugma» kristallanish markazlari sonini orttirib, mayda donali zich, kichik qatlamli I zonani hosil qiladi. quyma markaziga tomon sovish tezligi kamaya borishi sababli issiqlik tarqalishiga qarab markazga qarab cho'zilgan uzunchoq donali II zona hosil bo'ladi. quymaning o'zagi tomon sovish tezligining yanada kamayishi esa turli tomonga yo'nalgan yirik donali III zona hosil bo'lishiga olib keladi (– rasm).

Bu zonalarining xossasi, kengligi quyma tarkibiga, massasiga, sovish tezligiga, po'latni qaytarilganlik darajasiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Masalan, quyma massasi ortgan sari uzunchoq kristallar zonasi kengayib boradi.



40 - rasm. quymaning tuzilishi:

I–mayda donalar zonasi; II–uzunchoq, donlar zonasi; III–quymaning markaziy qismidagi kristallar zonasi; IV–quymaning kesib tashlanadigan tsismi; V–kirishuv bo’shlig’i; VI–quymaning tub qismi

Po’lat quymalarda uchraydigan asosiy nuqsonlar va ularning oldini olish tadbirlari

Qator texnologik sabablarga ko’ra po’lat quymalarda turli nuqsonlar uchraydi. Masalan, qolipga po’lat ustidan qo’yilganda uning yuqori qismida kirishish bo’shlig’i, uning atrofida esa gaz pufakchalari, sirtida g’adir–budirliklar, darzlar ham paydo bo’lishi mumkin. quymalardagi bu nuqsonlarning oldini olish maqsadida qolip ustiga qo’shimcha qizdiriladigan ustama qolip o’rnatiladi. Natij’ada paydo bo’layotgan kirishish bo’shlig’i va gaz pufakchalari ustama qolipdagi metallga o’tadi. Bundan tashqari quymalarda qo’shimchalarning, masalan P, S, C larning notekis taksimlanishi hamuning sifatiga (puxtaligiga) katta putur etkazadi.

Ko’pincha quymaning markaziy va ustki qismida bu elementlar chekka qismiga qaraganda 2–3 marta ko’proq, tag qismida esa kamroq bo’ladi. Bu nuqsonli quymalarni avval yuqori temperaturada yumshatib, so’ngra me’yordagi temperaturada to’la yumshatish yo’li bilan tarkibi bo’yicha deyarli tekislansa, boshqa nuqsonlar kesib tashlanadi

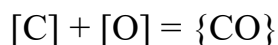
26-Ma'ruza

Mavzu: Po'latning sifatini yaxshilash uchun vakuumdan foydalanish

O'quv modul birliklari:

1. Po'latni sifatini yaxshilash
2. Vakuumda metallni pechdan tashqarida degazatsiya qilish
3. Induksion vakuum pechida qotishmani suyuqlantirish

Po'latni sifatini yaxshilash uchun vakuumda suyuqlantirish va pechdan tashqarida vakuumlash usullaridan foydalaniladi. Pechdan tashqarida vakuumlash shundan iboratki, istalgan po'lat suyuqlantirish pechida olingan suyuq po'lat quyish oldidan vakuumda saqlab turiladi, buning natijasida unda erigan vodorod hamda azot chiqarib yuboriladi. Bu holni bosim pasayganda gazlar eravchanligining kamayishi bilan tushuntirish mumkin. Sunday sharoitlarda po'lat tarkibida bo'lgan kislorod va uglerod o'zaro to'laroq ta'sirlashadi. Hosil bo'ladigan uglerod oksidi



gaz fazasiga o'tadi. Bu reaksiyaning muvozanati umumiy bosimning pasayishi hisobiga o'ng tomonga siljiydi. Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi quyidagi korinishga ega:

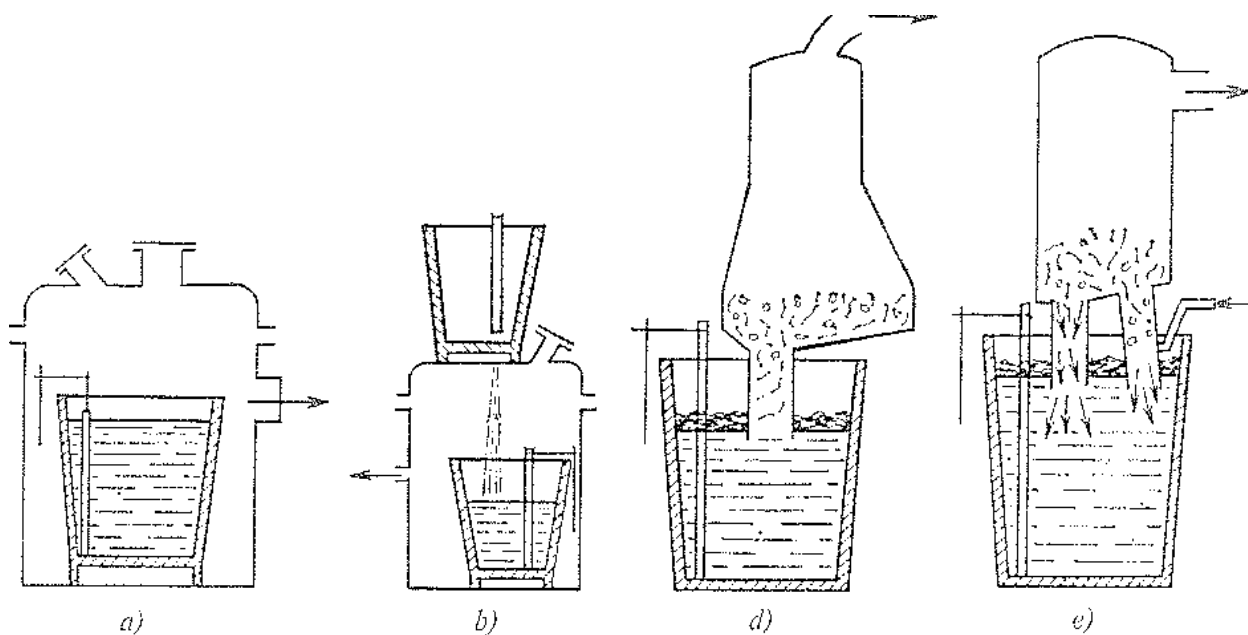
$$K_m = \frac{p_{CO}}{a_C \cdot a_O},$$

bu yerda: p_{CO} – CO ning parsial bosimi (parsial bosim umumiy bosimdan ulush ko'rinishida aniqlanadi, shuning uchun vakuumlashda p_{CO} keskin pasayadi).

Po'latni pechdan tashqarida vakuumlashning to'rtta usuli mavjud:

1) maxsus kamerada kovshda (po'latli kovsh kameraga joylash- tiriladi, u germetik bektiladi va unda vakuum yaratiladi, - *a* rasm);

2) metallni kovshdan kovshga quyishda (bo'sh kovsh kamerada o'rnatiladi, u yerda vakuum yaratiladi va saqlab turiladi, - *b* rasm); metall to'kib bo'shatiladigan kovsh tegishlicha zichlanib, vakuum kamerasi ustida o'rnatiladi;



41 - rasm. Po‘latni pechdan tashqarida vakuumlash usullari:

***a* — kovshda (kamerada); *b* — kamerada kovshdan kovshga qayta quyishda;**

***d* — parsial vakuumlash, *e* — sirkular kamerada vakuumlash.**

3) po‘latni parsial vakuumlash (metall kichik porsiyalar bilan vakuum kamerasi orqali o‘tkaziladi, - *d* rasm; vakuumlash po‘latni pastga tushadigan va ko‘tariladigan kameraga vaqt- vaqti bilan olish natijasida sodir bo‘ladi);

4) sirkulatsion kamerada vakuumlash (metallni sirkulatsiya qilish neytral gaz bilan puflash hisobiga amalga oshiriladi, - *e* rasm).

Vakuumba metallni pechdan tashqarida degazatsiya qilish vodorodning miqdorini dastlabki miqdordan 40—60% ga, kislorodni 50—70% ga, azotni 5—10% ga pasaytirishga, shuningdek, metallmas qo‘shilmalar miqdorini kamaytirishga imkon beradi. Po‘latni vakuumba ishlash natijasida uning elastikligi, zarbiy qovushoqligi, sovuqqa chidamliligi ortadi va darzlar hosil bo‘lishga moyilligi pasayadi.

Agar barcha suyuqlantirish jarayoni vakuumba sodir bo‘lsa, vakuumba ishlov berish samaradorligini oshirish mumkin [25]. Bu jarayon induksion vakuum pechlarida (IVP) amalga oshiriladi. Po‘lat chuqur degazatsiyalanadi, vakuumba uzoq muddat saqlab, ancha tola oksidsizlantiriladi va elektr magnit vositasida aralashtiriladi. Bunda po‘latdan yengil uchuvchan rangli metallar aralashmasi chiqarib yuboriladi.

Induksion vakuum pechida amalda istalgan kimyoviy tarkibli po‘latni suyuqlantirib olish mumkin (yengil uchuvchan metallari bo‘lgan legirlangan po‘latlar bundan mustasno). IVPda, odatda, olovbardosh va yuqori legirlangan po‘latlar suyuqlantiriladi. Ulardan ba’zi birlarini oddiy pechlarda olib bo‘lmaydi, chunki havoda suyuqlantirish imkoniyati cheklangan. Faqat vakuumba suyuqlantirish usuli qo‘llanilgandagina tarkibida aluminiy, titan, bor va shular kabi elementlari bo‘lgan murakkab tarkibli qotishma hamda po‘lat ishlab chiqarish imkoni bo‘ladi.

Vakuumba suyuqlantirishda suyuq metallda sodir bo‘ladigan jarayon bir- biri bilan o‘zaro bog‘langan hamda bir yo‘la sodir bo‘ladi. Metallni uglerod bilan oksidsizlantirish (bunda uglerod oksidi yoki uglerod ikki oksidi ajralib chiqadi) azot va vodorodning ajralib chiqishi, metallmas aralashmalarining suzib chiqishi hamda qaytarilishi, tez uchuvchan komponentlar aralashmalarining bug‘lanishi va hokazolar bilan birgalikda sodir bo‘ladi. Bu jarayondan foydalanilganda tarkibida kislorodi kam metall olish imkoniyati tug‘iladi. Oksidsizlantirishda qariyb metallda erimaydigan uglerod oksidi va uglerod ikki oksidi hosil bo‘ladi. Ular reaksiya zonasidan chiqib ketadilar va suyuq metallardan ajralib chiqadilar, bu esa uglerod bilan oksidsizlantirishning kislorod bilan o‘zaro ta’sirlashish mahsulotlari metallda qoladigan boshqa oksidsizlantirgichlardan foydalanishga qaraganda afzal ekanligini ko‘rsatadi. Vakuum qanchalik chuqur va CO bosim qanchalik past bo‘lsa, uglerodning oksidsizlantirish qobiliyati shunchalik yuqori hamda

uglerodning berilgan konsentratsiyasi bilan shunchalik oz miqdordagi kislorod muvozanatda bo'lishi kerak.

Lekin oksidsizlantirgich sifatida bitta uglerodning ishlatilishi po'latning, ayniqsa kam uglerodli po'latning to'la oksidsizlanishini ta'minlamaydi. Chuqur oksidsizlantirish uchun metall oksidsizlan- tirgichlardan ham foydalanish kerak. Vakuumda oksidsizlantirganda odatdagi ochiq sharoitlarda suyuqlantirishdagi oksidsizlantirishga qara- ganda (bunda kiritiladigan elementlar shlak va oksidlovchi atmosfera bilan oksidlanadi) metall oksidsizlagichlar ancha kam talab etiladi.

Legirlash uchun, odatda, sof materiallardan foydalaniladi. Agar ferroqotishmalar ishlatilsa, ularni pechga yuklashdan oldin adsorbsiyalangan gazlar va namlikni chiqarib yuborish hamda vannaga materialning sovuq bo'laklari tushganda suyuq metallning qattiq chayqalib sepilishining oldini olish uchun yaxshilab qizdiriladi. Yirik IVPlarda suyuq holda quyish usulidan foydalaniladi. Yarim (chala) mahsulot sifatida yoy pechida suyuqlantirib olingan yarim oksidsizlantirilgan po'latdan foydalaniladi. Sovuq tigel gaz gorelkasi bilan 700 °C gacha qizdiriladi. Suyuq metall pech ichida o'rnatilgan maxsus quyish trubasi yordamida quyiladi. Truba po'lat oqimini bevosita tigelga yo'nlatiradi va metall siyraklashtirilgan atmosferaga tushganda uning sachrashini kamaytiradi; bosim bundan oldin 300—330 Pa gacha pasaytiriladi. Suyuq metall yuklab ishlaganda suyuqlantirib olish vaqti qisqaradi [25].

Eng muhim davr tozalash davri hisoblanadi. Bu davr metallardan eriydigan gazlar, uglerod va oltingugurtni chiqarib yuborish uchun zarur bo'lgan texnologik operatsiyalarni o'z ichiga oladi. Bu davr ichida metall shixta tarkibidagi uglerod hisobiga ham, shuningdek, grafit, cho'yan, uglerodli ferroqotishmalar hisobiga ham uglerod bilan oksidsizlantiriladi. Uglerod bilan oksidsizlantirishda saqlab turish vanna to'la tinchimaguncha davom ettiriladi. Vakuumlash metallardan vodorod, azot va kislorodni chiqarib yuborishga yordam beradi.

Metalldagi kislorod konsentratsiyasini pasaytirish uchun yakunlovchi bosqichda metall oksidsizlantirgichlar: aluminiy seriy bilan, shuningdek, ligaturalar ko'rinishidagi kalsiy yoki magniy ishlatiladi.

Rangli qotishmalarni pechdan tashqarida tozalash kovshda xlorli va fluorli tuzlar bilan ishlov berish, vakuumlash hamda filtrlash yo'li bilan bajariladi. Ayrim hollarda elektr flus yordamida tozalash qo'llaniladi. Vakuumlashda eng yuqori darajada degazatsiyalashga erishiladi. Vakuumda metall 1330 Pa bosimda 10—30 min davomida saqlab turiladi; bunda suyuqlanmaning temperaturasi 720—740 °C

atrofida saqlab turiladi. Vakuumlash qizdirmasdan olib boriladigan hollarda suyuqlanma ishlov berish oldidan 760—780 °C gacha o'ta qizdiriladi.

Aluminiy suyuqlanmalarini metallmas qo'shilmalardan tozalash uchun to'r donador va g'ovak keramik filtrlar orqali filtrlash, shuningdek, elektr flus yordamida tozalash qo'llaniladi. To'r filtrlar suyuqlanmalarni yirik qo'shilmalar hamda pardalardan tozalash uchun keng ko'lamda qo'llaniladi. Ular o'lchami to'r katagidan katta qo'shilmalarni ajratadi. To'r filtrlarni tayyorlash uchun katagining o'lchamlari 0,5 x 0,5 dan 1,5 x 1,5 mm gacha bo'lgan shisha matodan va titandan tayyorlangan metall to'rdan foydalaniladi. Shisha matodan tayyorlangan filtrlar litnik kanallarida o'rnatiladi: ularning ishlatilishi yirik metallmas qo'shilmalar va pardalarni 1,5—2 marta kamaytirishga imkon beradi, lekin ular dispers qo'shilmalar hamda vodorod miqdoriga ta'sir qilmaydi. Donador filtrlar yordamida tozalash ancha sezilarli natija beradi, chunki ular metallga tegib turadigan yuzasining kattaligi hamda o'zgaruvchan kesimli, uzun ingichka kanallarga ega ekanligi bilan farqlanadi.

Aluminiy suyuqlanmalarini pardalar va yirik qo'shilmalardan eng samarali tozalash usullaridan biri - elektr flus yordamida tozalashdir. Bu jarayonning mohiyati shundan iboratki, suyuqlanmaning ingichka oqimlarini suyuq flus qatlami orqali bir yo'la metallni qoplab o'tkazilganda va o'zgarimas hamda o'zgaruvchan tok maydonining flusi qo'shilmalarni flus bilan adsorbsiyalanishi uchun qulay sharoitlar yaratishidan iborat. Buning natijasida metall bilan chegaradosh zonada fazalararo taranglikpasayadi.

27-Ma'ruza

Mavzu: Qotishmalarni modifikatsiyalash

O'quv modul birliklari:

- 1. Modifikatsiyalashning *umumiy xarakteristikasi***
- 2. Yangi qotishmalar uchun modifikatorlar ishlab chiqish**
- 3. *Cho'yanlarni modifikatsiyalash***

Umumiy xarakteristikasi. Modifikatsiyalash deb, qotishmaning kristallanishi va strukturasiga maxsus qo'shimchalar — modifikatorlar kiritib ta'sir etilishiga aytiladi. Modifikatsiyalash oitqcha fazalarni dispers yoki koagulatsiyalangan ajratmali mayda donador struktura (intermetallidlar, karbidlar, grafit va h.k.) olish maqsadida amalga oshiriladi. Modifikatsiyalovchi effektning namoyon bo'lishiga qarshilik ko'rsatadigan qo'shimchalar yoki aralashmalar *demodifikatorlar* deb ataladi.

Modifikatsiyalovchi qo'shimchalar ularning kristalik kurtaklarning hosil bo'lish jarayoniga fizik- kimyoviy ta'sir etish tabiatiga ko'ra I va II tur modifikatorlarga bo'linadi. I tur modifikatorlar jumlasiga suyuqlanmada kristallizatsiyalanish markazlari shakllanadigan va yuqori dispers qattiq zarrachalar hosil qiladigan moddalar kiradi. II tur modifikatorlar jumlasiga esa kristalik kurtak qirralarida tanlab adsorbsiyalanadigan hamda fazalararo sirt taranglikni va kristallarning o'sish xarakterini o'zgartiradigan eruvchan moddalar kiradi. Aluminiy qotishmalari uchun I tur modifikatorlar jumlasiga titan yoki vanadiy qo'shimchalari, po'lat uchun — aluminiy va titan qo'shimchalari kiradi.

Yangi qotishmalar uchun modifikatorlar ishlab chiqishda ko'pincha turli elementlarning oldindan ma'lum bo'lgan ta'sir etish qonuniyalariga amal qilinadi. Masalan, I grupp elementlari (Li, Na, K, Pb, Cs) ning qo'shimchalari aluminiy qotishmalarining strukturasiga; noyob- yer elementlariniki po'latning strukturasiga; III grupp elementlari (Sc, Y, La) ning qo'shimchalari cho'yan strukturasiga ijobiy ta'sir qiladi.

Eng maqsadga muvofiqi — kompleks modifikatorlardan foydalanishdir. Bunda qo'shimcha yoki bir nechta qo'shimcha (tayyor ligatura ko'rinishida) bir yo'la I va II tur modifikatorlar tipi bo'yicha qotishmaga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Kompleks modifikatorlar eng samarali modifikator sifatida sanoatda keng qo'llaniladi (masalan, kulrang cho'yanlarni modifikatsiyalash uchun qo'llaniladigan Fe—Si—Ca asosida Al, Ti, Ce va La qo'shib tayyorlangan modifikator).

Modifikatorlarni qotishmalar strukturasiga ta'sir qilish xususiyati modifikatsiyalashning texnologik sharoitlari va kiritiladigan modifikator miqdoriga bog'liq. Modifikatsiyalashda qotishmalar strukturasining o'zgarishi mexanik xossalarni kompleksining o'zgarishiga olib keladi. Bunda metallning gazlar bilan ifloslanishi kamayadi va quyma zichligi ortadi. Modifikatsiyalash effektiga turli tashqi ta'sir metodlari bilan ham erishish mumkin: ultratovush yordamida ishlov berib, vibratsiya yordamida, elektr magnit maydonlari bilan ta'sir qilib va shunga o'xshashlar.

Cho'yanlarni modifikatsiyalash. Modifikatsiyalovchi qo'shimchalar sifatida FS75 ko'rinishida Si (kulrang cho'yan uchun), Mg, Ce va boshqa. (VSh uchun), Bi, V, Al, Te va boshqa. (KSh uchun) dan keng foydalaniladi. Piroeffekt bermaydigan modifikatsiyalovchi qo'shimchalar cho'yan chiqarilayotganda suyuqlantirish pechining tarnoviga yoki kovshga kiritiladi.

