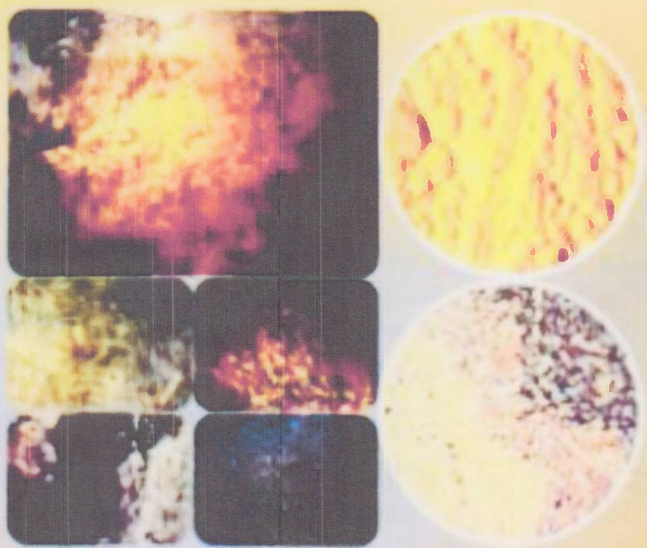


F. R. NORXUDJAYEV

# MATERIALSHUNOSLIK



TOSHKENT

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY  
VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI**

**Norxodjeyev F.R.**

## **MATERIALSHUNOSLIK**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rtta maxsus ta'lim vazirligi  
O'rtta maxsus kasb-hunar ta'limi markazi ilmiy-uslubiy kengashi  
tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

*(Qayta nashr)*

**“Fan va taraqqiyot”**

**Toshkent-2014**

## KIRISH

Ma'lumki, keyingi yillarda mashinasozlikda texnika va texnologik jarayonlar ildam qadamlar bilan takomillashib rivojlanishi bilan yangi-yangi yuqori puxtalikka, korroziyaga bardosh konstruksion materiallardan keng foydalanilmoqda. Shu bilan ularni ishlab chiqarish va ishlatish sohalari, texnologik jarayonlar mexanizatsiyalashib va avtomatlash-tirilishi natijasida ish sharoiti yaxshilanib, sifatli, raqobat bardosh, ko'plab xilma-xil mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Kuzatishlar ko'rsatadiki, mashina va mexanizm detallarining ko'pchiligi qora metall qotishma (cho'yan va po'lat)lardan tayyorlanmoqda. Buning boisi shundaki, ularning (zichligi, kattaligi, korroziyaga berilishiga qaramay) puxtaligi, termik va termo-kimyoviy ishlovlarga berilishi sababli xossalari yaxshilanib, oson kesib ishlanishi boshqa xususiyatlari qo'l keladi.

Ma'lumki, detallarga qo'yiladigan yuqori sifat talablar (geometrik shakl aniqligi, sirt yuza tekisligi)ni ta'minlashda mexanik ishlovlar hozirda keng qo'llanilmoqda.

Bu ishlovlarda zagotovkadan qo'yim stanoklarda kesuvchi keskich bilan qirindi tarzda kesiladi.

Qirindi miqdorini kamaytirish bilan metallni tejash uchun zagotovka shakli va o'lchamlari detal shakli va o'lchamlariga yaqin bo'lmog'i muhim ahamiyatga ega.

Detailarni tayyorlashda oqilona ishlov usullarini va rejimlarini belgilashda fizika-kimyoviy va mexanik jarayonlarni o'rganmoq lozim.

Bu borada talabalarga «Konstruksion materiallar texnologiyasi» kursining ahamiyati g'oyat katta. Chunki bu kursda materiallarni ishlab chiqarishning zamonaviy va kelajakdagi istiqbolli usullari, xossalarning turlicha bo'lish sabablari, ulardan har xil massali zagotovkalar (detailar)ning

turli texnologik usullarda (quyma yo'lda, bosim bilan ishlash, payvandlash, kesish, kavsharlash, kesib ishlash va boshqalar) tayyorlash va bu usullarni mexani-zatsiyalash va avtomatlashtirishni asosiy yo'llari o'rgatiladi.

«Konstruksion materiallar texnologiyasi» fanining yaratilishiga va rivojlanishiga ulkan hissa qo'shgan va qo'shayotgan rus olimlaridan M.V. Lomonosov (1711–1765), V.I. Mendeleyev (1834–1907), P.P. Anosov (1797–1871), D.K. Chernov (1830–1921), N.S. Kurnakov (1860–1911), A.A. Baykov (1870–1946), I.A. Time (1838–1920), E.O. Paton (1870–1953) va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

Masalan, M. V. Lomonosov metallarning o'ziga xos xususiyatlarini, talab etilgan xossalari qotishmalarni hosil qilish yo'lini ko'rsatgan bo'lsa, P.P. Anosov po'lat strukturasini o'rganish uchun dunyoda birinchi bo'lib mikroskopdan foydalandi. U kam uglerodli po'latlarni gaz muhitida uglerodga to'yintirishni, shuningdek, yuqori sifatli po'latlar hosil qilishni, D. K. Chernov po'latlarning xossalari faqat kimyoviy tarkibigagina emas, balki ichki tuzilishiga bog'liqligini, kritik nuqtalar vaziyatining po'lat tarkibidagi uglerod miqdoriga bog'liq ekanligini aniqlab, Fe-C qotishmalari holat diagrammasini tuzish uchun asos yaratdi.

S.I. Gubkin metallarni bosim bilan ishlashning nazariyasini ishlab chiqqan bo'lsa, V.V. Petrov, E.O. Patonlar metallarni payvandlash, I.A. Time, V.D. Kuznesov, N.N. Zorevlar metallarni keskichlar bilan kesib ishlash sohasida yirik ishlari bilan mashhur bo'lsalar, bu fanni yaratilishi va rivojlanishiga xorijiy mamlakat olimlaridan R.Austen, G.Gou, P.Gerens, F.Osmand va boshqalarni ham qo'shgan hissalar katta.

## BIRINCHI BO'LIM

### QORA VA RANGLI METALLAR METALLURGIYASI

Bu bo'limda metallar va ular qotishmalarining tabiiy birikmalardan ajratib olishdagi texnologik jarayonlar o'rganiladi.

#### *1 bob. MATERIALLAR XILI VA ULARNING QO'LLANISH SOHALARI*

##### **1-§. Metallar haqida ma'lumot**

Kimyo fanidan ma'lumki, D.I. Mendeleevni davriy jadvalidagi kimyoviy elementlarning  $3/4$  qismi metallardir.