Cho'yanga modifikatorlar kiritishning katta miqdordagi usullari ma'lum. Yakkalab va seriyalab ishlab chiqarishda kichik sig'imli kovshga modifikator metall bilan to'ldirish vaqtida dozatoridan foydalanmasdan kiritiladi. Katta

sig'imni to'ldirish uchun shu operatsiyaning o'zi bajariladi, lekin bunda dozatordan foydalaniladi. Modifikatorni vagranka korpusiga mahkamlangan dozator yordamida kiritish usuli mavjud. Modifikator kovsh to'ldirilayotgan vaqtda vagrankaning kovshiga kiritiladi. Bu usul, asosan, ko'plab va seriyalab ishlab chiqarishda mayda hamda o'rtacha kovshlar uchun qo'llaniladi.

Modifikatorni oraliq kovsh- eritgich orqali kiritish usuli ham ma'lum. Kovshga modifikator dozatordan yoki tebranib siltaydigan tarnovdan keladi. Bu usul yakkalab yoki seriyalab ishlab chiqarishda katta sig'imli (11 dan ortiq) kovshlar uchun qo'llaniladi. Modifikatorni metall yuzasining ostiga ham qalpoq yoki cho'ktirish uchun maxsus qurilma yordamida kiritish mumkin. Bu usuldan, asosan, katta sig'imli kovshlarni bitta suyuqlantirib olingan metall bilan to'ldirish mumkin bo'lmagan hollarda foydalaniladi. Yakkalab ishlab chiqarishda yirik quymalar uchun va seriyalab ishlab chiqarishda mayda hamda o'rtacha quymalar uchun modifikator maxsus konstruksiyali litnik jomiga (to'siqli) yoki litnik sistemasidagi maxsus cho'ntakka kiritiladi. Qolipda modifikatsiyalash (inmold jarayon deb ataluvchi jarayon) tobora keng ko'lamda tarqalmoqda. Cho'yanni kovshda va litnik sistemasida kombinatsiyalangan tarzda modifikatsiyalash ham qo'llaniladi. Donalarining o'lchami 0,2—1 mm bo'lgan maydalangan ferrosilitsiydan 1350—1410°C quyish temperaturasida 0,1—0,3% miqdorda sarflab foydalanilganda optimal natijalarga erishiladi. Bunda quymalarni oqartirish amalda bajarilmaydi, qattiqligi esa 197—218 HB ni tashkil etadi.

Kimyoviy tarkibi turlicha bo'lgan ikkita suyuq cho'yanni yoki cho'yanni suyuq po'lat bilan birga quyganda modifikatsiyalashga o'xshash murakkab jarayonlar sodir bo'ladi, bu esa strukturaning maydalanishiga va mexanik xossalarning yaxshilanishiga yordam beradi. Ba'zan cho'yanga gazlar, uglevodorodlar va chang gaz aralashmalari bilan ishlov berish usuli qo'llaniladi. Bu maqsadda kislorod, azot, argon, karbonat angidrid gazi va uglevodorodlar ishlatiladi. Gaz oqimiga kukunsimon qo'shimchalar ham kiritilishi mumkin. Cho'yanga kislorod kiritib tozalash usulining qo'llanilishi uning kimyoviy tarkibi va xossalariga sezilarli ta'sir qiladi. Cho'yanni boshqa gazlar kiritib tozalashda uning tarkibidagi gaz miqdori o'zgaradi. Gaz miqdori, o'z navbatida, uning xossalariga ta'sir qiladi, chunki grafitizatsiyalanish jarayonining kuchayishi yoki bostirilishi sodir bo'lishi mumkin (kuchayish suyuqlanmadan vodorod va azotni chiqarib yuborishda, bostirish esa kristallizatsiyalanish markazlarining kaogulatsiyalanishida sodir bo'ladi). Suyuq cho'yanni gazlar bilan ishlash grafit qo'shimchalar shakliga va evtektiv dona o'lchamlariga ham ta'sir qiladi: ba'zi hollarda u dendritlararo grafit hosil bo'lishiga, boshqa hollarda esa kurtaklar

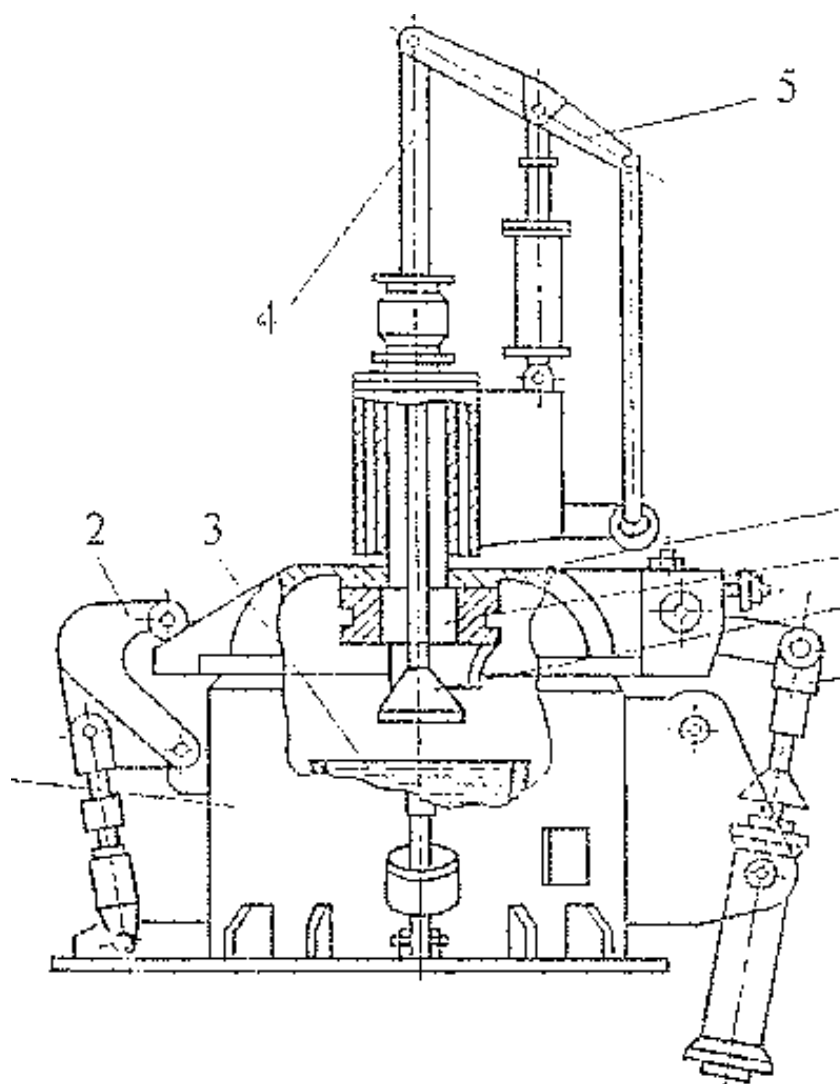
sonining ortishiga hamda dendritlararo grafit miqdorining kamayishiga yordam beradi. Argon va azot bilan ishlov berishda effektiv dona yiriklashadi: vodorod, karbonat angidrid gazi, kislorod va tabiiy gaz bilan ishlov berganda maydalashadi.

Suyuq metallni neytral gaz yordamida barbotaj bilan ishlash turini fransuz firmasi Gazal-protsess ishlab chiqqan. Bu jarayondan cho'yanni kovshda, tarnovda yoki induksion pechda desulfuratsiyalash va ugle- rodlash uchun, shuningdek, cho'yanni mikserda aralashtiryotganda skrap va ferroqotishmalar qo'shimchalarining erishini yaxshilash maqsadida foydalaniladi.

Tarkibi quyidagicha bo'lgan (%): 2,9—3,2 C; 0,8—1,0 Mn; 1,5— 1,6 Si; 0,4—0,6 Cr; 0,2—0,3 Ni; 0,008 S; 0,08 P kam legirlangan cho'yanni 0,8% FS-75 bilan modifikatsiyalab hamda C₃H₈ propan kiritib, birgalikda ishlov berish ancha samaralidir. Propan bilan ishlov berilmagan, 0,8% FS-75 bilan modifikatsiyalangan cho'yanda quyidagi xossalarga erishilgan: qattiqligi HB 212—248; cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi — 33—39 kg/mm²; bukilishdagi mustahkamlik chegarasi — 65—70 kg/mm²; egilish strelasi — 4,0—4,7 mm. Uni propan berib 2—4 min davomida tozalab va keyinchalik 0,8 FS-75 bilan modifikatsiyalaganda mustahkamligi 10—15% ortadi. Bunda perlitli dispers sistema hosil bo'ladi va grafit propan bilan tozalanmagan cho'yanga qaraganda ancha tekis taqsimlanadi.

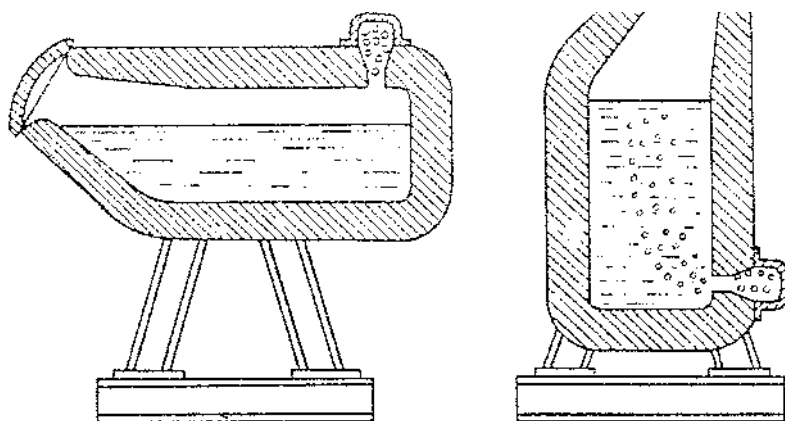
Tarkibida oltingugurt miqdori kam bo'lgan suyuq cho'yanni ba'zi uglevodorodlar bilan ishlaganda grafit sharsimon shaklda kristalli- zatsiyalanishi mumkin. Bunda ishlatiladigan uglevodorodlarda S : H nisbat qanchalik katta bo'lsa, kristallizatsiyalanish shunchalik yuqori darajada bo'ladi. Cho'yan naftalin (C₁₀H₈) bilan ishlanganda eng yaxshi natijalarga erishiladi, lekin grafitning to'la sharsimon shakli faqat cho'yan karbid sistemasi bo'yicha kristallizatsiyalanadigan sharoitlarda hamda keyinchalik yumshatilganda hosil bo'ladi. Suyuq cho'yanga siqilgan havo oqimida kukunsimon grafit yoki uning asosida tayyorlangan aralashmalar bilan ishlov berilganda ferrosilitsiy bilan ishlov berilgandagiga qaraganda oqarishi ancha kamayadi, lekin quymalarda grafit spelini topish mumkin.

Piroeffekt beradigan qo‘shimchalar (masalan, Mg) maxsus qurilmalarda kiritiladi (- rasmga q.). Qo‘shimchalar qalpoqqa joylashtiriladi, so‘ngra u metallga maxsus avtoklavdagi kovshda (- rasm) yoki yig‘gichda kiritiladi.



42 - rasm. Avtoklavdagi suyuq cho‘yanga Mg kiritish qurilmasi: 1 — avtoklav, 2 — kamerani yopuvchi mexanizm, 3 — kovsh, 4 — qalpoqchani kovshga uzatuvchi shtok, 5 — uzatish va aralashtirish mexanizmi, 6 — qopqoq, 7 — magniy uchun bo‘shliq, 8 — qorgich, 9 — qopqoqni ochuvchi mexanizm.

Cho‘yanni magniy bilan modifikatsiyalash uchun SNIITMash instituti tomonidan ishlab chiqilgan germetiklashtirilgan kovshlardan foydalaniladi (- rasm).



a)

b)

43 - rasm. Cho‘yanni SNIITMash da konstraksiyalangan germetik kovshda modifikatsiyalash qurilmasi. Kovshning holati: *a* — isilov berishdan oldin; *b* — ishlov berish vaqtida.

28-Ma’ruza

Mavzu: Qora va rangli metallarni modifikatsiyalash

O‘quv modul birliklari:

1. *Po‘latlarni modifikatsiyalash*
2. *Aluminiy qotishmalarini modifikatsiyalash*
3. *Mis qotishmalarini modifikatsiyalash*

Po‘latlarni modifikatsiyalash. Zamonaviy po‘lat metallurgiyasida modifikatsiyalash jarayonlari nihoyatda katta rol o‘ynaydi. Modifikatsiyalash suyuqlantirishni me‘yoriga yetkazish va uni oksidsizlantirish bilan uzviy ravishda birga qo‘shilib, kristallizatsiyalanish xarakteri hamda po‘latning kompleks xossasini yuqori darajada aniqlaydi.

Po‘latni suyuqlantirib olishda II tur modifikatorlar sifatida metall suyuqlanma bilan o‘zaro ta’sirlashadigan va oksidlar, sulfidlar hamda nitridlarning qiyin suyuqlanadigan kristalik suspenziyasini tashkil qiladigan kuchli oksidsizlagichlar ishlatiladi. Bunday modifikatorlar suyuqlanmada yuqori dispersli, ba’zan esa kolloid- dispers sistemani hosil qiladi, bu esa suyuq metalning hajm birligida kurtaklar sonining keskin ortishiga olib keladi. Kristallanishning majburiy markazlarini hosil qilish yo‘li bilan modifikatsiyalash suyuq metalning kristalli- zatsiyalanish sharoitlarini o‘zgartiribgina qolmasdan, balki qattiq holatdagi aylanishlar jarayoniga ham jiddiy ta’sir qiladi.

Keng ko‘lamda qo‘llaniladigan po‘latni aluminiy bilan oxirgi oksidsizlantirish jarayoni uning qoniqarli sifatini ta’minlaydi, lekin optimal

jarayon hisoblanmaydi, chunki po‘latda ajralib chiqadigan o‘tkir burchakli oksisulfid qo‘shilmalar zo‘riqishni bir joyga to‘playdi va mikrodarzlarning hosil bo‘lishiga qulaylik yaratib beradi, bu esa metall matritsaning mo‘rtlashishiga sabab bo‘ladi. Quyilgan po‘latda qo‘shilmaning eng yaxshi shakli - mikrodarzlarning vujudga kelishini so‘ndiradigan yumaloq globullardir. Bu po‘lat sifatining yanada oshirilishiga, aluminiy bilan oksid- sulfid mahsulotlarini globularizatsiyalashga qodir bo‘lgan element- modifikatorlarni birgalikda qo‘llab, kompleks oksidsizlantirish natijasida erishish mumkin. Bu jihatdan eng istiqbollisi — kislorod, oltingugurt, azot va boshqa elementlarga kimyoviy jihatdan nihoyatda yaqinligi bilan xarakterlanadigan ishqoriy- yer hamda noyob- yer metallaridir. Po‘lat quymakorligida ishqoriy- yer metallaridan, odatda, silikokalsiy qotishmalari CK10, CK15, CK20, CK25, CK30 (GOST 4762-71) ko‘rinishidagi kalsiy ishlatiladi. Bu markadagi raqamlar qotishmadagi kalsiy miqdorining pastki chegarasini ifodalaydi.

Aluminiy qotishmalarini modifikatsiyalash. Evtektikaga qadar va evtektiv qotishmalar (AL2, AL4, AL9, AK9 va boshq.) suyuqlanmaga natriy yoki stronsiy kiritib modifikatsiyalanadi. Natriydan natriy tuzi sifatida foydalaniladi (4.2-jadval). Qotishma turli temperaturalarda qizdiriladigan kovshda modifikatsiyalanadi. Temperatura modifikator tarkibiga bog‘liq bo‘ladi. Kiritishdan oldin modifikatorni quritish va maydalash lozim. Modifikatsiyalash jarayonining davom etish vaqti 6 dan 15 minutgacha. Jarayonni jadallashtirish uchun suyuqlanmani aralashtirib turish zarur. Sodir bo‘ladigan reaksiyalar natijasida natriy ajralib chiqadi, bu natriy metallga modifikatsiyalovchi ta’sir ko‘rsatadi. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo‘lishi mumkin:

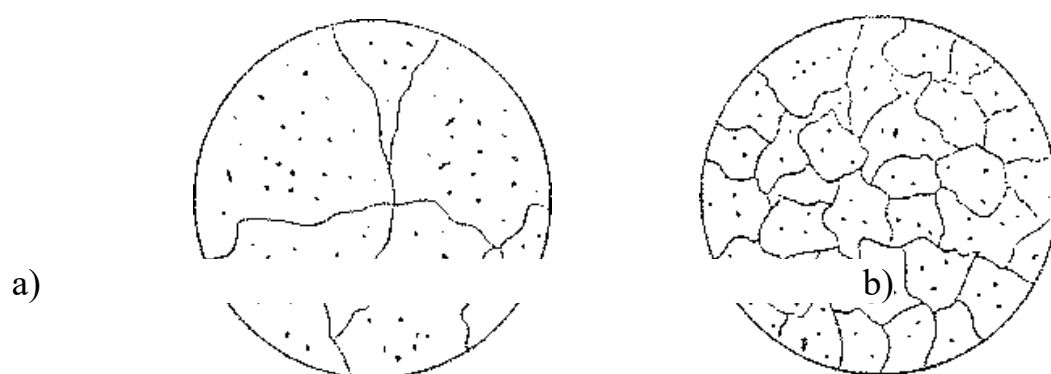


Modifikatsiyalash jarayoni tugagach, shlak natriy ftoridlari va xloridlari qo‘shib quyultiriladi va chiqarib tashlanadi, shundan so‘ng namuna olinadi hamda ularning singan joyiga qarab modifikatsiya effekti aniqlanadi. Olingan suyuqlanma 25—30 min davomida qoliplarga quyilgan bo‘lishi kerak, chunki modifikatsiyalash effekti vaqt jihatdan cheklangan. Modifikatsiyalovchi effektini 2—3 soat davomida saqlab qolish uchun stronsiy, ittriy va surmadan foydalaniladi.

Tarkibida 13% dan ortiq Si bo‘lgan siluminlar kremniyning yirik zarrachalarini ajratib, kristallizatsiyalanadi. Bu zarrachalar qotishmalar- ning mexanik xossalarini yomonlashtiradi va yuqori darajada qattiq bo‘lgani uchun mexanik ishlov berishni qiyinlashtiradi. Kremniyning birlamchi kristallarini maydalash kremniyga nisbatan sirtiy- aktiv bo‘lgan fosforni (0,05—0,1%)

suyuqlanmaga kiritib, amalga oshiriladi (- rasm). Foydalaniladigan modifikatorlar - jadvalda ko'rsatilgan.

Mis qotishmalarini modifikatsiyalash. Tarkibida aluminiiy bo'lgan qotishmalar (BrAJMs, BrAJ, LAJ, LAJMs va boshqa tipdagi) qiyin eriydigan elementlar Ti, V, Zr, B, W, Mo qo'shib modifikatsiyalanadi. Lekin qiyin suyuqlanadigan elementlar qo'shimchasining modifikatsiyalovchi ta'siri ko'p jihatdan qotishmada temirning bor- yo'qligi bilan aniqlanadi. Tarkibida temir bo'lmagan qotishmalarda titan, bor va volframning modifikatsiyalovchi ta'siri namoyon bo'lmaydi [23].



44- rasm. Magniyli ML5 (x90) qotishmaning mikrostmkturasi:
a — modifikatsiyalanmagan; b — geksaxlorethan bilan modifikatsiyalangan.

13 - jadval

**Modifikatorlar va magniy qotishmalarini
modifikatsiyalash rejimlari**

Modifika- tor	Modifikator miqdori, massadan % hisobida	Bo'lakcha- lar o'lchami, mm	Modifikatsiya -lash temperaturasi, °C	Aralashtirish vaqti, min	Tindirish vaqti, min	Izoh
Mis	0,5—0,6	Knlain	760-780	5-8	15-40	Kiritish oldidan quritish zarur
Marmar	0,5—0,6	Ushoq	760-780	5-8	15-40	
Magnezit	0,3—0,4	10-25	720-730	8-12	15-40	
Geksaxlor- etan	0,3—0,5	Kukun	720-760	8-12	15-40	Quruq ho-

	0,4—0,5	Kukun	720-760	5-8	10-40	latda qo‘l- lanilsin
temir Sirkoniy	0,5—0,8	—	—	—	—	
Ligatura	10	5-10	850-900	19-20	10-15	
Mg+12% Zr	8—10	Kukun	930	20-30	20-30	Tarkib- ida aluminium bo‘lma- gan
Kaliy ftorsirkon ati	0,08—0,15	—	770-780	—	10-15	qotishma- lar uchun

Tarkibida aluminium va temir bo‘lmagan qotishmalar (BrS30, Br06S6SZ, jez L68) ko‘rsatilgan modifikatorlardan 0,05% iga 0,02% bor qo‘shib birgalikda kiritib modifikatsiyalanadi. Ba’zi mis qotishmalari uchun modifikatorlarning optimal konsentratsiyasi - jadvalda keltirilgan.

14 - jadval

**Metal izlojitsalarga (qoliplarga) quyishda mis qotishmalari uchun
modifikatorlarning optimal konsentratsiyalari**

Qotishma markasi	Modifikatsiyalovchi qo‘shimcha konsentratsiyasi, %	1 sm ² shlif yuzasidagi donalar soni
BrA10 (0,3% Fe)	Qo‘shimchasiz	25-30
	0,2V	200-230
	0,5V + 0,2B	350-370
BrA10JZMs1,5	Qo‘shimchasiz	40-50

Br06S6S3	0,05-0,1 V	350
	0,02V + 0,02B	450
	0,01W + 0,02B	500
	0,5-0,1B	420
	Qo'shimchasiz	25-30
	0,02B + 0,04Ti	550-600
	0,05B + 0,05V	450-470
	0,10Zr + 0.05B	450-500
L68	0,10 Zr	250-270
	Qo'shimchasiz	10-15
	0,02V + 0,02B	350-400
	0,05Ti + 0,05B	270-300

Nazorat savollari

1. Qotishmalarga pechdan tashqari nimaga ishlov beriladi?
2. Pechdan tashqari ishlov berishning klassifikatsiyasi.
3. Pechdan tashqari ishlov berishni amalga oshirishning usullari.
4. Suyuq holatda ishlov berish qurilmalari va elementlari.
5. Tozalash deganda nimani tushunasiz?
6. Tozalash metodlari.
7. Modifikatsiya qilish jarayoni va maqsadi.
8. Modifikatorlar turlari va ularni ishlatish usullari.
9. Cho'yanni modifikatsiya qilish metodlari.
10. Avtoklav qanday ishlatiladi?
11. Shixta materiallariga nimalar kiradi?
12. Cho'yanni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi.
13. Po'latni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi.
14. Rangli qotishmalarni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi.
15. Koks vagranka turlari.

16. Gaz va granka turlari.
17. Elektr – yoy pechlarida qaysi qotishmalarni suyuqlantiriladi?
18. Qanaqa markali induksion pechlarni bilasiz?
19. Kanalli pechlar qayerda va nimaga ishlatilindi?
20. Elektroshlak jarayoni deganda nimani tushunasiz?
21. Vakuum pechlari qayerda va nimani suyuqlantirishda ishlatilindi?
22. Induksion pechda suyuqlantirish texnologiyasi.
23. Yoy pechida suyuqlantirish texnologiyasi.
24. Konvertor pechlarida qanaqa metallni suyuqlantirib olinadi va qanaqa yoqilg'ida Konvertor pechlari ishlaydi?
25. Plazma – yoy pechlarida asosan qanaqa qotishmalar tayyorlab olinadi?
26. Aluminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi va pechlari.
27. Mis qotishmalarining suyuqlantirish pechlari va texnologiyalari.
28. Titan qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyalarining farqlanishi.
29. Magniyni suyuqlantirish texnologiyasi.
30. Misni modifikatsiyalash texnologiyasi.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**QUYMAKORLIK QOTISHMALARINI SUYUQLANTIRISH VA
PECHDAN TASHQARI ISHLOV BERISH FANIDAN AMALIY
MASHG‘ULOTLAR TO‘PLAMI**

Toshkent – 2021 y

Amaliy mashg'ulotlar.

2-jadval

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	Dars soatlari hajmi
5-semestr uchun		
1.	Qotishmalarini rafinirlash	4
2.	Qotishmalarini modifikatsiyalash	2
3.	Qotishmalarini legirlash	4
4.	Cho'yanni rafinirlash usullari	2
5.	Suyuq holatga ishlov berish	4
6-semestr uchun		
6.	Suyuq holatga ishlov berishga qo'yilgan talablar	4
7.	Cho'yanni modifikatsiya qilish, modifikatorlar	2
8.	Cho'yanni modifikatsiya qilish jihozlari	4
9.	Vermikulyar grafitli cho'yan olish	2
10.	Yuqori sifatli po'lat olish	4
	Jami	32

Laboratoriya mashg'ulotlar.

3-jadval

№	Laboratoriya mashg'ulotlar mavzulari	Dars soatlari hajmi
5-semestr uchun		
1.	Po'latni pechdan tashqari vakkumlash	4
2.	Alyuminiy qotishmalari rafinirlash	2
3.	Yuqori kremniyli alyuminiy qotishmalarini strukturasini modifikatsiya qilish	4

4.	Magniy qotishmalarini gazzsizlantirish	2
5.	Legirlangan cho‘yan olish texnologiyasi	4
6-semestr uchun		
6.	Yuqori sifatli po‘latlar olish texnologiyasi	4
7.	Mis qotishmalarini rafinirlash	2
8.	Yuqori sifatli kulrang cho‘yanlar olish texnologiyasi	4
9.	Legirlangan cho‘yan olish texnologiyasi	2
10.	Yuqori sifatli qotishmalar ularga qo‘yiladigan talablar	4
11.	Jami	32

MUSTAQIL ISH TAYYORLASH NAMUNALARI

Talaba mustaqil ishini tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanishi tavsiya etiladi:

- darslik va o‘quv qo‘llanmalar bo‘yicha fan boblari va mavzularini o‘rganish;
- tarqatma materiallar bo‘yicha ma‘ruzalar qismini o‘zlashtirish;
- avtomatlashtirilgan o‘rgatuvchi va nazorat qiluvchi tizimlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo‘yicha fanlar bo‘limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnika, apparat, qurilma va texnologiyalarini o‘rganish;
- faol va muammoli o‘qitish uslubidan foydalaniladigan o‘quv mashg‘ulotlarini o‘tkazish;
- masofaviy (distansion) ta’lim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari:

5-semestr uchun		
1	Qotishmalarga pechdan tashqari nimaga ishlov beriladi?	4
2	Pechdan tashqari ishlov berishning klassifikatsiyasi	4
3	Pechdan tashqari ishlov berishni amalga oshirishning usullari	6
4	Suyuq holatda ishlov berish qurilmalari va elementlari	4
5	Tozalash deganda nimani tushunasiz?	4
6	Tozalash metodlari	4
7	Modifikatsiya qilish jarayoni va maqsadi	4

8	Modifikatorlar turlari va ularni ishlatish usullari	6
9	Cho'yanni modifikatsiya qilish metodlari	4
10	Avtoklav qanday ishlatiladi?	4
11	Shixta materiallariga nimalar kiradi?	4
12	Cho'yanni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi	4
13	Po'latni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi	4
14	Rangli qotishmalarni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi	6
15	Koks vagranka turlari	4
6-semestr uchun		
16	Gaz vagranka turlari	4
17	Elektr – yoy pechlarida qaysi qotishmalarni suyuqlantiriladi?	4
18	Qanaqa markali induksion pechlarni bilasiz?	6
19	Kanalli pechlar qaerda va nimaga ishlatiladi?	4
20	Elektroshlak jarayoni deganda nimani tushunasiz?	4
21	Vakuum pechlari qaerda va nimani suyuqlantirishda ishlatiladi?	4
22	Induksion pechda suyuqlantirish texnologiyasi	4
23	Yoy pechida suyuqlantirish texnologiyasi	6
24	Konvertor pechlarida qanaqa metallni suyuqlantirib olinadi va qanaqa yoqilg'ida Konvertor pechlari ishlaydi?	4
25	Plazma – yoy pechlarida asosan qanaqa qotishmalar tayyorlab olinadi?	4
26	Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi va pechlari	4
27	Mis qotishmalarining suyuqlantirish pechlari va texnologiyalari	4
28	Titan qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyalarining farqlanishi	4
29	Magniy suyuqlantirish texnologiyasi	6
30	Misni modifikatsiyalash texnologiyasi	4
	Jami	136

MUSTAQIL ISH MAVZULARI VA AJRATILGAN SOATLAR

Fan nomi va tartib raqami	Umumiy Hajm	Nazariy ta'lim (ma'ruza)	Amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari
---------------------------------	----------------	-----------------------------	---

Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish	260	Umumiy yuklama (soatda)	
	Auditoriyadagi o‘quv soatlari 5,6-semestrlar uchun		
	128	64	32+32
	Mustaqil ish hajmi (soatda)		
	136		
	Mustaqil ish		
	1.O‘tilgan ma’ruzalar matni bo‘yicha mavzularni o‘zlashtirish – 8 soat; 2.Darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar, jumladan, ularning elektron versiyalari bo‘yicha barcha mavzularni o‘zlashtirish – 6 soat; 3. Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish oid materiallarni tahlil qilishni o‘rganish – 4 soat; 4.Ma’ruzalar mavzulari bo‘yicha Internetdan materiallarni topish, ularga ishlov berish va tahlil qilish – 4 soat 5.Dolzarb mavzular bo‘yicha belgilangan tartibda referatlar yozish – 4 soat;	1.Qotishmalarga suyuq holatda ishlov berish 4 2.Suyuq holatda ishlov berishga qo‘yilgan talablar 4 3. Suyuq holatda ishlov berish qurilmalari va elementlari 4 4.Qotishmalarni rafinirlash 4 5. 9. Cho’yanni modifikatsiya qilish metodlari 4	

GLOSSARIY

Abrazivnaya obrabotka	Шлифовки или изнашивания с помощью абразивов.	Abraziv ishlov berish jarayoni
Abraziv	Жесткая субстанция, используемая для шлифовки, правления оселком, суперфиниширования, полирования, абразивной продувки или внутреннем шлифовании.	Ichki shliflash uchun foydalaniladigan bosim ostida yuzani ishdan chiqaruvchi qattiq substansiya.
Abrazivnoe koleso	Шлифовальный круг, составленный из зернистого абразива и связующего материала	Donador abraziv va bog'lovchi materialdan tarkib topgan shliflovchi doira
Igolchatyy ferrit	Высокодисперсный произвольно ориентированный феррит.	Yuqori dispers ferrit
Igolchato-ferritnye stali	Углеродистые стали с ультранизким содержанием углерода (%) имеющие микроструктуру,	Ultra past tarkibli mikrostrukturaga ega bo'lgan uglerodli po'lat
Kislota	Химическое вещество, которое содержит водородные ионы (H ⁺). Термин, применяемый к шлакам,	(N ⁺). Kimyoviy moda vodood ionli olovbardosh kremnezyomi yuqori bo'lgan shlaklarga nisbatan ishlatiladigan termin

	огнеупорам и полезным ископаемым, содержащим высокий процент кремнезема.	
Kislava futerovka	Внутренняя футеровка в печи, состоящая из 8 материалов в виде песка, кремне-содержащей или кирпичей на основе кремнезема, которые дают кислотную реакцию при рабочей температуре	Pechning ishchi xaroratida kislotaliy reaksiyalarni keltirib chiqaruvchi pechning kremniy tarkibli, qum asosli g'ishtli ichki qoplamasi.
Aktivniy metall.	Легко корродирующий металл.	Oson eriydigan metall
Bimetall.	Составное соединение, состоящее из сплава с алюминиевой основой и с одной или обеих сторон металлургическим способом соединенное с алюминием или алюминиевым сплавом.	Asosi alyuminiy tarkibli qo'shilmalar va ikki tarafdin metallurgik usulda alyuminiy qotishmasi bilan ulangan tarkibli qo'shilma.
Allotropiya.	Существование элементов в двух или более кристаллических состояниях.	Elementlarning kki va undan ortiq kristallik to'zilishi
Splav	Материал, имеющий металлические свойства и состоящий из двух или более химических элементов,	Ikki va undan ortiq kimyoviy elementdan tashkil topgan metall xususiyatiga ega bo'lgan material
Legirovannye chuguny.	Чугуны, содержащие больше чем 3 % легирующих элементов. Различают легированные белые чугуны, серые чугуны, ковкие 13чугуны.	Tarkibida 3% legirolovchi elementi bor bo'lgan cho'yanlar. Legirlangan oq cho'yan, kulrang va bolg'alauvchan cho'yanlarga ajratiladi.
Legiruyushiy element.	Элемент, добавляемый и остающийся в металле, который изменяет его структуру и химический состав.	Metallda qolib uning kimyoviy tarkibini va to'zilishini o'zgartiradigan element
Legirovannye stali	Содержащие определенное количество легирующих элементов в пределах необходимых для конструкционных легированных сталей, с целью изменения их механических или физических свойств.	Konstrukcion po'latlar uchun kerakli aniq legirolovchi element tarkibli mexanik va fizik xususiyatlarini o'zgartiruvchi po'latlar
Sistemy splavov	Ряд составов сплавов, образованных соединением в определенных пропорциях любых групп двух или	ikki va undan ortiq elementdan tashkil topgan qotishmalarning turli guruhdagi tuzilishining qatori

	более компонентов, из которых по крайней мере один является металлом.	
Amorfnyy.	Не имеющий кристаллической структуры; некристаллический.	Kristall tuzilshga ega bo'lmagan, kristall bo'lmagan qotishma
Elastichnost.		Qattiq materialning xususiyati k deformatsiyalanib, yukdan bo'shatilganda joyiga qaytadigan xolati.
Anodirovanie	Свойство твердого материала при приложении определенной нагрузки, ведущей к деформации, возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.	Alyuminiyda ishlatiladigan yuzani metallik qoplama bilan anodli oksidlanishining vujudga kelishi
Anolit	Формирование покрытия на металлической поверхности путем анодного окисления, наиболее часто применяемое для алюминия.	Elektrolitning anodlangan qismi
Duga	Ближайшая аноду часть электролита.	Ikki elektrod orqali o'tuvchi elektr tokining razryadi
Dugovaya pech	Разряд электрического тока, пересекающего промежуток между двумя электродами.	Elektrod orqali metall aralashma bilan metall suyuqlantiruvchi pech
Litoe sostoyanie	Печь, в которой металл расплавлен непосредственно электрической дугой, образующейся между электродом и его поверхностью	Termik ishlov berishsiz qolipdan chiqarilgan qotishma
Aystenit	Отливки, удаленные из формы без последующей термообработки	Temirning xajmi markazlashgan panjarali qattiq qotishmasi
Beynit	Твердый раствор одного или более элементов в градецентрированной решетке железа.	Ferrit va sementit aralashmasi
Osnovanie.	Метастабильная смесь феррита и цементита, полученная в результате распада аустенита при температурах ниже перлитного превращения	Suvda eriydigan kimyoviy moda gidroksid ionlarini(ON) xosil qiluvchi
Osnovnoy metall	Химическое вещество, образующее ионы гидроксида (ОН) при растворении в воде.	Qotishmani asosini tashkil etuvchi metall

Osnovnaya futerovka i oblitsyovka	Металл, являющийся основой сплава, латунь, например, является сплавом с медной основой.	Suyuqlantiruchi pechning ichki qoplamasi dolomit, magnezit g'ishtlari yoki ishchi xaroratda asosiy reaksiyaga kirishadigan asosiy shlak
Osnovnoy kislородный konverter	Внутренняя футеровка и облицовка плавильной печи, состоящие из материалов типа доломита, магнезита, магнезитовых кирпичей или основного шлака, которые дают основную реакцию при рабочей температуре.	Konvertordan xavo purkash orqali cho'yandan po'lat eritib oluvchi asosiy olovbardoshlardan to'zilgan pech.
Kovsh	Эта печь, футерованная основным огнеупором, является важнейшим типом печи для современного сталелитейного дела.	Kovsh
Pech periodicheskogo deystviya	Ковш	Katta slitkalarни erituvchi o'zluksiz pech.
Domennaya pech	Печь используемая для нагрева порций металла. Эти печи необходимы для нагрева крупных слитков	Koksli qattiq qotishmada yonadigan shaxtali pech
Karbid	Шахтная печь, в которой сжигается твердое топливо с подачей воздуха для расплавления руды в течение длительного времени.	Bir va undan ko'p metallik elementlarning uglerod bilan kimyoviy qo'shilmasi
Uglerodistaya stal	Химическое соединение углерода с одним или более металлическими элементами.	Tarkibida 1,65 % marganets, 0,60 % kremniy i 0,60 % mis bo'lgan po'lat.
Koks	Сталь, содержащая не более принимаемых за норму концентрации 1,65 % марганца, 0,60 % кремния и 0,60 % меди — и	G'ovakli, kulrang suyuqlanmaydigan toshko'mir smolasi yoki neft bitumko'mirining quruq distillyasiyasidan tayyorlangan moda,
Izmelchenie	Пористое, серое, неплавящееся вещество, изготовленное путем сухой дистилляции битумного угля, нефти или каменноугольной смолы	Metallni mexanik usulda kukun sifatda maydalash
Chugun s vermi-kulyarnym grafitom	Размельчение металла до порошка механическим способом.	Shakli sferik bo'lgan yuqorimustaxkam cho'yan. Tarkibida 3,1 dan to 4,0 % S,

		bo'lgan 1,7 -3,0 % kremniy va 0,1 -0,6 % gacha marganetsli Vermikulyargrafitli cho'yan.
Pech neprerivnogo tipa	Чугун, имеющий графит в форме, типичной для серого чугуна и сферической формой высокопрочного чугуна. чугуна содержат от 3,1 до 4,0 % С, от 1,7 до 3,0 % кремния и от 0,1 до 0,6 % марганца	Bir tarafdан yuklanib, boshqa tarafdан quyiladigan va metallarga issiqalayin ishlov beriladigan pech.
Konverter	Методическая печь для горячей обработки материалов, которые продвигаются непрерывно через печь, входя с одного конца, и выгружаются через другой	Suyuq metall vanasidan xavopuflash orqali oksidlanishi natijasida xaroratni oshirib, argon kislorodli aralashmani uglerodsizlantiradigan pech
Napryajeniya pri oxlajdenii	Печь, в которой воздух, продуваемый через ванну жидкого металла, окисляет примеси и вследствие окислительной реакции поднимает температуру. Типичный конвертер использует для обезуглероживания аргоно-кислородную смесь	Quymalardagi sovutish natijasidagi qoldiq kuchlanish
Korroziionnaya stoykost	Остаточные напряжения в отливках, обусловленные неоднородным распределением температуры при охлаждении.	Materialning xususiyatini yo'qotmaydigan karrorziya bardoshlik jixati
Obezugle-rojivanie	Способность материала противостоять воздействию коррозионной среды без изменения своих свойств.	Yuza kontakti orqali kimyoviy reaksiya natijasida qotishmalarning yuzasi qavatdagi uglerodni yo'qotishi
Deformatsiya	Потеря углерода из поверхностного слоя углеродсодержащих сплавов благодаря реакции с одним или большим количеством химических соединений в среде, которая входит в контакт с поверхностью.	Jism formasini issiqlik kuchi ostida o'zgarishi
Raskislenie	Изменение формы тела благодаря напряжению, тепловому изменению.	Suyuqlangan metallдан ortiqcha kislorodni yo'qotish
Raskislennaya med	Удаление избыточного кислорода из расплавленного металла;	Achitqilar ta'sirida misdan , miss oksidini yo'qotilishi
Defosforizatsiya	Медь из которой оксид меди был	Suyuqlangan metallдан fosforni