M.V. Lomonosov ta'rifiga ko'ra, «Metallar bolg'alanishi mumkin bo'lgan yaltiroq jismlardir». Keyingi yillarda metallarni ichki tuzilishini rentgen nuri yordamida o'rganishlar ko'rsatdiki, ularning atomlari fazoda ma'lum tartibda joylangan bo'lib, aniq fazoviy kristallik panjaraga ega. Shu boisdan xossalari ham turlicha bo'ladi. Ko'pchilik metallarning atomlaridagi sirtqi (valent) elektronlar soni bitta yoki ikkita bo'lib, ular yadroga zaifroq tortilib turadi. Shu sababli ma'lum sharoitda elektronlarining birini yoki ikkalisini nometallarga berib, musbat zaryadli ionlarga aylanadi.

Sof (tarkibida qo'shimchalar judayam oz bo'lgan) metallarni o'ziga xos xossalari tufayli texnikani turli sohalarida (masalan, Fe, Cu va Al lardan elektro-radio texnikada, Ta, Nb, Si va boshqalardan priborsozlikda, atom texnikada va boshqa joylarda) qo'llanilsa, mashinasozlikda va boshqa sohalarda qora va rangli metallar qotishmalari

(cho'yan, po'lat, latun, bronza va boshqalardan) asosiy konstruksion material sifatida keng foydalaniladi.

Ma'lumki, rangli metall va ularning qotishmalari qora metall qotishmalaridan ancha qimmat bo'lsada, korroziyaga bardoshligi, elektr va issiqlikni yaxshi o'tkazishi, plastikligi, puxtaligining qoniqarliligi, temperatura pasaygan sari elektr o'tkazuvchanligining ortishi, termik ishlaniishi va boshqa xossalari tufayli zarur joylarda keng qo'llaniladi. Lekin imkon bo'lsa, qimmatbaho rangli metall va ularning qotishmalari o'rniga qora metall qotishmalari va nonmetall materiallardan foydalanish katta iqtisodiy tejamlilik beradi. Bu holni unutmashlik kerak.

## *II bob. DOMNA PECHIDA CHO'YAN ISHLAB CHIQARISH*

Ma'lumki, zamonaviy metallurgiya kombinatlari yirik inshootlar kompleksi bo'lib, unda rudalarni boyitish (ya'ni begona qo'shimchalardan deyarli tozalash), koks ishlab chiqaruvchi batareyalar, domnaga shixta materiallarni yuklovchi apparat va uzluksiz ravishda qizdirilgan havo bilan ta'minlab turuvchi havo qizdirgich qurilmalar, shuningdek, quyimalar, prokat mahsulotlar oluvchi va boshqa qator uchastkalari bo'ladi.

### **1-§. Shixta va o'tga chidamli materiallar**

Domna pechida cho'yan olishda foydalaniladigan asosiy shixta materiallarga temir ruda, yoqilg'i, flyuslar kiradi va ular haqida quyida ma'lumotlar keltiriladi.

---

<sup>1</sup> koks — sifati toshko'mim maydalab, kokslavchi batareyada havosiz 1000-1100°C tagacha bir necha soat qizdirish natijasida olingan qattiq, g'ovik massa.

<sup>2</sup> shixta — cho'yan olishda foydalaniladigan temir ruda, yoqilg'i va flyuslar magmatasi.

**Temir ruda.** Ko'pincha, temir rudalarda temir oksidlari bilan birga qum, gilluproq, silikatlar, shuningdek, oz bo'lsada S, P va boshqa qo'shimchalar uchraydi (1-jadval).

Shuni qayd etish joizki, ba'zan temir rudalarda Fe dan tashqari oz bo'lsada Cr, Ni, W, Cu, Mo, Ti va boshqa metallar uchraydi. Bu xil rudalarga kompleks rudalar deyiladi, ulardan yuqori sifatli cho'yanlar olishda foydalaniladi.

## 2-§. Rudalarni boyitishning asosiy usullari

**Maydalash va saralash.** Yirik rudalarni begona jinslardan tozalab, saralash uchun ularni karerlarning o'zidayoq turli konstruksiyali (jag'li, konusli) maydalash mashinalarida maydalab, mexanik g'alvir-larda elanib, 30–80 mm.li bo'laklarga ajratiladi.

**Yuvish.** Rudalarni qum va gillardan tozalash uchun ularni suv bilan yuviladi. Buning uchun maydalangan rudalar tebranuvchi elakli qurilmalarga yuklanib, tagidan suv haydaladi, shunda begona jinslar suv bilan yuqoriga ko'tarilib, tashqariga chiqib ketadi, boyigan rudalar esa qurilma tagiga yig'iladi va keyin u yerdan olinib quritiladi.

**Magnit separatorli mashinada boyitish.** Bunda maydalangan magnit temirtoshlarni magnit separa-torning uzluksiz harakatlanuvchi lentasiga yuklab turiladi. Ruda elektromagnitning ta'sir zonasiga kirganda, uning  $Fe_2O_4$  oksidli qismi elektromagnitga tortilib, begona jinslardan tozalana boradi. Boyigan temir ruda elektromagnitning ta'sir zonasidan chiq-qach tashqaridagi yashikka ortila boradi.

**Mayda rudalarni yiriklashtirish.** Ma'lumki, rudalarni qazib olishda, maydalab elashda ko'plab mayda rudalar yig'iladi. Bulardan ma'lum o'lchamli (10–40 mm) konsentratlar olish uchun maxsus tarkibli maydalangan shixta (40–50% temir ruda, 15–20% ohaktosh, 20–30%

konsentrat, 4–6% koks) suv bilan qorishtirilib mashina qoliplariga kiritilib, 1300–1500°C ragacha qizdirib yiriklanadi. Bunda rudadagi begona jinslarning bir qismi, karbonatlarga parchalanishi natijasida suyuq faza hosil bo'ladi. Bu suyuq faza ruda zarrachalarni o'zaro bog'lab, flyushi g'ovak konsentrat (aglomerat) olinadi. (Ba'zi hollarda mayda rudalarga bog'lovchi material sifatida gil, smola qo'shib, ularni pressfonada presslab briketlar ham olinadi.)