	удален путем	yo'qotilishi
Depolyarizatsiya	введения раскислителя, типа фосфора, в расплавленную ванну.	Elektrodni kamayishi polyarlashini
Высокопрочный чугун	Удаление фосфора из расплавленной стали	Quymakorlik cho'yan Yuqori mustaxkam cho'yanlar tarkibida 3,0- 4,0 % S, 1,8 - 2,8 % Si, 0,1 - 1,0 % Mn, 0,01 - 0,1 % P va 0,01 - 0,03 % S. Sharsimongrafitli cho'yan
Plastichnost	Уменьшение поляризации электрода.	Materialning emirilishsiz plastik deformatsiyalanadigan xususiyati
Упругост	Литейный чугун, обработанный во время плавления элементами типа магния или церия, Типичные составы высокопрочных чугунов 3,0- 4,0 % C, 1,8 - 2,8 % Si, 0,1 - 1,0 % Mn, 0,01 - 0,1 % P и 0,01 - 0,03 % S. Также известный как гранулированный чугун, чугун с шаровидным графитом.	Materialning kuchlanish ta'sirida deformatsiyalanishi va kuchdan ozod etganda yo'qoladigan xususiyati
Ferrit	Способность материала пластически деформироваться без разрушения.	Temirning xajmimarkazlashgan panjarali bir va undan ortiq elementlarining qattiq qotishmasi
Ferrosplav	Свойство материала, благодаря которому деформация, вызванная напряжением, исчезает после его снятия. Совершенно упругое тело полностью восстанавливает первоначальную форму и размеры после снятия напряжения.	Bir va undan ortiq kimyoviy elementdan tashkil topgan temir qotishmasi
Kovka slitka metalla	Твердый раствор одного или более элементов в объемноцентрированной решетке железа. Если иначе не обозначено (например, как хромистый феррит), растворенный	Quyilgan quyma slitkasini bolg'alash
Топливные газы	Сплав железа, который содержит достаточное количество одного или более других химических элементов,	Kislrod bilan birga ishlatiladigan gazlar atsetilin, tabiiy gaz, vodorod, propan va boshqa sintetik yoqilg'i uglevodordlar
Litnik	Ковка литого слитка.	Qolipga suqlantirilgan metallni quyish voronkasi

Liteynaya sistema	Газы, обычно используемые с кислородом для нагрева типа ацетилена, природного газа, водорода, пропана, метилацетилена и других синтетических топливных углеводородов.	Quymakorlik tajribasida quyma qolipidan tashqari quyish tizimi
Zaevtekticheskiy splav	Литник, через который расплавленный металл заливается в литейную форму.	Legirlangan elementlari ko'p evtektoid strukturali qotishmalar
Primesi	В литейной практике включает не только литейную форму, но и литниковую систему.	Materialdagi kerakmas bo'lgan nometalls elementlar
Induksionnaya pech	В сплавах, имеющих в своем составе эвтектику, любой сплав, состав которого имеет избыток легирующего элемента по сравнению с составом эвтектики и чья равновесная микроструктура содержит некоторое количество эвтектической структуры.	Elektromagnit induksiasi orqali ishlaydigan Induksion elektropechi
Induksionny nagrev	(1) Элементы или соединения, чье присутствие в материале является нежелательным.	Magnit maydon toki orqali isitadigan elektr qarshiligi bilan birga isitish
Induksionnoe plavlenie	Электропечь переменного тока, в которой первичная обмотка катушки генерирует, путем электромагнитной индукции, вторичный ток, который вырабатывает тепло в металле, заполняющим печь.	Induksion pechda suyuqlantirish
Inertny gaz	Нагрев за счет совместного действия электрического сопротивления и потерь гистерезиса, вызванных при наложении на металл изменяющегося магнитного поля окружающей его катушки переменного тока.	Argon yoki azot, geliyli inert gazi
Slitok	Плавление в индукционной печи.	Tayyor quyma qayta suyuqlantirish va ishlov berishga mos
Texnicheskoe jelezo	Газ типа гелия, аргона или азота, который является устойчивым, не	Texnik toza temir quymasi

	поддерживает горение и не образует продуктов реакции с другими материалами.	
Ion.	Слиток простой формы, подходящий для горячей обработки или переплава.	Elektron zarayadlangan atom
Ионный обмен	Слиток технически чистого железа.	Qattiq jismni strukturasini o'zgartirmaydigan va suyuqlik ionlari bilan qaytarilish almashinuvi
Чугунная отливка	Атом или группа атомов, который за счет потери или приобретения одного или более электронов приобрел электрический заряд.	Cho'yandan quyilgan quyma detal
Изотропия	Обратимый обмен ионов между жидкостью и твердым телом без заметных структурных изменений в твердом теле.	materialning to'zilishi xamma yo'nalishlardagi bir xil bo'lgan xususiyati
Drobilka	Литая деталь, выполненная из чугуна.	Aglomeratni maydalagich mashinasi
Kovsh	Состояние, при котором свойства материала одинаковы во всех направлениях.	Suqlangan metallni quyish kovshi (idish)
Kovshevaya metallurgiya	Машина для первичного разрушения металлических фрагментов, руды или агломератов в крупный порошок.	Kovshda po'latni gazzisizlantirish usuli
Ledeburit	Металлический резервуар, футерованный огнеупорами, используемый для транспортировки и заливки расплавленного металла.	Temir-uglerodining past xaroratdagi evtetik to'zilishi
Legkiy metall	Жараён дегазации для стали, выполняемый в ковше.	Engil metall alyuminiy, magniy va uning qotishmalari
Likvatsiya	Эвтектика системы железо углерод, составными частями которой являются аустенит и цементит. Аустенит распадается на феррит и цементит при охлаждении ниже температуры	Xarorati xar xil bo'lgan metallardan engil eriydigan metallning ajralib chiqishi
Likvidus	Один из металлов типа алюминия, магния, бериллия или их сплавов.	Metall va qotishmaning past xaroratda suyuq xolda bo'lishi

Magnitnyy separator	Отделение легкоплавкой составляющей сплава от остальных, встречающееся в сплавах, имеющих широкий интервал температур плавления.	Materialni ajratish apparati. Magnit konveyerida maydalangan materialni o'tishi
Kovkost	Самая низкая температура, при которой металл или сплав находится в жидком состоянии.	Plastik deformatsiyalanadigan metall xususiyati
Martensit	Устройство, используемое для разделения магнитных от менее магнитных или немагнитных материалов. Измельченный материал передается на магнитном конвейере.	Mikrostrukturada kristallarning faza o'zgarishi
Legirovannyi splav	Характеристика металлов, которая определяет способность металла к пластической деформации при сжатии без разрушения.	Legirlangan elementlar bilan boyitilgan qotishma
Mexanicheskie svoystva	Общий термин для микроструктур, сформированных путем бездиффузионных фазовых превращений, в котором исходные и получающиеся фазы имеют определенное кристаллографическое соотношение.	Kuch ta'sir etganda materialning egilishi va o'z xoliga qaytish xususiyati
Tochka plavleniya	Сплав, обогащенный одним или более желательным легирующим элементом, которые добавляются в расплавленный металл для получения необходимой концентрации.	Suyuqlanish nuqtasi
Skorost plavleniya	Свойства материала, которые показывают упругое и неупругое поведение при воздействии силы	Suyuqlantirish tezligi
Konveyernaya pech	Температура, при которой чистый металл, химическое соединение или эвтектика переходит из твердого состояния в жидкость.	Konveyer pechi
Metall	В дуговой электросварке, масса или длина электрода, расплавленного в	O'zidan issiqlik va elektr toki o'tkazuvchi yaltiroq elementli modda

	единицу времени. Иногда называется коэффициентом плавления или коэффициентом сгорания.	
Metallurgiya	Непрерывно работающая печь, которая использует ленту транспортера для перемещения садки.	Metallar va qotishmalar haqidagi fan. Fizik metallurgiya metallarning fizik va mexanik xususiyatlarini o'rganib, ularga ishlov berishni o'rgatadi.
Faza	Непрозрачное блестящее элементарное вещество, которое является хорошим проводником тепла и электричества	Turli bloklardagi material to'zilishidagi fizik bir xillik
Fazovoe prevrashenie	Наука о металлах и сплавах. Metallurgiya жараёнов имеет отношение к извлечению металлов из их руд и их очистке. Физическая metallurgiya работает с физическими и механическими свойствами металлов в соответствии с их соединением, обработкой и условиями внешней среды.	Materialning bir to'zilishidan boshqa to'zilishga o'tishi
Fazovaya diagramma	Физически однородный и различимый блок материальной системы.	Qotishmlarning xaroratini grafik to'zilishi haqidagi diagrammasi
Pravilo faz	Переход от одного материального состояния к другому, например от газа к жидкости, от жидкости к твердому телу, от газа к твердому телу или наоборот.	Fazalarnig maksimal soni
Fizicheskaya metallurgiya	Графическое представление критических температур и пределов содержания фаз в сплаве или керамической системе. Синоним диаграммы состояний.	Metall va qotishmalarning xususiyatlarini o'rgatadigan fan
Fizicheskie svoystva	Максимальное число фаз (P), которое может сосуществовать в равновесии два, плюс число компонент (C) в смеси, минус число степеней свободы (Φ): $P + \Phi = C + 2$.	Materialning struktura to'zilishidan qattiy nazar fizik xususiyati
Chushka	Наука, изучающая свойства металлов	Qayta suyuqlantirish uchun ishlatiladigan quyilgan metall

(Bolvanka)	и сплавов, а также влияние составов, обработки и окружающей среды на эти свойства.	
Grafit	Свойства материала, которые являются относительно независимыми от структуры и могут измеряться без приложения внешних нагрузок; например, плотность, удельная электропроводимость.	Kukunsimon grafit, tigel tayyorlashda ishlatiladigan aralashma
Polikristallicheskiy	Литой металл, используемый для переплава.	Qattiq jismga tegishli yarimkristall
Poroshkovaya metallurgiya (P/M)	Порошковый графит специального качества, используемый для покрытия штампов и в смеси с глиной для изготовления тиглей.	Metall kukunidan olinadigan qolipli ashyolar uchun ilatiladigan texnologiya
Metallurgicheskiy jarayon	Относящийся к твердому телу, состоящему из многих кристаллов или кристаллитов, тесно соединенных вместе.	Metallarni rudadan ajratib roli shva ularga ishlov berish fani
Pesok	Технология получения металлических порошков и их использования для производства плотных материалов и фасонных изделий.	Qum. kvars qumi quymakorlikda ishlatiladigan
Ochistka	Наука и технология извлечения металлов из руд и их очистки; иногда упоминается как химическая металлургия. Две главных ветви	Mexanik tozalash
Skrap, lom	В литье термин обозначает физическую смесь, с размером индивидуальной частицы (зерна) от 0,06 до 2 мм (от 0,002 до 0,08 дюйма) в диаметре, включающую и более мелкие составляющие, типа ила и глины, которые часто имеются в естественных месторождениях песка.	Nuqonli quyilgan detal, qayta suyuqlantirishga ishlatiladigan material

Vtorichnyy splav	Влажный или сухой жараён механической очистки. Производится вручную или с помощью суконных полировальных кругов с целью получения сатинированной поверхности.	Metallomni qayta ishlangan qotishmasi
Vtorichnyy metall	Металлический материал, являющийся браком, который может быть использован для переплава.	Qayta ishlangan va tozalangan metall
Osajdenie, otstaivanie	Любой сплав, полученный на основе переработки металлолома.	Suyuq jarayonda magniy qotishmasidan temirni ajratib olish
Sito	Металл, полученный из металлолома путем переработки и очистки.	Qumni donadorligini o'Ichaydigan elak
Выплавка	Жараён удаления железа из магниевого сплава в жидком состоянии путем выдержки расплава при низкой температуре после того, как в него добавлен марганец.	Boyitilgan rudadan suyuq metallni suyuqlantirib olinish jarayoni
Stal	Нормальное армированное стекло или экран, используемое в градуированных наборах для определения размера отверстий сита или гранулометрического состава зернистого сухого вещества.	Temir asosli qotishma
Vakuumnaya pech	Термический жараён получения жидкого металла из обогащенной руды.	Vakuum pechi
Выпор	Сплав на основе железа, после литья ковкий при некоторых интервалах температур; содержит марганец, углерод.	Gaz chiqarish uchun kichiq teo'ik
Zonnaya plavka	Печь использующая низкие атмосферные давления вместо защитной газовой среды.	Metall simdan induksion qizdirish yo'li bilan yuqori lokal suyuqlantirish

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

“TASDIQLAYMAN”

Toshkent davlat texnika universiteti
rektori _____ **S.M. Turabdjano**v

2021 yil « ____ » _____

“KELISHILDI”

Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi

2021 yil “ ____ ” _____

Ro‘yxatga olindi №

2021 yil “ ____ ” _____

**QUYMAKORLIK QOTISHMALARINI SUYUQLANTIRISH VA
PECHDAN TASHQARI ISHLOV BERISH
FAN DASTURI**

Bilim sohasi:	300000 - Ishlab chiqarish-texnik soha
Ta’lim sohasi:	320000 - Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta’lim yo‘nalishi:	5312800 - Quymakorlik texnologiyalari

Toshkent-2021

Fan dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi yo'nalishlari bo'yicha O'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi Kengashning 2021 yil "___" _____dagi ___-sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil "___" _____dagi _____ - sonli buyrug'i bilan fan dasturlari ro'yxati tasdiqlangan.

Fan dasturi Toshkent davlat texnika universitetida ishlab chiqilgan.

Tuzuvchilar:

- | | |
|--------------------|--|
| Turaxudjaev N.D . | - "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrası t.f.d.,
professori; |
| Rasulov S.A. | - "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrası professori |
| Saidmaxamadov N.M. | - "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrası katta
o'qituvchisi |
| To'raev A.N. | - "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrası katta
o'qituvchisi |

Taqrizchilar:

- Norxudjaev F.R. - TDTU, "Materialshunoslik" kafedrası mudiri;
Yulchieva S.B. - Fan va tarakiyot DUK ilmiy kotibi

Fan dasturi Toshkent davlat texnika universiteti Kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan (201__ yil "___" _____dagi "___" -sonli bayonnoma).

I. O‘quv fanning dolzarbligi va oliy kasbiy ta’limdagi o‘rni

Ushbu fan Respublikamizning texnik-iqtisodiy va sotsial taraqqiyotini jadal sur’atlar bilan rivojlanishida mashinasozlik sohasida alohida ahamiyatga ega bo‘lib, takomillashgan texnologiyani joriy etish bilan bir qatorda texnika-iqtisodiy talablarga to‘la javob beradigan quymakorlikda yangi zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash bilan ishlatiladigan qora va rangli metallar va ularning qotishmalarini suyuqlantirib olish, ularning strukturaviy tuzilishlarini, turli xususiyatlarini o‘rganish hamda ulardan tejamli foydalanish kabi vazifalarni hal qilishi lozim.

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fani umumtexnika fanlaridan bo‘lib, 5,6 semestrlarda o‘qitiladi. Dasturni amalga oshirishda o‘quv rejasidagi matematika, fizika, kimyo, termodinamika va sohaga kirish fanlaridan etarli bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lishi talab etiladi.

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fani mashinasozlik sanoatining quymakorlik sohalarida qo‘llaniladigan metallar va qotishmalarni o‘rganganligi sababli, uning ishlab chiqarishdagi o‘rni juda yuqoridir. Bu fan ishlab chiqarishning turli jabhalarini qamrab olgan bo‘lib, ularning progressiv usullari hamda ularning takomillashtirish jarayonlarini o‘rgatadi. Mashinasozlikning quymakorlik sohasida qo‘llaniladigan qora va rangli metall va nometall materiallarni bilish va ularni ishlab chiqarishga qo‘llash dolzarb muammo hisoblanadi. Shuning uchun quymakorli qotishmalariga alohida talab qo‘yiladi, ayniqsa quymakorlik texnologiyalari yo‘nalishida ushbu fan asosiy umumkasbiy fani hisoblanib, ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Shu sababli, bu fan ishlab chiqarish bilan chambarchas bog‘langan, ilm asoslariga tayangan xolda boshqa texnik fanlarning nazariy va uslubiy asosini tashkil qilib, o‘z rivojida aniq yo‘nalishdagi texnik fanlar uchun zamin bo‘lib xizmat qiladi.

II. Fanning maqsadi va vazifasi

Fanni o‘qitishdan maqsad – talabalarga texnik bilimlarning nazariy asoslarini, quymakorlik qotishmalarining asosiy tushunchalari va qonunyatlarini o‘rgatish hamda ularni amaliyotda tatbiq etish ko‘nikmasini hosil qilishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun fan talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko‘nikmalalar, texnik hodisa va jarayonlarga uslubiy yondashuv hamda ilmiy dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi.

Fan bo‘yicha talabalarining bilim, ko‘nikma va malakalariga qo‘yiladigan talablar qo‘yiladi. **Talabalar:** **“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish”** fanini o‘zlashtirishlari uchun o‘qitishning ilg‘or

va zamonaviy usullaridan foydalanishi, yangi informatsion – pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o‘zlashtirishda darslik, o‘quv va uslubiy qo‘llanmalar, ma’ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, prezentatsiyalar, virtual stendlar hamda ishchi holatdagi maket va dastgohlardan foydalaniladi. Ma’ruza va amaliy darslaridamosravishdagiyangipedagogikaxborot texnologiyalardanfoydalaniladi.

Fanni o‘zlashtirishda yo‘nalishning o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda, interaktiv usullarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Amaliy mashg‘ulotlar va mustaqil ishlarni o‘zlashtirishda EHM axborot bazalaridan, INTERNETdan to‘liq foydalaniladi. Bundan tashqari fanni o‘qitishda texnik vositalardan interaktiv doskadan keng foydalaniladi.

Mustaqil ish jarayonida talaba texnik adabiyotlar va me’yoriy hujjatlar bilan ishlashni va ularni uddalashini namoyon qilishi, mashg‘ulotlar vaqtida qabul qilgan ma’lumotlarni to‘g‘ri mushohada qilish qobiliyatini ko‘rsatishi zarur.

Mazkur fanni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy usullari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fani bo‘yicha ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsiyali va elektron-didaktik texnologiyalarini;

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fani bo‘yicha mavzularda o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarida aqliy hujum, VENN diagrammasi, sinkveyn kabi pedagogik texnologiyalarini;

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fani bo‘yicha mavzularda o‘tkaziladigan mashg‘ulotlarda kichik guruhlar musobaqalari, guruhli fikrlash texnologiyalarini *qo‘llash nazarda tutiladi.*

III. Asosiy nazariy qism (ma’ruza mashg‘ulotlari)

5-semestr uchun

1-modul. “Quymakorlik qotishmalariga pechdan tashqari ishlov berish klassifikatsiyasi”

1-mavzu. Kirish. Fan rivojining tarixi. Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish jarayonini ilmiy asoslari.

2-mavzu. Cho‘yanni suyuqlantirishni umumiy xarakteristikasi

3-mavzu. Po‘latni suyuqlantirishni umumiy xarakteristikasi

4-mavzu. Rangli qotishmalarni suyuqlantirishni umumiy xarakteristikasi

- 5-mavzu.** Suyuqlantirishda ishtirok etadigan fazalar.
- 6-mavzu.** Fazalarning o‘zaro ta’siri jarayonining mexanizmi.
- 7-mavzu.** Kimyoviy termodinamika asoslari
- 8-mavzu.** Shixta materiallari
- 9-mavzu.** Cho‘yanni suyuqlantirib olish fizik – kimyoviy xarakteristikasi
- 10-mavzu.** Vagrankada cho‘yanni suyuqlantirib olish.
- 11-mavzu.** Turli vagrankalarda cho‘yanni suyuqlantirib olish
- 12-mavzu.** Induksion pechida cho‘yanni suyuqlantirish
- 13-mavzu.** Cho‘yanni suyuqlantirishda polipjarayonlar
- 14-mavzu.** Quymalar uchun po‘latni suyuqlantirish fizik – kimyoviy xarakteristikasi

6-semestr uchun

- 15-mavzu.** Konvertor pechda po‘latni suyuqlantirish.
- 16-mavzu.** Elektr yoy pechida po‘latni suyuqlantirish
- 17-mavzu.** Induksion pechida po‘latni suyuqlantirish
- 18-mavzu.** Rangli qotishmalarni suyuqlantirish
- 19-mavzu.** Mis qotishmalarini suyuqlantirish
- 20-mavzu.** Titan qotishmalarini suyuqlantirish
- 21-mavzu.** Qotishmalarni legirlash
- 22-mavzu.** Quymakorlik qotishmalariga pechdan tashqari ishlov berish jarayonining klassifikatsiyasi
- 23-mavzu.** Po‘latlarni qo‘shimchalardan tozalash va juda yuqori sifatli po‘lat ishlab chiqarish usullari
- 24-mavzu.** Po‘latlarga sintetik shlaklar bilan ishlov berish
- 25-mavzu.** Po‘lat quymalarni maxsus usullarda tayyorlab olish
- 26-mavzu.** Po‘latning sifatini yaxshilash uchun vakuumdan foydalanish
- 27-mavzu.** Qotishmalarni modifikatsiyalash
- 28-mavzu.** Qora va rangli metallarni modifikatsiyalash

IV. Amaliy mashg‘ulotlar bo‘yicha ko‘rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg‘ulotlarni o‘tkazishda quyidagi didaktik talablarga amal qilinadi:

- amaliy mashg‘ulotlarning maqsadini aniq belgilab olish;
- o‘qituvchining innovatsion pedagogik faoliyati bo‘yicha bilimlarni chuqurlashtirish imkoniyatlariga bakalavrlarda qiziqish uyg‘otish;
- talabada natijani mustaqil ravishda qo‘lga kiritish imkoniyatini ta’minlash;
- talabani nazariy-metodik jihatdan tayyorlash;

- amaliy mashg'ulotlar nafaqat aniq bir mavzu bo'yicha bilimlarni aniqlash, balki bakalavrni tarbiyalash manbai ham hisoblanadi.

Amaliy mashg'ulotlarning tahminiy ro'yhati

5 – semestr uchun

1. Qotishmalarini rafinirlash
2. Qotishmalarini modifikatsiyalash
3. Qotishmalarini legirlash.
4. Cho'yanni rafinirlash usullari
5. Suyuq holatga ishlov berish

6 – semestr uchun

6. Suyuq holatga ishlov berishga qo'yilgan talablar
7. Cho'yanni modifikatsiya qilish, modifiktorlar
8. Cho'yanni modifikatsiya qilish jihozlari
9. Vermikulyar grafitli cho'yan olish
10. Yuqori sifatli po'lat olish

V. Laboratoriya mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlarni o'tkazishda quyidagi didaktik talablarga amal qilinadi:

- laboratoriya mashg'ulotlarning maqsadini aniq belgilab olish;
- o'qituvchining innovatsion pedagogik faoliyati bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish imkoniyatlariga bakalavrlarda qiziqish uyg'otish;
- talabada natijani mustaqil ravishda qo'lga kiritish imkoniyatini ta'minlash;
- talabani nazariy-metodik jihatdan tayyorlash;
- laboratoriya mashg'ulotlar nafaqat aniq bir mavzu bo'yicha bilimlarni aniqlash, balki bakalavrni tarbiyalash manbai ham hisoblanadi.

Laboratoriya mashg'ulotlarning tahminiy ro'yhati

5 – semestr uchun

1. Po'latni pechdan tashqari vakkumlash
2. Alyuminiy qotishmalari rafinirlash.
3. Yuqori kremniyli alyuminiy qotishmalarini strukturasini modifikatsiya qilish
4. Magniy qotishmalarini gazzsizlantirish

6 – semestr uchun

6. Legirlangan cho'yan olish texnologiyasi

7. Yuqori sifatli po‘latlar olish texnologiyasi
8. Mis qotishmalarini rafinirlash
9. Yuqori sifatli kulrang cho‘yanlar olish texnologiyasi
10. Legirlangan cho‘yan olish texnologiyasi
11. Yuqori sifatli qotishmalar ularga qo‘yiladigan talablar

Mustaqil ishlar bo‘yicha ko‘rsatmalar va tavsiyalar

Mustaqil ta’limni tashkil etishning shakli va mazmuni

Mustaqil ta’lim tashkil etishda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi va joriy nazorat sifatida baholanadi:

1) mavzular bo‘yicha konspekt (referat, taqdimot) tayyorlash. Nazariy materialni puxta o‘zlashtirishga yordam beruvchi bunday usul o‘quv materialiga diqqatni ko‘proq jalb etishga yordam beradi. Talaba konspekti turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ishlarini osonlashtiradi, vaqtni tejaydi;

2) o‘qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash olingan bilimlarini o‘zlashtirishlari, turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ko‘rishlari uchun tavsiya etilgan elektron manbalar, innovatsion dars loyihasi namunalari, o‘z-o‘zini nazorat uchun test topshiriqlari v.b;

3) fan bo‘yicha qo‘shimcha adabiyotlar bilan ishlash. Mustaqil o‘rganish uchun berilgan mavzular bo‘yicha talabalar tavsiya etilgan asosiy adabiyotlardan tashqari qo‘shimcha o‘quv, ilmiy adabiyotlardan foydalanadilar. Bunda rus va xorijiy tillardagi adabiyotlardan foydalanish rag‘batlantiriladi;

4) Internet tarmog‘idan foydalanish. Fan mavzularini o‘zlashtirish, kurs ishi, bitiruv malakaviy ishlarini yozishda mavzu bo‘yicha INTERNET manbalarini topish, ular bilan ishlash nazorat turlarining barchasida qo‘shimcha reyting ballari bilan rag‘batlantiriladi;

5) mavzuga oid masalalar, keys-stadilar va o‘quv loyihalarini ishlab chiqish va ishtirok etish;

6) amaliyot turlariga asosan material yig‘ish, amaliyotdagi mavjud muammolarning echimini topish, hisobotlar tayyorlash;

7) ilmiy seminar va anjumanlarga tezis va maqolalar tayyorlash va ishtirok etish;

8) Mavjud laboratoriya ishlarini takomillashtirish masofaviy (distonsion) ta’lim asosida mashg‘ulotlarni tashkil etish bo‘yicha metodik ko‘rsatmalar tayyorlash va x.k.

Yangi bilimlarni mustaqil o‘rganish keakli ma’lumotlarni izlash va ularni topish yo‘llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma’lumotlar to‘plash, ilmiy to‘g‘arak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbaalardan foydalanib ilmiy

maqola (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarniing darsida olgan bilimlarini chuqurlashtiradi. Ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Vazifalarni tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirishni ma'ruza darslarni olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Mustaqil ishni tashkil etish bo'yicha usulubiy ko'rsatma va tafsiyalar, kes – stadiy, vaziyatli masalalar o'plami ishlab chiqiladi. Ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy topshiriq keys-stadiylar echish uslubi va mustaqil ishla uchun vazifalar belgilanadi.

Tavsiya etiladigan mustaqil ta'lim mavzulari

1. Qotishmalarga pechdan tashqari nimaga ishlov beriladi?
2. Pechdan tashqari ishlov berishning klassifikatsiyasi.
3. Pechdan tashqari ishlov berishni amalga oshirishning usullari.
4. Suyuq holatda ishlov berish qurilmalari va elementlari.
5. Tozalash deganda nimani tushunasiz?
6. Tozalash metodlari.
7. Modifikatsiya qilish jarayoni va maqsadi.
8. Modifikatorlar turlari va ularni ishlatish usullari.
9. Cho'yanni modifikatsiya qilish metodlari.
10. Avtoklav qanday ishlatilindi?
11. Shixta materiallariga nimalar kiradi?
12. Cho'yanni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi.
13. Po'latni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi.
14. Rangli qotishmalarni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi.
15. Koks vagranka turlari.
16. Gaz vagranka turlari.
17. Elektr – yoy pechlarida qaysi qotishmalarni suyuqlantiriladi?
18. Qanaqa markali induksion pechlarni bilasiz?
19. Kanalli pechlar qaerda va nimaga ishlatilindi?
20. Elektroshlak jarayoni deganda nimani tushunasiz?
21. Vakuum pechlari qaerda va nimani suyuqlantirishda ishlatilindi?
22. Induksion pechda suyuqlantirish texnologiyasi.
23. Yoy pechida suyuqlantirish texnologiyasi.
24. Konvertor pechlarida qanaqa metallni suyuqlantirib olinadi va qanaqa yoqilg'ida Konvertor pechlari ishlaydi?
25. Plazma – yoy pechlarida asosan qanaqa qotishmalar tayyorlab olinadi?
26. Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi va pechlari.

27. Mis qotishmalarining suyuqlantirish pechlari va texnologiyalari.
28. Titan qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyalarining farqlanishi.
29. Magniyni suyuqlantirish texnologiyasi.
30. Misni modifikatsiyalash texnologiyasi.

3. O‘quv-uslubiy va axborot ta’minoti

Mazkur fanni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy usullari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan. Jumladan:

-fanning bo‘limlariga tegishli ma’ruza darslarda zamonvay kompyuter texnologiyalaridan yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalaridan;

-jarayonga amal qilish qonuniyatlari mavzularda o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda aqliy xujum, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalaridan;

-mashg‘ulotlarda kichik guruhlar musobaqalari, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalarini qo‘llash nazarda tutildi.

3.1. Asosiy va qo‘shimcha o‘quv adabiyotlar hamda axborot manbaalari**

Asosiy adabiyotlar

1. M.Sahoo and S.Sahu. PRINCIPLES OF METAL CASTING 3rd edition McGraw-Hill UK 2014.-763 r.
2. John Campbell. THE METALLURGIY OF CAST METALS CASTINGS. 2003.- 334 p.
3. Peter Beeley. FOUNDRY TEChNOLOGY. -Adivision of Reed Educational and Professional Publishing Ltd. 2001.-754 p.
4. Rasulov S.A. Grachev V.A. Quymakorlik metallurgiyasi. -Toshkent.: “O‘qituvchi”, 2004.-250 c.
5. Rasulov S.A., Turaxodjaev N.D. Metallurgiyada quyish texnologiyasi.- Toshkent.: “Cho‘lpon”, 2007.- 230 c

3.2. Qo‘shimcha adabiyotlar

6. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi - T.: O‘zbekiston, 2017. - 46 b.
7. Теплотехнические расчёты металлургеских печей. Телегина А.С.Металлургия. 1992-380 c
8. Рубсов Н.Н. и другие Литейные формы. – М: Машиностроения, 2005.
9. Муинов М.А. Вакуумно – пленочный метод изготовления художественных отливок. – Вухара, Redxar, 2005. 60с.
10. Трухов А.Р., Могилев И.С. Литейные сплавы и плавка, Москва, Академа, 2004. 230 c.

11. Технология литейного производства, технология литейной формы.
Учебник под редакцией Трухова А.Р. Москва, Akadema, 2005. 420 с.

Internet saytlari

- 12. www.gov.uz– O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali.
- 13. www.catback.ru- научные статьи и учебные материалы
- 14. www.ziyonet.uz;
- 15. www.lex.uz;
- 16. www.bilim.uz
- 17. [http//www. Cherniymetall. ru](http://www.Cherniymetall.ru).

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
ISLON KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

O‘quv-uslubiy boshqarma
tomonidan ro‘yxatga olindi
№ _____
«___» _____ 2021 yil

TASDIQLAYMAN
O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor
_____ O.Zaripov
«___» _____ 2021 yil

**QUYMAKORLIK QOTISHMALARINI SUYUQLANTIRISH VA
PECHDAN TASHQARI ISHLOV BERISH**

FANINING ISHCHI O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300000 - Ishlab chiqarish texnik soha
Ta‘lim sohasi: 320000 - Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta‘lim yo‘nalishi: 5312800 - Quymakorlik texnologiyalari

Mutaxassislik kodi va nomi	Talabaninig o‘quv yuklamasi, soat							Semestlar soat
	Umumiy yuklama xajmi	Auditoriya mashg‘ulotlari					Mustaqil ish	x
		Jami	Ma’ ruza	Amaliy mashg‘ ulot	Labor.ishi	Kurs loyihasi		
5312800 - Quymakorlik texnologiyalari	260	128	32	16	16	-	66	5
			32	16	16	-	66	6

Toshkent – 2021 y

Ishchi o'quv dastur O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida №_____ raqami bilan ro'yhatga olingan va 2021 yil "____" _____ №_____ -sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

Fanning ishchi o'quv dasturi tasdiqlangan fan dasturi asosida tuzildi.

Ishchi o'quv dasturi Mexanika fakultetining «Quymakorlik texnologiyalari» kafedrasida (2021 yil "____" № _____ -son bayonnoma) muhokama etildi va fakultetning o'quv-uslubiy kengashiga tavsiya etildi.

Tuzuvchilar:

- | | |
|--------------------|---|
| Turaxudjaev N.D . | - "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrasida t.f.d., professori; |
| Rasulov S.A. | - "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrasida professori |
| Saidmaxamadov N.M. | - "Quymakorlik texnologiyalari» kafedrasida" katta o'qituvchisi |
| To'raev A.N. | - "Quymakorlik texnologiyalari» kafedrasida" katta o'qituvchisi |

Kafedra mudiri: _____ t.f.d. Turaxodjaev N.D.

Kotib : _____ kat.o'q. To'raev A.N.

Dastur "Mexanika" fakultetining o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi (2021 yil "____" № _____ bayonnoma) va universitetning Ilmiy-uslubiy kengashiga tasdiqlashga topshirildi.

O'quv-uslubiy kengash raisi : _____ prof. Karimov Sh.A.

Kotib: _____ ass. Abdukarimova S.B.

Ishchi o'quv dastur universitetning Ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi (2021 yil "____" _____ son majlis bayonnomasi).

Ilmiy uslubiy kengash kotibi _____ **Mambetov N.M.**

O'quv fani o'qitilishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar.

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fani talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, materiallar va ularning xossalarini o'rganishga uslubiy yondoshuv hamda ilmiy dunyoqarashini shakillantirish vazifalarini bajaradi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga quyidagi talablar qo'yiladi. **Talaba:**

– **“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish”** fani bo'yicha ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsiyali va elektron-didaktik texnologiyalarini;

– **“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish”** fani bo'yicha mavzularda o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarida aqliy hujum, VENN diagrammasi, sinkveyn kabi pedagogik texnologiyalarini;

– **“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish”** fani bo'yicha mavzularda o'tkaziladigan mashg'ulotlarda kichik guruhlar musobaqalari, guruhli fikrlash texnologiyalari

2.1. Ma'ruza mashg'ulotlari.

1-jadval

№	Ma'ruzalar mavzulari	Dars soatlar i hajmi
5-semestr uchun		
1	1-mavzu. Kirish. Fan rivojining tarixi. Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish jarayonini ilmiy asoslari. Suyuqlantirish jarayonlarining klassifikatsiyasi va ularni amalga oshirish usullari. Barcha mavjud jarayonlar bosqichlari soniga ko'ra monojarayonlar va polijarayonlarga bo'linadi (1-rasm). Quymakorlikda monojarayonlar eng keng tarqalgan.	2
2	2-mavzu. Cho'yan suyuqlantirishning umumiy xarakteristikasi. Vagrankalarda istalgan suyuqlantirish jarayoniga xos bo'lgan operatsiya tegishli zonalarda amalga oshiriladi (- rasm). Qizdirish zonasida qizigan gazlar metallni qizdiradi. Bunda metall gaz fazasi bilan o'zaro ta'sirlashadi,	2

	buning natijasida metall oksidlanadi; koks qizib uchuvchan moddalarini yo'qotadi va h.k.	
3	3-mavzu. Po'latni suyuqlantirishning umumiy xarakteristikasi. Quymakorlikda tarkibida zararli aralashmalar juda kam bo'lgan po'lat olish muhimdir. Ayniqsa, kislorod, oltingugurt va fosfor miqdorini kamaytirish zarur bo'ladi, chunki bu elementlar po'latda oksid, sulfid va oksisulfid qo'shilmalar hosil qiladi.	2
4	4-mavzu. Rangli qotishmalarni suyuqlantirishning umumiy xarakteristikasi. Rangli qotishmalarni suyuqlantirib olish uchim mo'ljallangan barcha pechlar (bundan shaxta-alangali pechlar istisnodir) davriy ravishda ishlaydigan pechlar hisoblanadi. Ishchi bo'shliq, ya'ni pech vannasi yoki tigelga hisoblangan tarkibli shixta yuklanadi, energiya manbayi ishga tushiriladi, shixta suyuqlantiriladi, suyuqlanma zarur temperaturagacha o'ta qizdiriladi, so'ngra qotishma kerakli tarkibgacha yetkaziladi, zararli aralashmalardan tozalanadi (rafinirlanadi) va modifikatsiyalanadi	2
5	5-mavzu. Suyuqlantirishda ishtirok etadigan fazalar. Quyma qotishmalarni suyuqlantirishda va suyuq holatda ishlov berganda ularning tarkibi va xossalaring shakllanishi suyuqlantirish pechlarida bo'ladigan kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida sodir bo'ladi.	2
6	6-mavzu. Fazalarning o'zaro ta'siri jarayonining mexanizmi. Suyuqlantirish vaqtida quyma qotishma tarkibining shakllanishi suyuqlantirishda qatnashadigan turli fazalar komponentlarining qator ketma-ket yoki parallel o'tadigan geterogen o'zaro ta'sirlari natijasida sodir bo'ladi.	2
7	7-mavzu. Kimyoviy termodinamika asoslari. Kimyoviy termodinamika - fizik kimyoning bo'limidir. Unda kimyo sohasidagi termodinamik hodisalar, shuningdek, moddalar termodinamik xossalaring ularning tarkibi va agregat holatiga bog'liqligi ko'rib o'tiladi.	2
8	8-mavzu. Shixta materiallari. Metall shixta uchun asos	2

	sifatida <i>birlamchi</i> va <i>ikkilamchi</i> qora va rangli metallar hamda ligaturalardan foydalaniladi. Birlamchi - metallurgiya sanoatining ruda materiallaridan olinadigan va quyma ko‘rinishida yetkazib beriladigan mahsulotidir.	
9	9- mavzu. Sho‘yanni suyuqlantirib olish fizik-kimyoviy xarakteristikasi. Termodinamika, Cho‘yanni suyuqlantirib olishda u yoki bu reaksiyalarning sodir bo‘lish ehtimolini baholash uchun ΔG° va ΔG kattaliklardan foydalaniladi. Turli faktorlarning (fazalar tarkibi, konsen- tratsiyalar, aktivlik, temperatura) reaksiyalar sodir bo‘lishi ehtimoligiga ta’sir qilishini miqdoriy baholashni Gibbs energiyasi o‘zgarishining ayirmasi yordamida amalga oshirilsa, maqsadga muvofiq bo‘ladi:	2
10	10- mavzu. Vagrankalarda cho‘yan suyuqlantirish. Vagrankada cho‘yan suyuqlantirishning o‘ziga xos xususiyati fazalarning o‘zaro ta’sir qilish jarayonlarining uzluksizligi va salt koloshaning qalin qatlami hamda ishchi koloshalarning yupqa qatlami ko‘rinishidagi koksning bo‘lishidir.	2
11	11-mavzu. Turli vagrankalarda cho‘yanni suyuqlantirib olish. Gaz vagrankalarining to‘rtta tipi mavjud: shaxtada chiqiqlari bor; shaxtada peremichkasi bor; chiqarma o‘ta qizdirish kamerali va o‘tga chidamli salt koloshali (- rasmga q.). Bu rasmda ko‘rsatilgan vagrankalarda (a, b, d) suyuq cho‘yan shaxtaning 1 - 1,5d balandligidagi suyuqlantirish zonasidan o‘ta qizdirish kamerasi basseyniga tushayot- ganida unga o‘ta qizdirish prinsipi qo‘llaniladi.	2
12	12-mavzu. Induksion pechida cho‘yanni suyuqlantirish. Vagrankalar va yoy pechlaridan farqli o‘laroq, induksion pechlarda suyuqlantirish oldingi suyuqlantirishdan qolgan suyuq metallga shixta yuklab olib boriladi. Shu sababli, shixtaning qizishi va suyuqlanishi uning komponentlarining suvuq metallda erishiga bog‘liq.	2
13	13-mavzu. Cho‘yan suyuqlantirishda polijarayonlar. Birlamchi agregatlarda (V, DP, ITP) sodir bo‘ladigan barcha	4