Keyingi yillarda mayda temir ruda va konsentratlarga ma'lum miqdorda ohaktosh va koks maydalari, biroz bentonit gil qo'shib suv bilan qorishtirilgan massa olib, uni sayoz idish (granulator)da yoki aylanuvchi havoli barabanlarda ishlab, diametri 25–30 mm.li g'ovak sharsimon bo'lak (okatish)lar olinadi. Keyin ularni pechda 1300–1400°C temperaturagacha qizdirish bilan puxtalab, so'ng saralanadi. Okatishlar aglomeratlardan puxtaroq bo'ladi. Okatishlardan domnada foydalanish ham aglomeratlar kabi koksni tejab ish unumdorligi ortadi.

*O'rtachalashtirish.* Metallurgiya korxonalariga rudalar doim bitta shaxtadan keltirilmaganligi uchun ularning kimyoviy tarkibi turlicha bo'ladi. Shuning uchun ularning tarkibini o'rtachalashtirish talab etiladi, chunki shixta materiallari kimyoviy tarkibining bir xil bo'lishi pechning ish unimini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlardan biridir. Shu boisdan kimyo-viy tarkibi turlicha bo'lgan rudalarni o'rtacha kimyo-viy tarkibga keltirish maqsadida maydalangan rudalar o'zaro aralashtiriladi.

### 3-§. Yoqilg'i va ularning xillari

Domna pechlarda foydalaniladigan yoqilg'ilar yonganda zarur miqdorda issiqlik ajratish bilan birga temir oksidlaridan temirni qaytarmog'i ham kerak. Ma'lumki, ular

organik moddalar bo'lib, tarkibida uglerod, vodorod, va uglevodorodlar, oltingugurt birikmalari, kislorod, azot hamda  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  va boshqalar bo'ladi. Uglerod, vodorod va ugle-vodorodlar yoqilg'ining asosiy yonuvchi komponentlari bo'ladi, qolganlari esa yonmaydigan komponentlardir. 2-jadvalda metallurgik kombinatlarda foydalani-ladigan yoqilg'ilarning asosiy turlari keltirilgan.

2-jadval

Agre-gat holati	Yoqilg'ilar turi	
	Tabiiy	Sun'iy
Qattiq	O'tin, torf, yonuvchi slaneslar, qo'ng'ir ko'mir, toshko'mir, antratsit	Pista ko'mir, tof koksi, toshko'mir koksi, termuantratsit, torf va qo'ng'ir toshko'mir changlaridan tayyorlanadigan briket va boshqalar.
Suyuq	Neft	Neftni qayta ishlashda olinadigan benzin, kerosin, litrol, mazut va boshqalar.
Gaz	Tabiiy gaz	Koks gazi, domna gazi, generator gazi va boshqalar.

**I-jadval**

Rudalar nomi	Maddalar nomi	Temir oksidlarini	Temirning miqdori, %		Reqsna jinslar	Rang	Qaytari bo- cman- ligi	Kontlar joylari
			Oksid- larda	Ruda- larda				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Magnit temirtosh	Magnisit	$Fe_2O_3$	72,2	40-65	Silliklar, sulfidlar, kalsitlar va boshqalar	Qoramtir tosh	Qiyin qaytariladi	Uralda (Magnitovsk, Vostochny, Blyudskiy bog'lar) Sibirning Angara-Pit temirlarida, Qozog'istonning Kustanay viloyatida, Karakaz, Uralda va Kuzok oblastining magmat-arxenal yeri va boshqa temirlar
Qizil temir- tosh	Gemmatz	$Fe_2O_3$	70,0	50-60	-	Qizilqan qora jacha	Qoqo qaytariladi	Uralda (Kerovo Rog), Sharqiy Si- birda (Korshakov), Qozo- g'istonda (Alatau, Sotobinsk-Sar'aysk) va boshqa temirlar.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Qo'ng'ir temir tosh	Limonit	$2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	60,0	30-50	-	Izarning saraklar qora qo'ng'irga taba	-	Uralning Kerdjy arzi o'roli, Tula, Lipetsk, Qrim yarim o'roli, Qo'ng'ir o'roli (Lisovskiy va Lyarso) va boshqa temirlar.
Shekar temir- tosh (kar- bonatlar)	Siderit	$FeCO_3$	48,0	30-40	-	Sarg'ish va ko'k rang	-	Uralning Baysal va Kerovo Rog o'roli va Zlatoust temirlari, Qrim va boshqa temirlar.

#### 4-§. Flyuslar va ularning metallurgik jarayondagi roli

Ruda suyuqlashtirishdan avval boyitilsada, unda bir-muncha begona jinslar ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  va boshqalar) qoladi.

Metall ishlab chiqarish jarayonida ruda tarkibida qolgan begona jinslarni shlakka o'tkazish uchun pechga flyus kiritiladi. Amalda foydalaniladigan temir rudalari tarkibida ko'proq  $\text{SiO}_2$  bo'lgani uchun flyus sifatida domna pechlariga ohaktosh ( $\text{CaCO}_3$ ) va kamroq ohaktoshli dolomit ( $m\text{CaCO}_3$ ,  $\ll\text{MgCO}_3$ ) dan foydalaniladi.

Demak flyus ruda va yoqilg'i tarkibidagi begona jinslarni handa yoqilg'i kulini o'zi bilan birlashtirib shlakka o'tkazib, jarayonning bir me'yorda borishini va shu bilan kutilgan tarkibli cho'yan olishni ta'minlaydi. Agar jarayon davomida shlakni suyultirish zarur bo'lsa, buning uchun pechga ma'lum miqdorda kalsiy fluorit ( $\text{CaF}_2$ ) kiritiladi. Flyusni tejash maqsadida flyus sifatida asosli shlaklardan foydalanish ham mumkin.

#### 5-§. O'tga chidamli materiallar, ularning xillari va ishlatilish joylari

Ish jarayonida metallurgik pechlari, havo qizdir-gichlar, metall yig'gichlar, kovshlar, havo va gaz trubalari yuqori temperatura, katta yuklama (nagruzka) ta'sirida bo'lib suyuqlanmasligi, termik jihatdan chidamli bo'lishi, pechdagi suyuq metall, shlak va gazlari bilan reaksiyaga kirishmasligi lozim. Yuqorida qayd etilgan hollarning oldini olish uchun ularning devorlari o'tga chidamli materiallar (g'isht, har xil shaklli buyumlar) bilan teriladi.

---

\* shlak – ruda, yoqilg'i va begona jinslarning flyus bilan bog'lanishdan hosil bo'lgan chiqindi.