	jarayonlar monojarayonlar vositasida suyuqlantirishning tegishli metodlari uchun yuqorida ko'rib o'tilganlarga aynan o'xshashdir.	
14	14-mavzu. Quymalar uchun po'latni suyuqlantirish fizik-kimyoviy xarakteristikasi. Po'latni suyuqlantirish uchun boshlang'ich bosqichda oksidlash jarayonlarining jadal o'tishi (oksidlash davri) va po'lat olishning yakunlovchi bosqichida metallardan oksidlarni chiqarib tashlash (oksidlantirish) xarakterlidir.	4
	Jami:	32
6-semestr uchun		
15	15- mavzu. Konvertor pechda po'latni suyuqlantirish. Konvertordagi suyuq cho'yan sathiga kislorod haydash yo'li bilan po'lat ishlab chiqdrish.	2
16	16-mavzu. Elektr yoy pechida po'latni suyuqlantirish. Sanoatda keng qo'llaniladigan ko'mir grafit elektrodleri vertikal o'rnatilgan uch fazali o'zgaruvchan tokda ishlovchi pechning sxemasi keltirilgan. Bu pechlar devorlari magnezit yoki xromagnezit g'ishtidan terilgan bo'lib, sirtidan po'lat list bilan qoplangan.	2
17	17-mavzu. Induksion pechida po'latni suyuqlantirish. Induksion elektr pechlardan yuqori sifatli, zanglamaydigan, o'tga chidamli va boshqa maxsus xossaga ega bo'lgan po'lat olishda foydalaniladi.	2
18	18-mavzu. Rangli qotishmalarni suyuqlantirish. Rangli qotishmalar ularni suyuqlantirish sharoitlariga ko'ra uch guruhga bo'linadi: aluminiy, magniy va rux qotishmalari; mis va nikel qotishmalari; titan va qiyin eriydigan metallar asosida tayyorlangan qotishmalar.	4
19	19-mavzu. Mis qotishmalarini suyuqlantirish. Misning suyuqlanish temperaturasi 1083°C, jezniki 950 dan 1050°C gacha, bronzalarni quyish temperaturasi 1150 dan 1200 °C	4

	gacha.	
20	20-mavzu. Titan qotishmalarini suyuqlantirish. Titan va uning qotishmalarini suyuqlantirish qator o'ziga xos xususiyatlarga ega.	2
21	21-mavzu. Qotishmalarni legirlash. Temir- uglerodli qotishmalar uchun legirlovchi elementlar sifatida Cr, Ni, Mo, W, V, Ti, Al, Nb, Co, Cu va boshqa elementlar, shuningdek, odatdagi miqdorga qaraganda orttirilgan miqdorda Mn va Si ishlatiladi.	2
22	22-mavzu. Quymakorlik qotishmalariga pechdan tashqari ishlov berish jarayonining klassifikatsiyasi. Pechdan tashqarida tozalash zararli qo'shilmalardan ancha chuqur tozalashga yordam beradi. Cho'yanni suyuqlantirishda pechdan tashqarida tozalash usuli kam qo'llaniladi, chunki uning tarkibida geterogen fazalar miqdori ancha bo'ladi va uni tozalash zaruriyati tarkibida oltingugurt kam bo'lgan maxsus cho'yanlarni olishdagina vujudga keladi.	2
23	23-mavzu. Po'latlarni qo'shimchalardan tozalash va juda yuqori sifatli po'lat ishlab chiqarish usullari. Ma'lumki, elektr ey va induksion pechlarda olingan po'latlarda oz bo'lsada O ₂ , H ₂ , N ₂ gazlari hamda nometall qo'shimchalar bo'ladi. (–jadvalga qarang). Ular metallining mexanik, texnologik va boshqa xossalarini pasaytiradi.	2
24	24-mavzu. Po'latlarga sintetik shlaklar bilan ishlov berish. Odatda, metallurgiya zavodlarida metall pechdan kovshga chiqarilib, keyin uni kran yordamida turli shakl va o'lchamdagi metall qoliplarga olib borib quyish bilan yirik quymalar olish texnologik jarayonlarning asosiy bosqichlaridan biridir.	2
25	25-mavzu. Po'lat quymalarni maxsus usullarda tayyorlab olish. Yuqorida ko'rilgan quyish usullarining kamchiliklaridan holi etish ustida izlanishlar metallarni kristallizatorga uzluksiz quyish usulining yaratilishiga olib keldi (–rasm).	2
26	26-mavzu. Po'latning sifatini yaxshilash uchun vakuumdan	2

	foydalanish. Po'latni sifatini yaxshilash uchun vakuumda suyuqlantirish va pechdan tashqarida vakuumlash usullaridan foydalaniladi.	
27	27-mavzu. Qotishmalarni modifikatsiyalash. Modifikatsiyalash deb, qotishmaning kristallanishi va strukturasiga maxsus qo'shimchalar — modifikatorlar kiritib ta'sir etilishiga aytiladi.	2
28	28-mavzu. Qora va rangli metallarni modifikatsiyalash. Zamonaviy po'lat metallurgiyasida modifikatsiyalash jarayonlari nihoyatda katta rol o'ynaydi. Modifikatsiyalash suyuqlantirishni me'yoriga yetkazish va uni oksidsizlantirish bilan uzviy ravishda birga qo'shib, kristallizatsiyalanish xarakteri hamda po'latning kompleks xossasini yuqori darajada aniqlaydi.	2
	Jami	32

Ma'ruza mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada akadem guruxlar oqimi uchun o'tiladi.

Fanni o'zlashtirishlari uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanishi, yangi informatsion –pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir.

Fanni o'zlashtirishda darslik , o'quv va uslubiy qo'llanmalar , ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, virtual stendlar hmda ishchi holatdagi maket va dastgohlardan foydalaniladi. Ma'ruza darslarida mos ravishdagi ilg'or pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

Fanni o'zlashtirishda yo'nalishning o'ziga xos xususiyatlarini xisobga olgan holda , interaktiv usullarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir.

2.2. Amaliy mashg'ulotlar.

2-jadval.

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	Dars soatlari hajmi
5-semestr uchun		
1	Qotishmalarini rafinirlash	4

2	Qotishmalarini modifikatsiyalash	2
3	Qotishmalarini legirlash	4
4	Cho'yanni rafinirlash usullari	2
5	Suyuq holatga ishlov berish	4
6-semestr uchun		
6	Suyuq holatga ishlov berishga qo'yilgan talablar	4
7	Cho'yanni modifikatsiya qilish, modifiktorlar	2
8	Cho'yanni modifikatsiya qilish jihozlari	4
9	Vermikulyar grafitli cho'yan olish	2
10	Yuqori sifatli po'lat olish	4
	Jami	32

Amaliy mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada xar bir akadem guruhga alohida o'tiladi. Mashg'ulotlar faol va interfaol usullar yordamida o'tiladi, "Keys-stadi" texnologiyasi ishlatiladi, keyslar mazmuni o'qituvchi tomonidan belgilanadi. Ko'rgazmali materiallar va axborotlar multimedia qurilmalari yordamida uzatiladi.

2.3. Laboratoriya mashg'ulotlar.

3-jadval.

№	Laboratoriya mashg'ulotlar mavzulari	Dars soatlari hajmi
5-semestr uchun		
1	Po'latni pechdan tashqari vakkumlash	4
2	Alyuminiy qotishmalari rafinirlash	2
3	Yuqori kremniyli alyuminiy qotishmalarini strukturasini modikatsiya qilish	4
4	Magniy qotishmalarini gabsizlantirish	2
5	Legirlangan cho'yan olish texnologiyasi	4
6-semestr uchun		
6	Yuqori sifatli po'latlar olish texnologiyasi	4
7	Mis qotishmalarini rafinirlash	2
8	Yuqori sifatli kulrang cho'yanlar olish texnologiyasi	4
9	Legirlangan cho'yan olish texnologiyasi	2
10	Yuqori sifatli qotishmalar ularga qo'yiladigan talablar	4
	Jami	32

Laboratoriya mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada xar bir akadem guruhga alohida o'tiladi. Mashg'ulotlar faol va interfaol usullar yordamida o'tiladi, "Keys-stadi" texnologiyasi ishlatiladi, keyslar mazmuni o'qituvchi tomonidan belgilanadi. Ko'rgazmali materiallar va axborotlar multimedia qurilmalari yordamida uzatiladi.

2.4. Mustaqil ta'lim

1	Qotishmalarga pechdan tashqari nimaga ishlov beriladi?	4
2	Pechdan tashqari ishlov berishning klassifikatsiyasi	6
3	Pechdan tashqari ishlov berishni amalga oshirishning usullari	4
4	Suyuq holatda ishlov berish qurilmalari va elementlari	4
5	Tozalash deganda nimani tushunasiz?	4
6	Tozalash metodlari	4
7	Modifikatsiya qilish jarayoni va maqsadi	6
8	Modifikatorlar turlari va ularni ishlatish usullari	4
9	CHo'yanni modifikatsiya qilish metodlari	4
10	Avtoklav qanday ishlatiladi?	4
11	SHixta materiallariga nimalar kiradi?	4
12	CHo'yanni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi	4
13	Po'latni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi	4
14	Rangli qotishmalarni suyuqlantirishning fizik - kimyoviy xarakteristikasi	6
15	Koks vagranka turlari	4
16	Gaz vagranka turlari	4
17	Elektr – yoy pechlarida qaysi qotishmalarni suyuqlantiriladi?	4
18	Qanaqa markali induksion pechlarni bilasiz?	4
19	Kanalli pechlar qaerda va nimaga ishlatiladi?	4

20	Elektroshlak jarayoni deganda nimani tushunasiz?	4
21	Vakuum pechlari qacda va nimani suyuqlantirishda ishlatiladi?	6
22	Induksion pechda suyuqlantirish texnologiyasi	4
23	YOy pechida suyuqlantirish texnologiyasi	4
24	Konvertor pechlarida qanaqa metallni suyuqlantirib olinadi va qanaqa yoqilg'ida Konvertor pechlari ishlaydi?	4
25	Plazma – yoy pechlarida asosan qanaqa qotishmalar tayyorlab olinadi?	6
26	Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasi va pechlari	4
27	Mis qotishmalarining suyuqlantirish pechlari va texnologiyalari	4
28	Titan qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyalarining farqlanishi	4
29	Magniy suyuqlantirish texnologiyasi	4
30	Misni modifikatsiyalash texnologiyasi	6
	Jami	132

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlanadi va uni taqdimoti tashkil qilinadi.

3.O'quv –uslubiy va axborot ta'minoti.

Mazkur fanni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy usullar, pedagogik va axborot –kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan. Jumladan :

- Fanning bo'limlariga tegishli ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- Jarayonga amal qilish qonuniyatlari mavzularida o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum , guruxli fikirlash pedagogik texnologiyalardan;
- Mashg'ulotlarda kichik guruhlar musobaqalari, guruhli fikirlash pedagogik texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi

3.1. Asosiy va qo‘shimcha o‘quv adabiyotlar hamda axborot manbaalari.

Asosiy adabiyotlar

6. M.Sahoo and S.Sahu. PRINCIPLES OF METAL CASTING 3rd edition McGraw-Hill UK 2014. 763 r.
7. John Campbell. THE METALLURGIY OF CAST METALS CASTINGS. 2003. 334 p.
3. B.B.Gulyaev Teoriya liteynых protsessov.Uchebnik- Leningrad “Mashinostroenie”, 2007.-210 c
4. А.И.Вейник Теория затвердевания отливки, Учебник – Москва: “Машгиз”, 2004. – 435с.
5. . Rasulov S.A. Quymakorlikda metallarni suyuqlantirish usullari.O‘quv qo‘llanma Toshkent, 1998, 196 s.
6. Трухов А.П., Могилев И.С. Литейные сплавы и плавка. Учебник Москва, Академия, 2004.-230 с.
7. Лабораторные работы по технологии литейного производства под. Ред. Козлова Л. YA.M :, MISiS, 2003, 210 с.

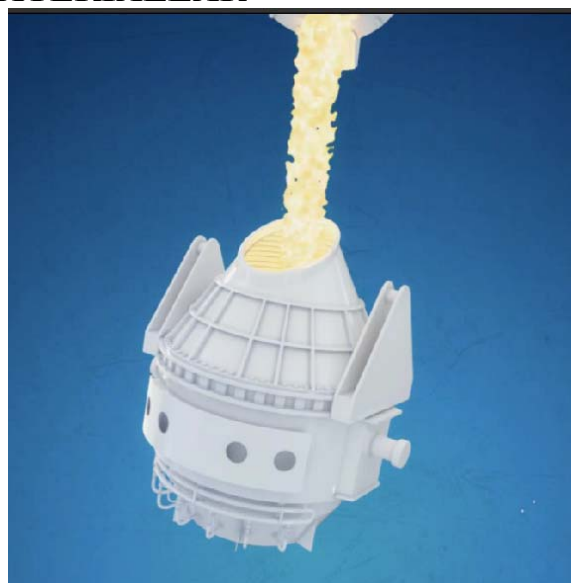
3.2.Qo‘shimcha adabiyotlar

6. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi - T.: O‘zbekiston, 2017. - 46 b.
7. Теплотехнические расчёты металлургических печей. Телегина А.С.Металлургия. 1992-380 с
8. Рубсов Н.Н. и другие Литейные формы. – М: Машиностроения, 2005.
9. Муинов М.А. Вакуумно – пленочный метод изготовления художественных отливок. – Вухара, Redxar, 2005. 60с.
10. Трухов А.Р., Могилев И.С. Литейные сплавы и плавка, Москва, Академа, 2004. 230 с.
11. Технология литейного производства, технология литейной формы. Учебник под редакцией Трухова А.Р. Москва, Akadema, 2005. 420 с.
- 12.Vukota Boljanovic Process Control for Sheet-Metal Stamping: Process Modeling, Controller Design and Shop-Floor Implementation springer England, United Kingdom. 2014 (English)

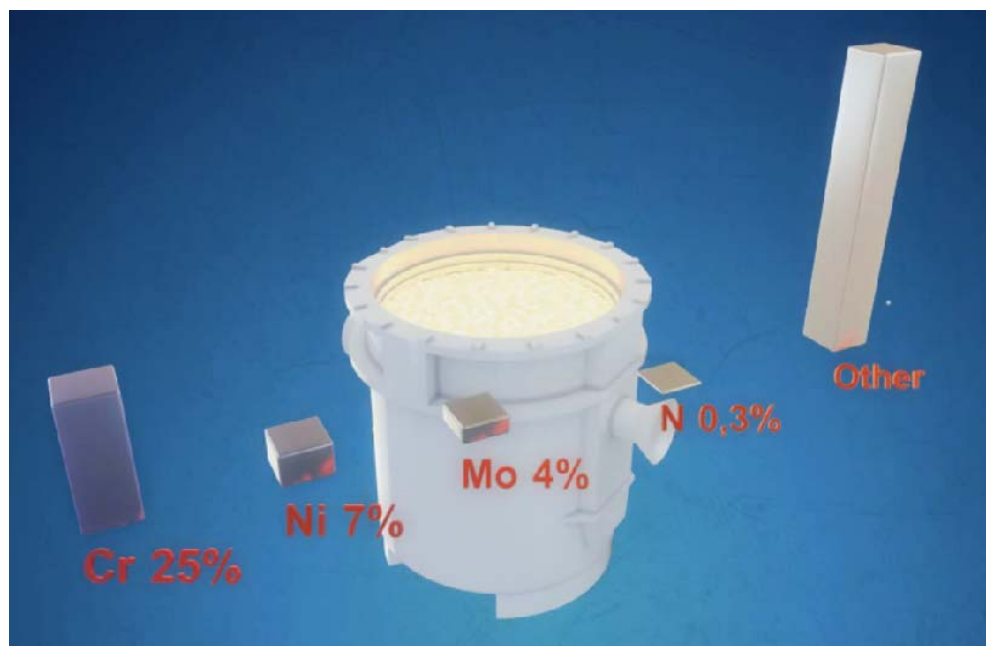
3.3 Elektron resurslar

13. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali.
14. www.ziynet.uz
15. www.ziyouz.com
16. www.twirpx.com

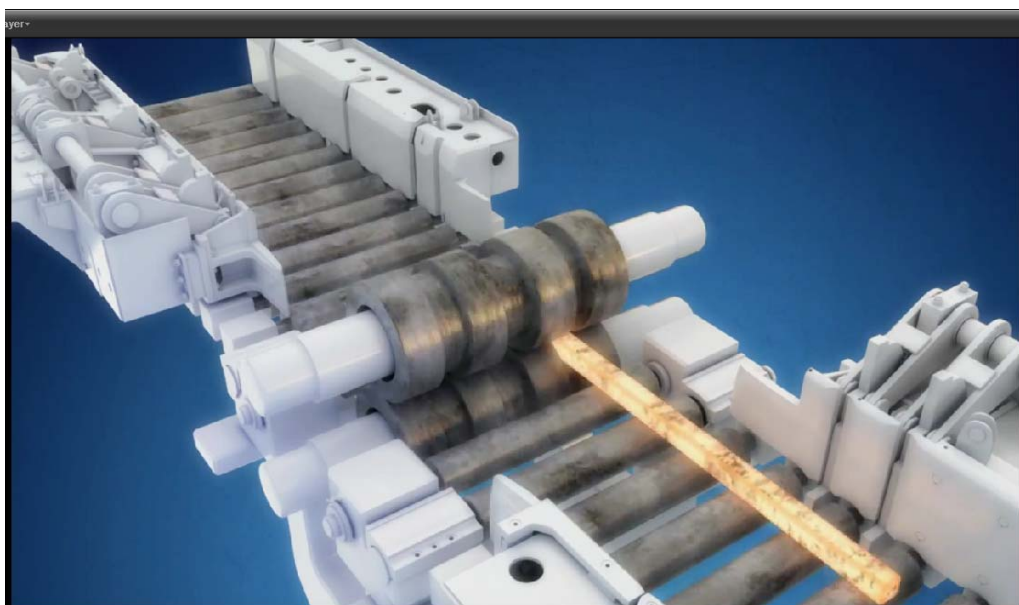
TARQATMA MATERIALLAR



Ushbu jarayonlarni solishtiring va alyuminiy shixtasi uchun xisoblash ishlarini olib boring



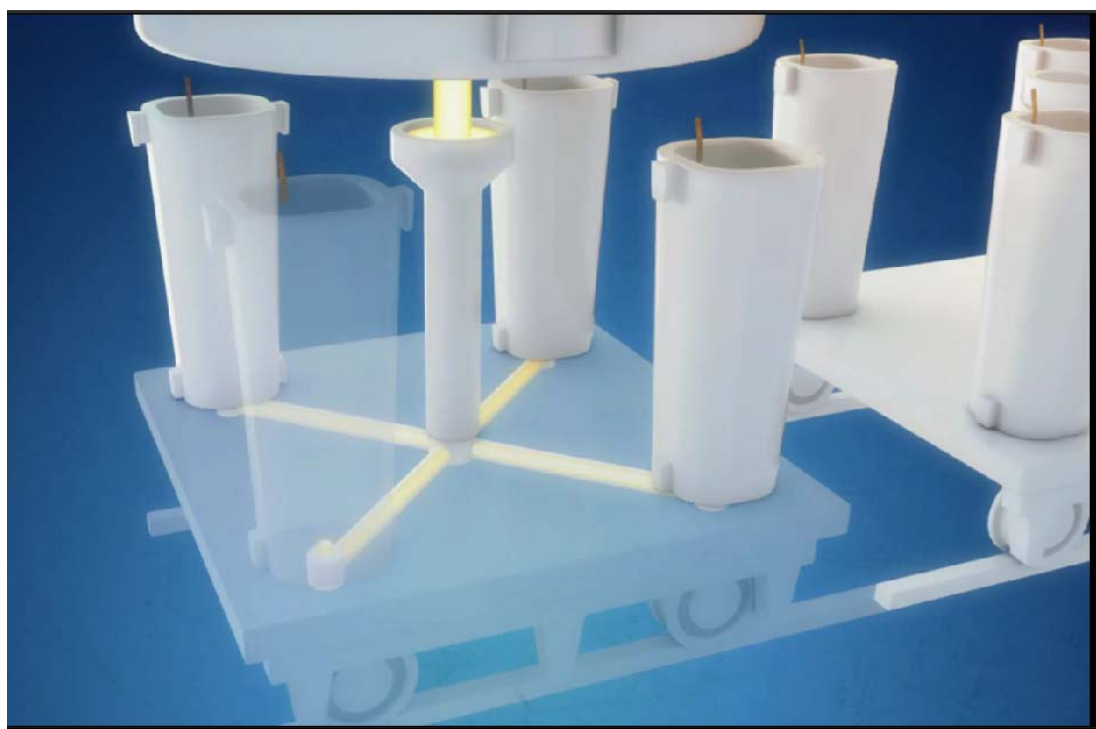
Ushbu jarayonlarda metall tarkibidagi konsentratsiyalarni hisoblab chiqing