O'tga chidamli materiallar xossasiga ko'ra quyidagi guruhlarga ajratiladi:

1. Kislotali.
2. Asosli.
3. Neytral.

3-jadvalda o'tga chidamli materiallar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

### 6-§. Domna pechining tuzilishi

Domna pechi 8-10 yil davomida uzluksiz ishlovchi shaxt pechi bo'lib, o'rtacha hajmi 2000-3000 m<sup>3</sup> bo'ladi. (Keyingi yo'llarda masalan, Krivoy Rog, Cherepoves metallurgik kombinatlarda katta hajvli domnalar ham qurilgan.)

1-rasm, a da domna pechining umumiy ko'rinishi, 1-rasm, b da esa uning zonalari bo'yicha temperaturaning taqsimlanish grafigi ko'rsatilgan. Domna pechining ichki devori shamot g'ishtidan terilib, sirtidan 15-20 mm.li po'lat list bilan qoplanadi. Pechning o'tga chidamli g'isht terilmalari chidamliligini oshirish maqsadida (pech balandligining 3/4 qismida) sovitish trubalari o'rnatilgan bo'lib, ularda sovuq suv aylanib turadi.

Domnaning ustki qismi koloshnik deyilib, unga shixta materiallar porsiyalab bir tekisda yuklash apparatida yuklanadi.

Domnaning tubi lesbchad deyiladi, u grafit gilli bloklar yoki yuqori sifatli shamot g'ishtlardan teriladi.

Pech metall halqali taglik plitaga, taglik plita esa beton poydevorga o'rnatilgan temir ustunlar 11 da yotadi.

O'txona pechning eng muhim qismidir, chunki unda yoqilg'i yonadi hamda suyuq cho'yan va shlak yig'iladi.

O'txonaning eng pastki qismidan shaxtaning balandligigacha bo'lgan hajmi *pechning foydali hajmi* deyiladi.

O'txonaning yuqoriroq qismida aylana bo'ylab bir nechta teshiklar bo'lib, ularga maxsus uskunalar – furnalar (8), pech devoridan ichkariga qarab 150–200 mm chiqarilib o'rnatiladi va ular orqali pechga yoqilg'ining yaxshi yonishi uchun qizdirilgan havo 0,25 MPa (2,5 atm) bosimda haydalib turiladi. Furnalar soni pechning hajmiga qarab 16 tadan 24 tagacha bo'ladi. Furnalar mis yoki alyuminiy qotishmalaridan yasalgan bo'lib, ish jarayonida erib ketmasligi uchun ularning havol devorlari orqali sovuq suv aylantirib turiladi.

Furnalarning pastrog'idagi teshiklarga shlak, undan pastroqdagi teshikka esa cho'yan chiqarish novlari (9), (10) o'rnatiladi. O'txonada yig'ilayotgan cho'yan har 2–4 soatda, shlak 1–1,5 soatda o'z novlaridan kovshlarga chiqarib turiladi. Cho'yanni, shuningdek, shlakni pechdan chiqarish uchun tegishli joyida 50–60 mm.li teshik elektr burmashina bilan ochiladi, berkitishda esa o'tga chidamli tiqinlardan foydalaniladi. Metallurgik kombinatlarda bir vaqtda bir necha domnalari ishlaydi.

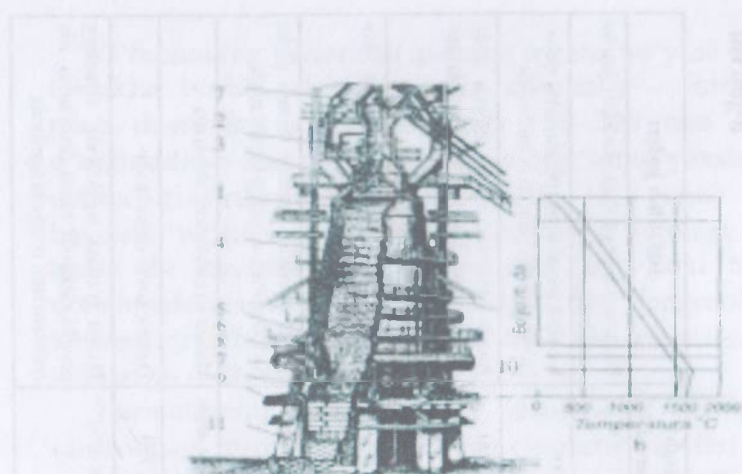
O'rtacha hisobda 1 t cho'yan olish uchun 2035 kg temir ruda, 146 kg marganes ruda, 971 kg koks va 598 kg ohaktosh pechga kiritilib, 3575 kg havo haydaladi. Bunda 755 kg shlak, 5217 kg domna gazi va 348 kg koloshnik changi ajraladi.

Domnalarning bir me'yorda ishlashi uchun barcha ishlar maksimal darajada mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan bo'lishi kerak. Bu ishlarni bajarishda uning yordamchi uskunalarning (shixtani yuklash apparati, havo qizdirgichlar, kompressorlar va boshqalar) roli katta.

Keyingi yillarda jarayonni boshqarishda elektron hisoblash mashinalaridan foydalanish yuqori samara bermoqda.

3-judval

Guruhlari	O'tga chidamli materialning xali	Tarkibi	Suyulashish temperaturasi, °C	Ishlatilish joylari
Kislatli	Dumali g'azda	92-96% SiO <sub>2</sub> , 3-5% CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> va boshqalar	1600-1730	Bes-smet konventsiya, kislatli martan va elektr pechlarida
	Kvars qismi va boshqa qemli gil muvozzatlar	95-97% SiO <sub>2</sub>	1700	Kislatli metallurgik pechlaridagi devorlari va ayrim qismlarini ta'mirlashda
Asosli	Magnezit g'azida	90-95% MgO 1-2% CaO, 2-3% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2% SiO <sub>2</sub> va 1% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2000-2400	Asosli konventsiya, martan barmali elektr pechlar devorlari va tublarini ta'mirlashda
	Magnezit kolumbi va boshqa MgO muqobri ko'p miqdordagi	96-97% MgO	2400 gacha	Asosli metallurgiya pechlarining tublariga va ta'mirlashda
	Xrova margnezit	52-58% CaO, 33-40% MgO va qisman SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO	1800-1900	Asosli konventsiya, martan barmali elektr pech devorlari va ularni ta'mirlashda
	Sharnog'azda	65-70% MgO va 30% gacha	2000 dan past emas	Martan va elektr pech shiplarida
Nejtral	Uglekroft g'azida	50-60% SiO <sub>2</sub> va 35-45% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1580-1750	Domna, kovsh devorlarida
	Uglekroft g'azidagi boshqalar	Grafit, koks yoki antrasit kumullari bo'lib, bularda uglerod 92% gacha bo'ladi.	2000 dan ortiq	Domna o'trova tiqinlarida, alyuminiy olovchi elektr pech devorlarida, mis qotishmalarini eritish va boshqalarda



**1-rasm.** Domna pechini umumiy ko'rinishi (a) va uning zonalarini bo'yicha temperaturaning taqsimlanish grafigi (b):  
 1 – koloshnik; 2 – yuklash apparati; 3 – trubalar; 4 – shaxta;  
 5 – raspar; 6 – zaplechik; 7 – o'txona; 8 – furna; 9 – cho'yan chiqish novi; 10 – shlak chiqish novi; 11 – temir ustun.

### 7-§. Domna pechini yordamchi uskunalari

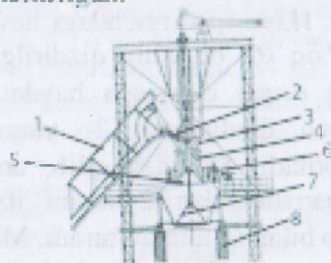
Domna pechini asosiy yordamchi uskunalariga shixta materiallarni domnaga yuklovchi va uni qizdirilgan havo bilan ta'minlash uskunalari kiradi.

*Domnaga shixta materiallarini yuklovchi apparat.* Ma'lumki, uzluksiz yillar davomida ishlovchi domna pechlarga bir sutkada ming-minglab tonna shixta materiallarini bir tekisda yuklab turilmog'i uchun barcha ishlar mexanizatsiyalashtirilishi lozim. 2-rasmda domnaga shixta materiallarini bir tekisda yuklovchi apparatning bir xilining sxematik tuzilishi keltirilgan.

Sxemadan ko'rinadiki, shixta materiallari bilan (10–15 m<sup>3</sup> gacha) to'ldirilgan o'zi ag'daruvchi aravacha (2)lar pechini koloshnik maydonchasidagi varonka (3)ga qiya iz (1) dan galma-galdan ko'tarilib, shixtani yuklab turadi va u

yerdan esa shixta taqsimlovchi varonka (4) ga o'tadi. Shixta materiallari bir maromda katta konus (7) ga yuklanishi uchun taqsimlovchi varonka (4) har gal shixta yuklangandan keyin kichik konus (5) bilan birgalikda mustaqil yuritmasi (6) yordamida o'z o'qi atrofida 60, 120, 180, 240 va 300 larga aylanib turadi. Kichik konus (5) dagi massa ma'lum miqdorga yetganda u avtomatik ravishda pastga tushishida shixta katta konus (7) ga bir tekisda yuklanib, u yerdan esa domnaga o'tadi.

*Havo qizdirgichning tuzilishi va ishlashi.* Domnadagi yoqilg'ining jadal yonishini ta'minlash va uni tejash maqsadida domnaga haydaladigan havo havo qizdirgichda qizdiriladi. 3-rasmda havo qizdirgich-ning tuzilishi va ishlash sxemasi keltirilgan.



2-rasm. Domnaga shixta yuklash apparatining sxemasi:

- 1 – qiya iz; 2 – aravacha; 3 – qabul varonkasi; 4 – taqsimlovchi varonka; 5 – kichik konus; 6 – yuritma; 7 – katta konus; 8 – futerovka.

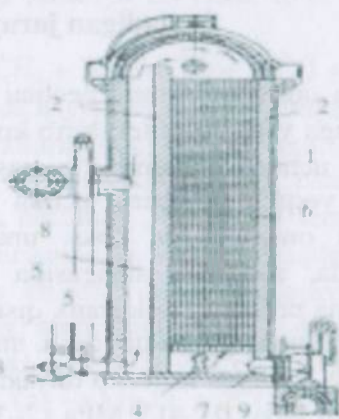
Havo qizdirgichning diametri 6–8 m, balandligi 20–40 m, sirtidan po'lat list bilan qoplangan bo'lib, uning ichki devorlari o'tga chidamli shamot g'ishtidan katak-katak qilib terilgan. Shu tufayli g'ishtar orasida sanoqsiz vertikal kanalchalar (6) bo'ladi. Havo qizdirgichni ishga tushirish uchun gorelka (3) ga domna gazi va havo yuborilib, bu aralashma aralashgach yonish kamerasida yondiriladi.

4-rasmda domna pechining ishlash sxemasi keltirilgan. Havo qizdirgichning gorelkasiga (rasmda ko'rsatilmagan) domna gazi va havo o'z trubalari orqali (to'sqichlar (5) va (6) ochiqligida) yuboriladi. Gorelkada ular aralashib yonish kamerasida yongach, yonish mahsulotlari havo qizdirgichning kamerasi bo'ylab yuqoriga ko'tarila borib, uni ma'lum temperaturagacha qizdira boradi.

Havo qizdirgichning devorlari 1300–1400°C gacha qizigandan keyin to'sqich (6) ochilib, yonish mahsulotlari mo'ri (4) orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

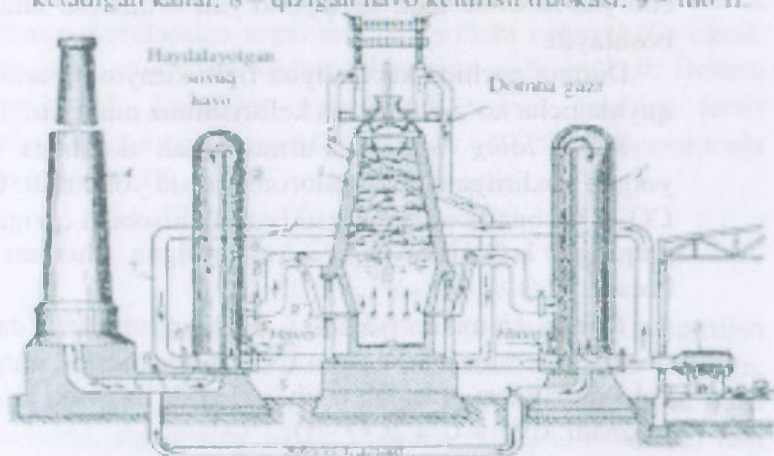
So'ngra gaz va havo kiritiladigan yo'llar (to'sqichlar (5) va (6)) berkitilib, to'sqich (6) ochilib, unga kompressor (3) dan truba (7) orqali sovuq havo haydaladi. Sovuq havo havo qizdirgichning o'ta qizigan kataklaridan yuqoriga ko'tarilib qizib boradi. Havo qizdirgichdagi havo 900–1000°C gacha qizigach, to'siq (6) berkitilib, qizdirilgan havo truba (8) va furnalar (9) orqali domnaga haydaladi. Bu vaqtda o'ng yoqdagi havo qizdirgich (2) yuqorida ko'rganimizdek qizdirilib boriladi. Shunday qilib, uning murvat jo'mraklarini boshqarishi bilan domnani uzluksiz ravishda qizdirilgan havo bilan ta'minlab turadi. Masalan, hajmi 2700 m<sup>3</sup> bo'lgan domnaning normal ishlashi uchun 1 sutkada 8 min.m<sup>3</sup> havo domnaga haydaladi.