Ushbu rasmdagi metallga qanday ishlov berish jarayonlari borishini davom ettiring



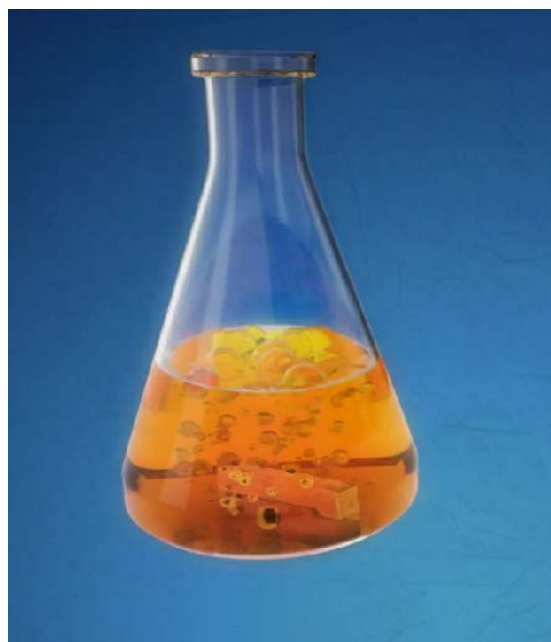
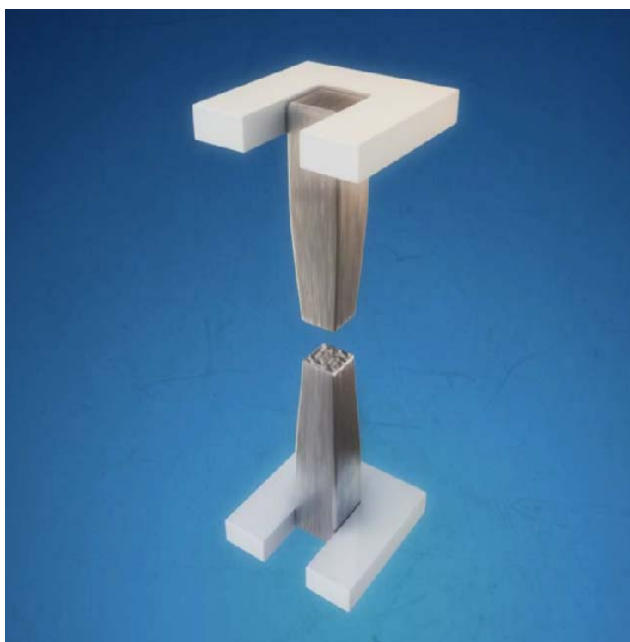
Metallga ishlov berish jarayonlaridan sung nazorat ishlarini davom ettiring



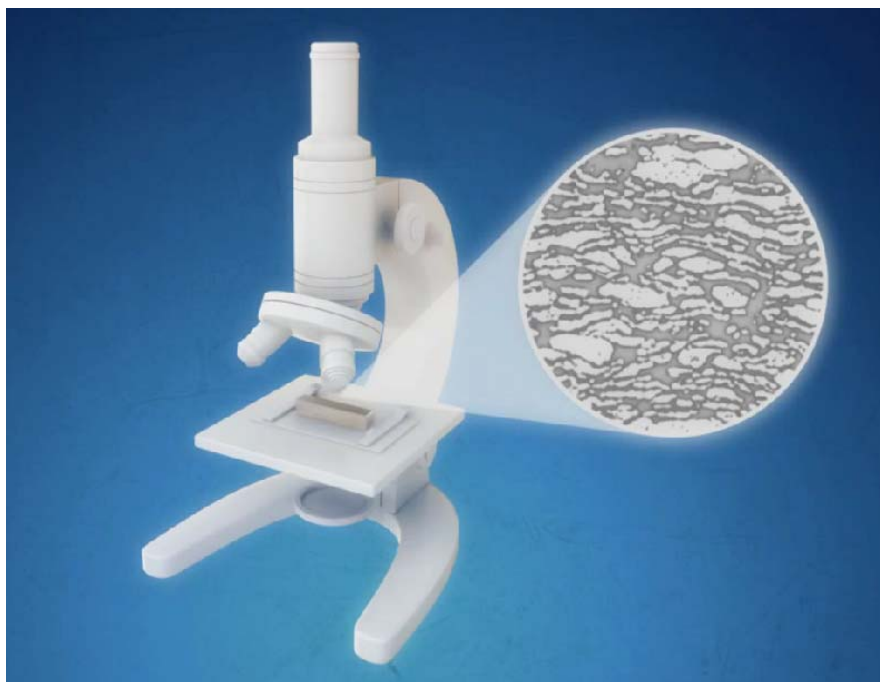
Bu usulda quyish qanday nomladi va qaysi tartibda borishini yozib chiqing



Tayyor quymalarda qanday nazorat ishlarini olib borilishini davom ettiring



Metallarga ishlov berishda ushbu rasmlarda ko'rsatilgan jarayonlarga ta'rif bering.



Ushbu rasmlarda ko'rsatilgan jarayonlarga ta'rif bering va mikrostrukturalarini yozib bering.

Ushbu rasmdagi INDUKSION pechida qanday jarayonlarni olib borilishini davom ettirib yozib bering



Ushbu rasmdagi INDUKSION pechida qanday jarayonlarni olib borilishini davom ettirib yozib bering



TESTLAR

1.	Mashina detallarining massasi bo'yicha necha foizi quyma usulida tayyorlanadi?	*50 foizidan ortig'i	60 foizidan ortig'i	30 foizidan ortig'i	40 foizidan ortig'i
2.	Hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan quymalarning massasi bo'yicha necha foizi kulrang cho'yandan tayyorlanadi?	*70 foizi	40 foizi	30 foizi	50 foizi
3.	Quymalar olishda ishlatiladigan asosiy materiallarga nimalar kiradi?	*cho'yanlar, po'latlar va rangli metallar	temir rudalari	fakat rangli metallar	qum, giltuproq va silikatlar
4.	Domna pechlarida chuyan ishlab chiqarishda foydalaniladigan asosiy materiallarga nimalar kiradi?	*temir rudalari	uglerodli po'latalar	quymalar va prokat maxsulotlari	metallar va ularning qotishmalari
5.	Rudalarni boyitish deganda nimani tushunasiz?	*rudalarni begona jinslardan tozalash va	rudalarni yiriklashtirish	ruda tarkibiga boshka materiallarn	rudalarni yuqori temperatura da qizdirish

		saralash		i kushish	
6.	Qalinligi 0,2 mm va undan kam bulgan list maxsulotlari qanday ataladi?	*folgalar	prokatlar	sortamentlar	blyumlar
7.	Pulat va cho‘yanni bir biridan qanday farqlanadi?	*tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab	egiluvchanligiga qarab	suyuqlanish temperatura sig a qarab	qattiqligiga qarab
8.	Quymalar konstruksiyasini loyixalashda asosiy e’tibor nimaga qaratiladi?	*quyma materiali, shakli, geometrik aniqligi va o’lchamlariga	quymaning materialiga	quymaning shakliga	quymaning geometrik aniqligi va o’lchamlariga
9.	Olinayotgan quymalarning tannarxi qaysi ishlab chiqarish korxonalarida arzon bo’ladi?	*yirik korxonalarda	o’rta korxonalarda	kichik va o’rta korxonalarda	kichik korxonalarda
10.	Domna pechlarida qanday yoqilg’ilar ishlatiladi?	*o’tin, torf, yonuvchi slaneslar, ko’mir, gaz	benzin, kerosin, solyarka	oltingugurt	maxsus yoqilg’ilar
11.	Sifatli detallarni tayyorlashda quymalarning mexanik ishlov uchun stanok moslamalariga o’rnatiladigan tayanch (baza) yuzasi, qolipning qaysi qismida bo’lgani ma’qul?	*pastki qismida	ustki qismida	yon qismida	burchagida
12.	Diametri 5 mm dan kichik bo’lgan simlar qaysi usulda tayyorlanadi?	*cho‘zish	presslash	bolalash	shtamplash
13.	Bir marta quyma olishga yaroqli qoliplar qanday turlarga ajratiladi?	*nam va quruq qoliplar	qattiq va yumshoq qoliplar	texnologik va konstruktiv qoliplar	katta va kichik qoliplar
14.	Bir martalik qolip materiallari tarkibiga nimalar kiradi?	*qum va gil	o’ta qattiq metallar	rangli metallar	faqat alyuminiylardan
15.	Doimiy qoliplar qaysi materialdan tayyorlanadi?	*cho‘yan, po‘lat va alyuminiy	qum va gillardan	kvars qumi, grafit, mazut	shamot, magnezit, qum
16.	Cho‘yanlar qanday	*domna pechlarida	marten	elektr yoy	kislotali

	pechlarda ishlab chiqariladi?		pechlarida	pechlarida	marten pechlarida
17.	Metallarni xajmiy shtamplangandan so'ng uning xajmi qanday o'zgaradi?	*xajmi o'zgarmaydi	shtampning musta'kamligi ga ko'ra uzgarishi mumkin	material turiga qarab uzgaradi	xajmi ortadi
18.	Quymalar ishlab chiqarishda qoliplar ish muddatlariga ko'ra qaysi turlarga ajratiladi?	*bir martalik, muvaqqat va ko'plab quymalar olishga yaroqli	bir martalik	bir necha martalik	ko'plab quymalar olishga yaroqli
19.	Rudalarni boyitishning asosiy usullariga nimalar kiradi?	*maydalash va saralash, yuvish, yiriklashtirish	qizdirish, parchalash	oksidlash, kristallash	bo'laklarga ajratish
20.	Oddiy shaklli, kichik va o'rtacha o'lchamli quymalar modellari qanday ko'rinishda bo'ladi?	*yaxlit	ikki yarusli	ajraluvchan	ayrim-ayrim bo'lakli
21.	Murakkab shaklli quymalar modellari qanday ko'rinishda bo'ladi?	*ajraluvchan	yaxlit	ikki yarusli	ayrim-ayrim bo'lakli
22.	Modellarni olinuvchi quyma materialiga ko'ra ajratish maqsadida cho'yan quyma modellarini qanday rangga bo'yaladi?	*qizil	sariq	ko'k	yashil
23.	Modellarni olinuvchi quyma materialiga ko'ra ajratish maqsadida po'lat quyma modellarini qanday rangga bo'yaladi?	*yashil	sariq	qizil	ko'k
24.	Modellarni olinuvchi quyma materialiga ko'ra ajratish maqsadida rangli metall quyma modellarini qanday rangga bo'yaladi?	*sariq	sariq	yashil	qizil
25.	Quymakorlik sexlarida qolip materiallaridan qolip va sterjenlar tayyorlashda foydalaniladigan asboblari	*qoliplash asboblari	yig'uv asboblari	kesuvchi asboblari	ta'mirlash asboblari

	nima deb yuritiladi?				
26.	Yirik bo‘lmagan quymalar olishda qanday konstruksiyali opokalar ishlatiladi?	*ajratilmaydigan qovurg‘asiz	qovurg‘ali	qovurg‘asiz	ajratiluvchi
27.	Yirik quymalar olishda qanday konstruksiyali opokalar qo‘llaniladi?	*ajraluvchi qovurg‘ali qoliplar	ajratiluvchi opokalar	qovurg‘asiz opokalar	qovurg‘ali opokalar
28.	Rudalarni boyitish deganda nimani tushunasiz?	*rudalarni begona jinslardan tozalash va saralash	rudalarni yuqori temperaturada qizdirish	rudalarni yiriklashtirish	ruda tarkibiga boshqa materiallarni ko‘shish
29.	Quymalar qoliplarini tayyorlashda foydalaniladigan texnologik moslamalarga nimalar kiradi?	*model, model tagligi, sterjen yashigi, quyish tizimi elementlari	payvandlash moslamalari	kesuvchi asboblari	presslovchi qurilma
30.	Model nima?	*qolip materialida olinuvchi quymaning tashqi konturini xosil qiluvchi moslama	model tashqi konturining olinishi bilan quyma qolipni tayyorlashga xizmat qiluvchi ochiq rama	qoliplarni gilli qum materiallari dan tayyorlashda foydalaniladigan qurilma	quymalarda turli shaklli teshiklar va o‘yiqalar olishda ishlatiladigan moslama
31.	Kichik quyuv sexlarida modellarni tayyorlashda qanday materiallardan foydalaniladi?	*engil, oson kesib ishlanadigan, chidamli, arzon materiallardan	cho‘yanlardan	po‘latlardan	bronzadan
32.	Opoka deganda nimani tushunasiz?	*qolip materiallarida model tashqi ko‘rinishining olinishi bilan quyma qolipni tayyorlashga xizmat qiluvchi ochiq rama	tayyor qoliplarni saqlash uchun mo‘ljallangan moslama	sterjenlarni tashish uchun mo‘ljallangan moslama	quymalarda turli shaklli teshiklar va o‘yiqalar olishda ishlatiladigan moslama
33.	Opokalar qanday materiallardan tayyorlanadi?	*cho‘yan, po‘lat va alyuminiy qotishmalaridan	engil, oson kesib ishlanadigan, chidamli,	bronza materialidan	yog‘och qipig‘idan

			arzon materiallardan		
34.	Domna pechida qanday materiallar ishlab chiqariladi?	*cho‘yan	po‘lat	temir	alyuminiy
35.	Domna pechining yuqori qismi nima deb atiladi?	*koloshnik	vipor	pribil	soshnik
36.	Domna pechining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichiga ta‘sir etuvchi faktorlarga nimalar kiradi?	*rudaning kimyoviy tarkibi, fizikaviy xolati va o‘lchamlari	domna pechining gabarit ulchamlari	domna pechi yuklash qurilmasining boshqarish tizimi	domna pechini qizdirishda ishlatiladigan yoqilg‘i turi
37.	Olinuvchi quymalarning massasi bo‘yicha necha foizi bir martalik qoliplarda tayyorlanadi?	*70-80 foizi	40-50 foizi	20-30 foizi	100 foizi
38.	Bir marta quymalar olishga yaroqli qoliplarning asosi nimadan iborat bo‘ladi?	*kvars qumi	yog‘och qipig‘i	gil	metall
39.	Qolip materiallarida qanday xossalr bo‘lishi kerak?	*gaz o‘tkazuvchanlik	zarbga chidamlilik	korroziya-bardoshlik	eyilishga chidamlilik
40.	Qoliplar asosiga qo‘shiladigan grafit, ko‘mir kukuni, yog‘och qipig‘i va mazutlar nima maqsadda qo‘shiladi?	*quymaning tegishli xossalriga erishish uchun	qolipning qattiqligini oshirish uchun	qolipning uzoq muddat ishlashini ta‘minlash uchun	qolipning gaz o‘tkazuvchanligini oshirish uchun
41.	Qolipalar sirtiga sepiluvchi kukunlar qanday maksadlarda foydalaniladi?	*qolip va sterjenlarning kuyib quymaga yopishmasligini taaminlash uchun	qolipning gaz utkazuvchanligini oshirish uchun	olinadigan quymaning mustaxkamligini oshirish uchun	olinadigan quymaning uzoq mudat ishlashini ta‘minlash uchun
42.	Bir necha marta quymalar olishga yaroqli qoliplarning asosi nimadan iborat bo‘ladi?	*yuqori temperaturaga chidamli shamot, magnezit va qum	yog‘och qipig‘i	metall	gil
43.	Ko‘p marta quymalar olishga yaroqli qoliplar qanday materiallardan	*cho‘yan, po‘lat, mis va alyuminiy	yuqori temperaturaga chidamli	faqat alyuminiyda	xrom materialidan

	tayyorlanadi?		shamot, magnezit va qum		
44.	Qoliplarning puxtaligi deganda nimani tushunasiz?	*materialni qolip tayyorlashda, tashishda unga metall quyishda dinamik va statik kuchlar taosirida buzilmay, uz shaklini saqlab kolish xususiyati	materialning tashqi kuch ta'sirida model va sterjen qutisi shakliga osongina kirib, undan model yoki sterjen qutisi ajratilgandan keyin ham olgan shaklini maklab qolish xususiyati	qolipga yuqori temperatura li metall quyilganda materialning uning taosirida suyuqlanmay, ximiyaviy jihatdan barkaror bo'lish xususiyati	qolip materialining qolipga quyilayotgan metall taosirida siqilib metalning sovib Kirishi okibatida metall tomon berilishi xususiyati
45.	Qoliplar sirtiga sepiluvchi kukunlar qanday maqsadlarda foydalaniladi?	*qolip va sterjenlarning kuyib quymaga yopishmasligini oldini olish	olinadigan quymaning mustaxkamligini oshirish	olinadigan quymaning uzoq mudat ishlashini ta'minlash	qolipning gaz o'tkazuvchanligini oshirish
46.	Materiallarni kiryalash (cho'zish) orqali qanday maxsulotlar tayyorlanadi?	*chiviqlar, simlar, trubalar	vallar, vtulkalar, diskalar	richag va oporalar	shatunlar va tishli g'ildiraklar
47.	Po'latlar qanday pechlarda olinadi?	*marten pechlarida	oddiy mufel pechlarida	domna pechlarida	mufel pechlarida
48.	Qoliplarning termomexanik chidamliligi deganda nimani tushunasiz?	*qolipga yuqori temperaturali metall quyilganda materialning uning ta'sirida suyuqlanmay, ximiyaviy jihatdan barqaror bo'lish xususiyati	materialni qolip tayyorlashda, tashishda unga metall quyishda dinamik va statik kuchlar ta'sirida buzilmay, uz shaklini saqlab qolish xususiyati	materialning tashqi kuch ta'sirida model va sterjen qutisi shakliga osongina kirib, undan mode lyoki sterjen qutisi ajratilgandan keyin ham oligan	qolip materialining qolipga kuyilayotgan metall ta'sirida siqilib metallning sovib kirishishi okibatida metall tomon berilish xususiyati

				shaklini saqlab qolish xususiyati	
49.	Yirik quymalar olishda qaysi konstruksiyali opokadan foydalaniladi?	*ajratiluvchi qovurg'ali	oddiy qovurg'ali	qovurg'asiz	ajratilmaydigan
50.	Qoliplarning gaz o'tkazuvchanligini oshirish maqsadida ularning tarkibiga qanday materiallar qo'shiladi?	*yog'och qipiqi	suyuq shisha material	mazut material	sintetik smola
51.	Quymalar olishda, quymaga kuyib yopishmasligini oldini olish uchun uchun qolip materialiga nimalar qo'shiladi?	*toshko'mir kukuni	yog'och qipiqi	transmissiya moyi	mazut
52.	Qoliplarni tayyorlash jarayonini ishlab chiqish nimalarga bog'liq?	*olinuvchi quymaning material, shakli, o'lchamlari va xajmiga	pech tuzilishiga	pechda kechayotgan jarayonga	olinuvchi quymaning shakliga
53.	Mashinasozlikda, qurilishda va boshqa sohalarda ishlatiladigan prokat maxsulotlari umumiy xolda qanday ataladi?	*sortamentlar	prutoklar	portotenlar	quymalar
54.	Qoliplarni tayyorlash jarayoni qaysi ko'rsatkichlarga bog'liq?	*olinuvchi quymaning material, shakli, o'lchamlari va seriasiga	pech tuzilishiga	pechlarni kechayotgan jarayonga	olinuvchi quymaning shakliga
55.	Quymalardagi turli o'lchamli ochiq yoki berk teshiklar va turli shaklli chuqurchalarni olishda qanday moslamalardan foydalaniladi?	*sterjenlardan	opokalardan	modellardan	model tagligidan
56.	Trubalar qanday turlarga bo'linadi?	*chokli va choksiz	katta va kichik diametrli	silindrsimon va konussimon	doimiy va vaqtinchalik