Odatda, havo qizdirgich sovuq havoni 1 soat mobaynida zarur temperaturagacha qizdirib bera oladi. Demak, domnani uzluksiz ravishda qizdirilgan havo bilan ta'minlab turish uchun ketma-ket ishlovchi 3 ta havo qizdirgich kerak bo'ladi. Ba'zan havo qizdirgichlarni tozalash yoki ta'mirlash zarurligini e'tiborga olib 4 ta havo qizdirgich o'rnatiladi.



3-rasm. Havo qizdirgichning tuzilishi.

- 1 – po'lat g'ulof, 2 – o'tga chidamli devor, 3 – gaz gorelkası;  
 4 – sovuq havo keltirish trubkasi, 5 – gaz yonadigan kanal,  
 6 – katak-katak kanalchalar, 7 – yorash mahsulotlari chiqib  
 ketadigan kanal, 8 – qizigan havo keltirish trubkasi; 9 – mo'ri.



4-rasm. Domna pechining ishlash sxemasi.

- 1 – domna pechi, 2, 2' – havo qizdirgichlar, 3 – kompressor,  
 4 – mo'ri, 5 – gaz trubkasi, 6, uralarga uzatish trubasi,  
 9 – furnalar.

## 8-§. Domna pechini ishga tushirish va unda sodir bo'ladigan jarayonlar

Yangi qurilgan domna pechini ishga tushirishdan oldin uning ishga yaroqliligi tekshirib ko'riladi. Keyin devorlarini qizdirish uchun pechning o'txonasida 4-5 sutka davomida yoqilg'i yoqiladi. Buning uchun pech o'txonasiga furna teshiklari orqali biroz koks, uning ustiga tarasha o'tin qalanadida, forsunka alangasida o't oldiriladi. Shundan so'ng yana pechning koloshnik qismidan koks kiritilib, pech ish temperaturasi-gacha qizigach, unga ma'lum tartibda koks, temir ruda va flyus to'ldirib turiladi. Shu bilan birga pechga qizdirilgan havo 0,2-0,3 MPa (2-3 atm.) bosimda furnalar orqali haydaladi.

Koks yonayotganda ajralayotgan gazlar yuqoriga ko'tarilib shixta materiallarini qizdira boradi. Buning oqibatida temir oksidlari qaytarilib, uglerodga to'yinib, cho'yan hosil bo'ladi, suyuq cho'yan sirtida esa shlak yig'ila boshlaydi.

Domna pechida kechadigan fizik-kimyoviy jara-yonlarni quyidagicha ko'z oldimizga keltirishimiz mumkin:

*Yoqilg'ining yonishi.* Furna orqali domnaga haydala-yotgan qizdirilgan havo kislorodi koksni yondiradi:  $C + O_2 = CO_2 + Q$ , bunda ajralayotgan issiqlik hisobiga qizigan gazlar yuqoriga ko'tarilib pastga tushayotgan shixtani qizdira boradi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, pechning 1000°C dan yuqo-riroq temperaturali zonasida karbonat anhidrid cho'g'langan koks qatlamlari orasidan o'tib, uglerod (II) oksid (is gazi) ga aylanadi.  $CO_2 + C = 2CO - Q$ .

Shu bilan birga koks (uglerod) havo tarkibidagi suv bug'laridan vodorodni ham qaytaradi:



Agar yoqilg'ı sifatida qisman tabiiy gazdan ham foydalanilsa, tubandagi reaksiya bo'yicha to'la yonish jarayoni kechadi:



Natijada pechda qaytaruvchi gazlar miqdori ortadi.

Shixta materiallarning ajraluvchi gazlar ta'sirida qizib borishidan kimyoviy birikmalarning parchalanishi sodir bo'ladi. Masalan, pechning 100–350°C temperaturali zonasida kimyoviy birikmadagi suv va yoqilg'ıdagi uchuvchi moddalar ajralib chiqsa, undan yuqoriroq temperaturali zonasida shixtadagi karbo-natlar parchalanadi:



Natijada shixta bo'laklari g'ovaklanadi va ba'zan yoriladi. Bu jarayon pechning koloshnik qismidan boshlanib shaxtaning o'rtalarida tugaydi.

*Temir oksidlaridan temirning qaytarilishi.* Ma'lumki, temir oksidlaridan temirning qaytarilishi uglerod (II) oksid, uglerod va qisman vodorod hisobiga sodir bo'ladi. Domna pechlarida temirning uglerod (II) oksid hisobiga temir oksidlaridan qaytarilishi taxminan 400°C temperaturada boshlanib 900–1000°C temperaturada tugaydi.



Temirning temir oksidlaridan CO hisobiga qaytarilish tezligi pech temperaturasiga, ruda tarkibiga, fizik holatiga, qaytaruvchi gazlarning miqdoriga bog'liq. Shuni qayd etish kerakki, shaxtaning pastki qismida (1000°C zonasida) hali qaytarilmay qolgan temir ruda g'ovaklaridagi qorakuya ko'rinishidagi qattiq uglerod hisobiga ham qaytariladi:



Tajribalar shuni ko'rsatadiki, Fe ning 60–50% uglerod (II) oksidi hisobiga va 40–60% qattiq uglerod hisobiga (agar 0,2–1% shlakka o'tishi hisobga olinmasa) to'la qaytariladi.

*Temirning uglerodga to'yinishi.* Qaytarilgan g'alvirak temir, uglerod (II) oksid va uglerod bilan reaksiyaga kirishib, temir karbidini hosil qiladi:



Uglerodga to'yingan bu birikma 1150–1200°C temperaturada suyuqlanadi, koks bo'laklari orasidan o'tib uglerodga to'yinib, o'txonaga to'plana boradi. Bu qotishma tarkibida 3,5–4% uglerod bo'ladi.