57.	Sterjenlarning gaz o'tkazuvchanligini oshirish maqsadida ularning tarkibiga nimalar qo'shiladi?	*poxol, kanop piliklari	sim va armatura	turli o'lchamdagi vallar	ko'mir kukuni
58.	Murakkab shaklli va yirik sterjenlarni tayyorlashda ularning puxtaligini oshirish uchun qanday ishlar qilinadi?	*ularning orasiga metall rama va karkaslar qo'yiladi	poxol, kanop piliklari qo'shiladi	turli o'lchamdagi vallar va o'qlar qo'yiladi	ko'mir va grafit kukuni qo'yiladi
59.	Sterjen yashigi deganda nimani tushunasiz?	*sterjenlar tayyorlashda foydalaniladigan texnologik moslama	tayyor sterjenlarni saqlash uchun mo'ljallangan moslama	qolip tayyorlashda ishlatiladigan texnologik moslama	sterjenlarni tashish uchun mo'ljallangan moslama
60.	Sterjen yashigi qanday materialdan tayyorlanadi?	*engil, oson kesib ishlanadigan, chidamli, arzon materiallardan	metall qotishmalarida	alyuminiyda	yog'och qipig'idan
61.	Qumli qoliplarda quymalar olishda sterjen qanday materialdan tayyorlanadi?	*qolip materiallaridan	cho'yan, po'lat va alyuminiy qotishmalarida	plastmassalardan	bronza materialidan
62.	Metallarni tashqi kuch ta'sirida plastik deformatsiyalash natijasida ma'sulotlar olish texnologik jarayoni qanday ataladi?	*metallarga bosim bilan ishlov berish	metallarga mexanik ishlov berish	metallarni payvandlash	metallarlga termomexanik ishlov berish
63.	Sterjenlar qanday vazifani bajaradi?	*quymalarda turli o'lchamdagi teshiklar va bo'shliklar xosil qilish	qolipning uzoq muddat ishlashini ta'minlash	quymani qolipdan oson ko'chishini ta'minlash	qolipning mustaxkamligini oshirish
64.	Sterjenlar shakli va ishlash sharoitiga ko'ra necha sinfga bo'linadi?	*besh sinfga	uch sinfga	turt sinfga	ikki sinfga
65.	50 dm ³ dan ortiq xajmli sterjen-sterjenlarning qaysi turiga kiradi?	*yirik	o'rtacha	mayda	o'rtacha va yirik
66.	50 dm ³ xajmli sterjen-	*o'rtacha	mayda	yirik	o'rtacha va

	sterjenlarning qaysi turiga kiradi?				yirik
67.	Diametri 5 mm dan kichik bo'lgan simlar qaysi usulda tayyorlanadi?	*kiryalash (cho'zish)	presslash	bolalash	shtamplash
68.	Qolip bo'shlig'ining metall bilan to'la to'lganligini kuzatishga xizmat qiluvchi kanal nima deb ataladi?	*vipor	darcha	shlak tutkich	model
69.	Quyish sistemasining turi va o'lchamlari kanday tanlanadi?	*olinuvchi quymaning shakli, o'lchamlari va olish usuliga ko'ra	olinuvchi quymaning materialiga qarab	olinuvchi quymaning suyuqlanish temperatura sig'a ko'ra	olinuvchi quymaning murakkabligi guruxiga qarab
70.	Olinuvchi quymaning sifati nimalarga bog'liq bo'ladi?	*quyish tizimi, quyish tizimi kanallarining shakli va ko'ndalang kesimi yuzi	quymaning materialiga	bevosita ishchining malakasiga	olinuvchi quyma materialining oquvchanligiga
71.	Quyish sistemasi deganda nimani tushunasiz?	*suyuq metalni shlak va gazlardan tozalab, qolip bo'shlig'iga ravon uzatuvchi kanallar majmuasi	rudani domna pechiga uzatuvchi kanallar majmuasi	suyuq metalni kovshga uzatuvchi kanallar majmuasi	domna pechining chikish kanallar majmuasi
72.	Vipor kanali diametri o'rnatilish joyi devori kalinligi qiymatining necha qismiga teng?	*0,5-0,7 qismiga	0,2-0,4 qismiga	0,3-0,6 qismiga	0,4-0,8 qismiga
73.	Quyish sistemasi elementlaridan bo'lgan stoyak kanali qanday ko'rinishda buladi?	*konussimon	vinsimon	trapetsiyasimon	shakldor
74.	Quyish sistemasi elementlaridan bo'lgan shlak tutqich kanali qanday ko'rinishda buladi?	* trapetsiyasimon	vintsimon	konussimon	shakldor
75.	Qoliplarning gaz o'tkazuvchanligini oshirish maqsadida ularning tarkibiga qanday materiallar qo'shiladi?	*yog'och qipig'i	mazut	sintetik smola	toshko'mir kukuni

76.	Kuyish sistemasining turi va ulchamlari kanday tanlanadi?	* olinuvchi kuymaning shakli, ulchamlari va olish usuliga kura	olinuvchi kuymani suyuklanish temperaturasi ga kura	olinuvchi kuymani materialiga karab	olinuvchi kuymaning murakkabligi guruxiga karab
77.	Simlarni tayyorlash usuli qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?	*zagatovka kirya-asbob ko'zidan tortib o'tkaziladi	kichik qoliplarga quyib tayyorlash	zagotovka sim xolatigacha bolg'alanib tayyorlanadi	mexanik ishlov berish yo'li bilan tayyorlanadi
78.	Maxsulotlarni kiryalab va presslab tayyorlash metallarga ishlov berishning qaysi usuliga kiradi?	*metallarga bosim bilan ishlov berish	metallarga mexanik ishlov berish	metallarga payvandlab ishlov berish	metallarni shtamplash
79.	Qolip ustiga o'rnatiladigan qo'shimcha qolip nima deb ataladi?	*pribil	stoyak	model	vipor
80.	Doimiy ishlatiladigan qoliplar qanday materiallardan tayyorlanadi?	*cho'yan, po'lat va alyuminiy	yooch qipiidan	engil, oson kesib ishlanadigan, chidamli, arzon materiallardan	sintetik materiallardan
81.	Qoliplarning chidamliligi deganda nimani tushunasiz?	*qayta-qayta quyma olishda materialning fizik va mexanik xossalarini saqlab kolish xususiyati	materialni qolip tayyorlashda, tashishda unga metall quyishda dinamik va statik kuchlar taosirida buzilmay, o'z shaklini saqlab kolish xususiyati	qolipga yuqori temperaturali metall quyilganda materialning uning taosirida suyuqlanmay, ximiyaviy jihatdan barkaror bo'lish xususiyati	materialning tashqi kuch taosirida model va sterjen qutisi shakligi osongina kirib, undan model yoki sterjen qutisi ajratilgandan keyin 'am shaklini saqlab kolish xususiyati

82.	Qoliplarning plastikligi deganda nimani tushunasiz?	*materialning tashqi kuch taosirida model va sterjen qutisi shakliga osongina kirib, undan model yoki sterjen qutisi ajratilgandan keyin ham olgan shaklini saqlab kolish xususiyati	materialni qolip tayyorlashda, tashishda unga metall quyishda dinamik va statik kuchlar taosirida buzilmay, o'z shaklini saqlab kolish xususiyati	qolipga yuqori temperatura li metall quyilganda materialning uning taosirida suyuqlanmay, ximiyaviy jihatdan barkaror bo'lish xususiyati	qolip materialining qolipga kuyilayotgan metall taosirida siqilib metalning sovib kirishishi okibatida metall tomon berilish xususiyat
83.	Qanday buyumlar folgalar deb yuritiladi?	*qalinligi 0,2 mm va undan kichik bo'lgan list maxsulotlar	yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan vallar	eyilishga chidamli bo'lgan detallar	mexanik ishlov berishga bo'ysunmaydigan detallar
84.	Qolip aralashmasida qanday xossalar bo'lishi kerak?	*gaz o'tkazuvchanlik	qattqlik	elastiklik	korroziyabardoshlik
85.	Katta diametrli cho'yan trubalar qanday qoliplarda tayyorlanadi?	*ikki opokali qoliplarda	qobiqli qoliplarda	aylanuvchi metall qoliplarda	oddiy qoliplarda
86.	Qolip materialining quymaga yopishishini kamaytirish uchun qanday koplama materialidan foydalaniladi?	*toshko'mir kukuni	yog'och qipigi	sintetik smola	suyuq shisha
87.	Pulatlarni termik ishlash operatsiyalari qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?	*yumshatish, normallashtirish, toblash va bo'shatish	bosim ostida ishlash	yunish, jilvirlash	oksidlash, kristallashtirish
88.	Qoliplar ish muddatiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?	*bir martalik, muvakkat va doimiy	konstruktiv va texnologik	ajraladigan va ajralmaydigan	vaqtinchalik va doimiy
89.	Quyma olishning maxsus usulini ifodalovchi javobni toping?	*quymani aylanuvchi metall qoliplarda olish	quymalarni ajraluvchan qoliplarda	quymalarni sementli qoliplarda	quymalarni qumli qoliplarda

			olish	olish	olish
90.	Qoliplarning qayishqoqligi deganda nimani tushunasiz?	*qolip materialining qolipga kuyilayotgan metall taosirida siqilib metallning sovib kirishishi okibatida metall tomon berilish xususiyati	materialni qolip tayyorlashda, tashishda unga metall quyishda dinamik va statik kuchlar taosirida buzilmay, uz shaklini saqlab qolish xususiyati	qolipga yuqori temperatura li metall quyilganda materialning uning taosirida suyuqlanmay, ximiyaviy jihatdan barqaror bo'lish xususiyati	materialning tashqi kuch taosirida model va sterjen qutisi shakligi osongina kirib, undan model yoki sterjen qutisi ajratilgandan keyin ham oligan shaklini saqlab kolish xususiyati
91.	Quymalarni metall qoliplarda bosim ostida quyib olishdan maqsad nima?	*murakkab shaklli, yupqa devorli va o'lchamlari aniq bo'lgan quymalar olish	sifatli quymalar olish	dumaloq shaklli quymalar olish	quymalarning chidamliligini oshirish
92.	Quymalarni aylanuvchi metall qoliplarda olishning asosiy afzalliklarini toping.	*quyish tizimining talab etilmasligi	quymalarning chidamliligini oshirish	sifatli quymalar olish	me'nat unumdorligining yuqoriligi
93.	Quymalarni aylanuvchi metall qoliplarda olishning kamchiliklarini toping.	*faqat doiraviy quymalarning olinishi	quymalar sifatining pastligi	me'nat unumdorligining pastligi	elektr energiyasi sarfining yuqoriligi
94.	Quymalarda uchraydigan nuqsonlar turlari qaysi javobda tug'ri ko'rsatilgan?	* tuzatish mumkin bo'lgan va tazatish mumkin bo'lmagan nuksonlar	sistematik va tasodifiy nuqsonlar	doimiy va vaqtinchalik nuqsonlar	o'zgaruvchan va o'zgarmas nuqsonlar
95.	Materiallarni payvandlash usullari qanday klasslarga ajratiladi?	*termik, termomexanik, mexanik	plastik, elastik	texnologik, konstruktiv	elektr yoy, kontaktli
96.	Metallarni payvandlash usullari qanday klasslarga	*termik, termomexanik,	plastik, elastik	texnologik, konstruktiv	elektr yoy, kontaktli

	ajratiladi?	mexanik			
97.	Qaysi javobda kulrang cho‘yanning markasi keltirilgan?	*SCh 20	VCh 20	Ch-32-5	OCh 18-36
98.	Quyma deganda nimani tushunasiz?	*suyuq metallni qolipga quyish natijasida olingan mahsulot	suyuq metallni sterjen qutisiga quyish natijasida olingan mahsulot	suyuq metallni opokaga quyish natijasida olingan mahsulot	suyuq metallni viporga quyish natijasida olingan mahsulot
99.	Qolip materiallari qanday xossalarga ega bo‘lmog‘i kerak?	*puxtalik, olovbardoshlik, plastiklik	eyilish va zanglashga chidamlilik	fizik va kimyoviy xossalarga	o‘zidan xavo va gazlarni o‘tkazmaslik
100.	Quyma chizmasini loyixalash uchun dastlabki ma’lumotlar - bu?	*detalning chizmasi va ishlab chiqarish xajmi	detalning materiali va qattiqligi	detalning ishlash muhiti	detal materialining suyuqlanish temperaturasi
101.	Materialdan foydalanish koeffitsienti qanday aniqlanadi?	*detal massasining zagotovka massasiga nisbati orqali	*detal massasining qolip massasiga nisbati orqali	*detal massasining sterjen massasiga nisbati orqali	*detal massasining opoka massasiga nisbati orqali
102.	Mashinasozlikda ishlab chiqarish qaysi turlarga bo‘linadi?	*ommaviy, seriyali va yakka tartibli	yirik, o‘rta va mayda seriyali	aksiyadorlik va xolding korxonalari	qo‘shma korxonalar va ko‘makchi korxonalar
103.	Ko‘plab quymalar tayyorlash korxonalarida qoliplar qanday materiallardan tayyorlanadi?	*cho‘yan va po‘latlardan	qum va gillardan	mis va plastmassalardan	archa, qarag‘ay va zang yog‘ochlaridan
104.	Quyish tizimi qolipning qaysi joyiga joylashtiriladi?	*qolipning ichiga	qolipning ustiga	qolipning ostiga	qolipning yoniga
105.	Qizil rangga bo‘yalgan model qaysi materialdan	*cho‘yanlardan	po‘latlardan	alyuminiyda	misdan

	quyma olishda ishlatiladi?				
106.	Quymaning qolipdan oson ajralishini ta'minlash uchun qanday ishlar bajariladi?	*qolip sirtlariga ko'mir kukuni yoki grafit sepiladi	qolip sirtlariga moy surtiladi	qolip sirtlariga bitum surtiladi	qolip sirtlariga yog'och qipig'i sepiladi
107.	Qolip aralashmasi tarkibiga qo'shilgan yog'och qipig'i nima maqsadda qo'shiladi?	*qolip bo'shlig'idan xavo va gazlarni chiqib ketishini ta'minlash uchun	qolipni puxtaligini oshirish uchun	qolipni engillashtirish uchun	qolip bo'shlig'ida n ortiqcha metall qotishmasini chiqib ketishi uchun
108.	Yakka tartibli ishlab chiqarish turlarida quymalar qaysi usullarda olinadi?	*qumli qoliplarga quyib olish usuli	metall qoliplarga quyib olish usuli	plastmassa qoliplarga quyib olish usuli	aylanuvchi qoliplarga quyib olish usuli
109.	Quyish tizimi elementlari qanday tanlanadi?	*quymaning shakli va o'lchamlariga qarab	quymaning ishlab chiqarish xajmiga ko'ra	quymaning materialiga qarab	quymaning og'irligiga qarab
110.	Quymaning puxtaligi uning qanday xossasiga to'g'ri keladi?	*mexanik xossasiga	kimyoviy xossasiga	fizik xossasiga	termomexanik xossasiga
111.	Quymaning chizmasi kim tomonidan tayyorlanadi?	*texnolog tomonidan	konstruktor tomonidan	mexanik tomonidan	quyuv sexi ishchisi tomonidan
112.	Quyuv sexlarida cho'yanlar qanday pechlarda eritiladi?	*induksion va tigel pechlarida	texnologik va konstruktiv pechlarda	mufel pechlarida	doimiy va o'zgaruvchan modelli pechlarda
113.	Ko'plab quymalar ishlab chiqaruvchi korxonalarda modellar qanday materiallardan tayyorlanadi?	*po'latlar va cho'yanlardan	mis va bronzalardan	qum va gillardan	qattiq qotishmalardan
114.	Qolip materiali tarkibiga nimalar kiradi?	*kvars qumi, giltuproq va bog'lovchilar	kvars qumi	shisha tolasi	qum va bitum
115.	Opokalar qanday materiallardan tayyorlanadi?	*cho'yan va rangli metallardan	alyuminiy va bronzadan	yog'och va plastmassalardan	qattiq qotishmalardan

116.	Quymalarda qanday nuqsonlar bo'lishi mumkin?	*darzlar, tashqi va ichki gazli rakovinalar	g'adir-budirliklar, qiyshiliklar	o'lchamlarni ng chizma talablariga mos kelmasligi	ichki g'ovakliklar
117.	Qolip bo'shlig'idan xavo va gazlarni chiqarish uchun xizmat qiladigan kanal - bu?	*vipor kanali	stoyak kanali	ta'minlash kanali	shlak tutqich kanali
118.	Mexanik ishlov berish yo'li bilan zagotovka yuzasidan olib tashlanadigan metall qatlami - bu?	*qo'yim	chiqindi	blyum	sortament
119.	Murakkab shaklli quymalar qaysi usullar yordamida olinadi?	*bosim ostida quyib olish usuli	aylanuvchi qoliplarda quyib olish usuli	texnologik va konstruktiv usul	bir martalik va ko'p martalik usullari
120.	Modelning tashqi shakli o'lchamlari quymaning tashqi shakli o'lchamlariga nisbatan qanday tayyorlanadi?	*quymaning tashqi shakli o'lchamlaridan kattaroq tayyorlanadi	quymaning tashqi shakli o'lchamlaridan kichikroq tayyorlanadi	quymaning tashqi shakli o'lchamlari bilan bir xil qilib tayyorlanadi	qanday o'lchamda tayyorlanish ining ahamiyati yo'q

BAHOLASH MEZONLARI

Guruhlar	Baho	Baholash ko'rsatkichlari va mezonlari				Izoh
		o'tgan materi-allarni bilimi	faolligi (ko'shimchachalar, savollar, javoblar	Muammo yechimiga takliflar	Jami Ballar	
	ballar	0-1,0	0-0,5	0-1,5	0-3,0	
Labora-toriya mashg'u-lotlar bo'yicha	JN	0,5	0,5	1,0	2,0	

“Quymakorlik qotishmalarini suyuqlantirish va pechdan tashqari ishlov berish” fanidan

YaN uchun BAHOLASH MEZONLARI

Ball	Baholash mezonlari
21-30	- savollar mazmunini to'liq va batafsil bayon etib qaror qabul qila oladi;

	- savollarga javoblar to'liq asoslangan, ijodiy fikrlay oladi; - misollar etarli darajada keltirilgan; - ta'lim olayotgan yo'nalishi haqida to'liq va aniq tasavvurga ega; - xulosalar to'liq asoslangan; - intellektual bilimlarining saviyasi yuqori darajada; - himoya qilayotgan talaba o'zini yaxshi tuta biladi; - mustaqil fikrlay oladi
11-20	-savollarga javoblar mazmuni qoniqarli bayon qilindi; - javoblar savollarga deyarli mos, savollar mohiyatini tushunadi; - ta'lim olayotgan yo'nalishi haqida tasavvurga ega; -- xulosalar qoniqarli darajada asoslangan; - intellektual bilimlarining saviyasi qoniqarli darajada; - himoya qilayotgan talaba o'zini qoniqarli tuta biladi; - mustaqil asoslashga xarakat qiladi.
0 -10	-javoblar savollarga mos emas; - javoblar etarli darajada asoslanmagan; - ta'lim olayotgan yo'nalishi haqida tasavvurga ega emas; -- xulosalar etarli darajada asoslanmagan; - talabaning tayyorgarlik darajasi qoniqarsiz; - mustaqil fikrlay olmaydi.

Baholash mezonlari TDTUni "Quymakorlik texnologiyalari" kafedrası yig'ilishida muhokamadan o'tgan va ma'qullangan.

Bayonnoma № 1 "30" iyun _____ 2021 y