Domnada Fe dan tashqari Si, Mn, S, P va boshqa elementlar ham oksidlaridan qaytariladi, masalan, Si va Mn yuqoriroq temperaturada uglerod bilan quyidagi reaksiya bo'yicha qaytariladi:



Shixta tarkibidagi fosfor, asosan, kalsiyning fosforli tuzi -  $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_7$  [ $(\text{CaO})_3\text{P}_2\text{O}_5$ ] tarzida bo'ladi. Bu tuzdan dastlab kremniy (IV) oksidi yordamida fosfat anhidrid keyin undan uglerod hisobiga fosfor qaytariladi:



Fosforning deyarli hammasi qotishmaga o'tadi.

Ma'lumki, oltin-gugurt koksda va rudada  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{FeS}$ , « $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaS}$  birikmalar tarzida bo'ladi. Jarayon vaqtida S ning qariyb 10–60%  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  gazlari ko'rinishda pechdan chiqib ketadi. Bir qismi esa [ $\text{FeS}$ ] tarzida metallda va shlakda ( $\text{CaS}$ ) bo'ladi. Metallda erigan  $\text{FeS}$  dan S ni shlakka o'tkazish uchun shlakda ohak ko'proq bo'lishi kerak. Shundagina u oltin-gugurtni ( $\text{CaS}$ ) birikma tarzida bog'laydi:



Shunday qilib, cho'yardagi FeS dan oltingu-gurtning bir qismi CaS tarzida shlakka o'tkaziladi. Bunda MgO va Mn hisobiga ham metall oltingu-gurtdan qisman tozalanadi:



*Shlakning ajralishi.* Pechga flyus sifatida kiritilgan ohaktosh ( $\text{CaCO}_3$ )  $900^\circ\text{C}$  temperaturali zonada CaO va  $\text{CO}_2$  ga parchalanadi. CaO raspar zonasi yaqinida  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO va boshqa begona jinslar bilan birikib dastlabki shlak ajrala boshlaydi, u o'txona tomon oqa borib koks kulini, qaytarilmay qolgan oksidlar va begona jinslarni o'zida eritadi. Shlakda juda oz miqdorda FeO bo'ladi.

Temirning qaytarilishi va shlak hosil bo'lish jarayonlarining ma'lum ketma-ketlikda kechishi ajraluvchi shlakning kimyoviy tarkibi, suyuqlanish temperaturasiga bog'liqdir. Masalan, Mn ko'proq bo'lgan cho'yan olish zarur bo'lsa, shlakda ohak miqdori ko'proq bo'lishi kerak. Chunki bunday shlakda Mn yomon eriydi, natijada Mn qaytarilib, cho'yanga o'tadi. Agar tarkibida Si ko'proq bo'lgan cho'yan olinadigan bo'lsa, aksincha, shlakda ohak miqdori kamroq bo'ladi.

Shlaklarning muhim xarakteristikalaridan biri asosli va kislotali oksidlarning o'zaro nisbatlaridadir:  $(\text{CaO} + \text{MgO}) : (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$  va bu nisbat cho'yanlar ishlab chiqarishda 0,9–1,4 oralig'ida bo'lishi lozim.

## 9-§. Domna pechining mahsulotlari va ularni pechdan chiqarish

Ma'lumki, domna pechining asosiy mahsuloti cho'yandir. Lekin cho'yan olishda u bilan birga shlak, domna gazi va koloshnik changi ham ajraladi, shu boisdan, ular ham domna

pechining mahsulotlari hisoblanadi. Cho'yanlarni kimyoviy tarkibi va ishlatilish sohalariga ko'ra quyidagi turlarga ajratish mumkin:

1. *Qayta ishlanadigan cho'yanlar.* Bu cho'yanlarda uglerodning hammasi yoki ko'proq qismi temir bilan kimyoviy birikma temir karbidi ( $Fe_3S$ ) holida, qolgani grafit tarzida bo'ladi, shuning uchun ham bu cho'yanlar juda qattiq va mo'rtidir. Sanoatda bu cho'yanlardan po'lat olinganligi sababli, ular qayta ishlanadigan cho'yanlar deyiladi. Bu cho'yanlarning siniq yuzalari oq tusda bo'lganligidan oq cho'yanlar deb ham ataladi.

Demna pechlarida ishlab chiqariladigan cho'yanlarning 70–80% ini qayta ishlanadigan cho'yanlar tashkil qiladi.

2. *Quyma cho'yanlar.* Bu cho'yanlarda ugle-rodning ko'p qismi erkin holda, ya'ni grafit tarzida bo'ladi. Bu cho'yanlarning siniq yuzalari kulrang tusda bo'lganligi uchun kulrang cho'yanlar deb ham ataladi. Ularning oquvchanligi yuqoriligi, qotganda hajmining kam kirishuvi, suyuqlanish temperaturasining nisbatan pastligi, oson kesib ishlanishi boshqa cho'yanlarga nisbatan afzalligidir. Shuning uchun ham bu cho'yanlardan turli murakkab shaklli quymalar olishda keng foydalaniladi. Ularga *quymakorlik cho'yanlari* deb ham ataladi.

Demna pechlarida olinayotgan cho'yanlarning 10–12% ni bu cho'yanlar tashkil qiladi. Quymakorlik cho'yanlarining GOST 4832–80 ga ko'ra LK1-LK7 markalari bo'ladi. Ular tarkibidagi oltingugurt miqdoriga ko'ra besh kategoriyaga, fosfor miqdoriga ko'ra A, B, V, G, va D sinflarga va marganes miqdoriga ko'ra uch guruhga ajratiladi.

3. *Maxsus cho'yanlar.* Bu cho'yanlar tarkibida doimiy mavjud elementlardan Si, Mn ning miqdori odatdagi cho'yanlarga qaraganda ko'p bo'ladi. Maxsus cho'yanlar uch xilga, ya'ni yaltiroq cho'yanlarga, ferromarganeslarga

va ferrosilitsiyalarga ajratiladi. Yaltiroq cho'yanlarning siniq yuzalari oynadek yaltirab turganligi uchun ular yaltiroq cho'yanlar deyiladi. Bu cho'yanlarning tarkibida 10-25% Mn va 2% Si bo'ladi. Ularning 3Ch1, 3Ch2, 3Ch3 markalari bor.

Ferromarganeslar tarkibida 70-75% Mn va 2,5% gacha Si bo'ladi. GOST 4756-77 ga ko'ra SM<sub>6</sub>10, SM<sub>6</sub>14, SM<sub>6</sub>20 va boshqa markalari mavjud.

Ferrosilitsiyalar tarkibida kremniy 19-92% gacha bo'lib, qolgan Al, Mn, Cr, C, S, P lardan iborat bo'ladi. GOST 1415-78 ga ko'ra uning FS 90, FS 92, FS 75 1 va boshqa markalari bor.

Maxsus cho'yanlar olinayotgan cho'yanlarning 1-2% nigina tashkil etadi. Maxsus cho'yanlardan po'latlar olishda, legirovchilar sifatida foydalaniladi. Cho'yanlarning yuqorida qayd etilgan xillaridan bo'lak legirlangan cho'yanlar deb ataladigan maxsus xossali xillari ham bo'ladi, bu cho'yanlar tarkibidagi doimiy mavjud elementlar (C, Si, Mn, P va S) dan tashqari ma'lum miqdorda (Cr, Ni, Cu, W va boshqalar) kiritiladi. GOST 1585-79 ga ko'ra, bu xil cho'yanlarga ChX9N5, AChS-1, AChV-1 markali antifrik-sion cho'yanlar misol bo'ladi.

Shuni ham qayd etish joizki, cho'yanlarning asosiy strukturalaridan tashqari tarkibidagi grafitning qanday shaklda bo'lishiga qarab ular mustahkamligi yuqori va bolg'alanuvchan cho'yanlarga ham ajratiladi. Mustahkamligi yuqori cho'yanlarni kulrang cho'yanlardan olish uchun suyuq cho'yanga ozroq Mg yoki boshqa elementlari qo'shiladi.

Bolg'alanuvchan cho'yanlar olish uchun esa oq cho'yan quyimalari maxsus rejimda yumshatiladi.

---

Bolg'alanuvchan degan nom shartli ravishda berilgan bo'lib, bu cho'yan kulrang cho'yanga qaraganda plastikroq bo'ladi, lekin bolg'alab ishlanmaydi.

*Domna shlaki.* Shlakdan shlak paxtasi, g'isht, sement, shlak bloklari va boshqa materiallar olishda foydalaniladi.

*Domna gazi.* Domnalardan ajralayotgan gazlarga domna gazi deyiladi. O'rtacha 1 t cho'yan olishda 3000 m<sup>3</sup> gacha domna gazi ajraladi. Bu gaz tarkibida 26–32% CO, 2–4 H<sub>2</sub>, 0,2–0,4% CH<sub>4</sub>, 8–10% CO<sub>2</sub> va 56–63% N<sub>2</sub> bo'ladi.

Domna gazining tarkibida ko'pgina yonuvchi gazlar (CO, N<sub>2</sub>, CN<sub>2</sub>) ning borligi sababli tozalangach ulardan havo qizdirgichlarda, bug' qozonlarida va boshqa joylarda yoqilg'i sifatida keng foydalaniladi.

*Koloshnik changi.* Domna gazlariga qo'shilib chiqadigan shixta materiallarning changi *koloshnik changi* deyiladi. Bu chang tarkibida 40–50% gacha temir bo'ladi. Domna gazlari maxsus gaz tozalash apparatlaridan o'tkazilib, yig'ilgan chang aglomerat tayyorlovchi mashinalarda aglomeratga aylantiriladi.

Odatda, turli vaqtda eritilgan har xil tarkibli cho'yanlar mikser deb ataluvchi maxsus katta hajmli (600–2500 t. li) qurilma idishlarga quyiladi, unda ular o'zaro aralashib, natijada cho'yanning kimyoviy tarkibi tekislanadi, metalldagi oltingugurtning bir qismi esa shlakka o'tadi.

Qayta ishlanadigan cho'yanlarning bir qismi mashinasozlik zavodlariga «chushka» deb ataluvchi quymalar (og'irligi 45–50 kg) tarzida yuboriladi. Ma'lumki cho'yanlar xiliga, binobarin, xossasiga asosan tarkibidagi C, Si, Mn va S elementlarning va uni qolipda sovish tezligining ta'siri katta. Ular haqida ma'lumot VI bob, 8-§ da keltirilgan.

### **10-§. Domna pechi ishining texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlari**

Domna pechlarning ishiga baho berish uchun uning bir sutkada qancha cho'yan ishlab chiqarishi va buning uchun

qancha yoqilg'i sarflanishini bilish lozim. Odatda pechning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichi uning foydali hajmidan foydalanish koeffitsiyenti ( $K_f$ ) va yoqilg'ining solishtirma sarflanish koeffitsiyenti ( $K_w$ ) orqali aniqlanadi.

$$K_f = \frac{V}{T}, m^3/t,$$

bu yerda,  $V$  – pechning foydali hajmi,  $m^3$ ;

$T$  – o'rtacha bir sutkada ishlab chiqarilgan cho'yan miqdori, tonnada.

Ko'pchilik domnalarda  $K_f=0,5-0,7$  oralig'ida bo'ladi. Domnalarda yoqilg'ining solishtirma sarflanish koeffitsiyenti ( $K_w$ ) ni aniqlash uchun yoqilg'ining bir sutkadagi sarfi ( $A$ ), olingan cho'yan miqdoriga ( $T$ ) ko'ra quyidagicha aniqlanadi:

$$K_w = \frac{A}{T}.$$

Odatda, bu koeffitsiyent  $0,5-0,6$  oralig'ida bo'ladi.

Domna pechining ish unumini oshirish uchun ilg'or cho'yankorlarning tajribalarini o'rganish, shixta materiallarni suyuqlantirishga tayyorlash, ayniqsa, aglomerat va okatish konsentratlardan foydalanish, qizdirilgan havo temperaturasi hamda bosimini ko'tarish bilan uni kislorodga to'yintirish va ish jarayonida temperaturaning bir me'yorda bo'lishini ta'minlash kabi kompleks ishlar olib borilmog'i lozim. Bundan tashqari, og'ir ishlarni mexanizatsiyalashtirish va texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan holda boshqarish kabi ishlarga katta e'tibor berish kerak. Keyingi yillarda tozalangan domna gazlarini to'g'ridan-to'g'ri domnaga haydash mumkinligi ustida ham ilmiy ishlar olib borilmoqda. Bularning hammasi domnalar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini orttirishning muhim omillaridir.

Bolg'alanuvchan degan nom shartli ravishda berilgan bo'lib, bu cho'yan kulrang cho'yanga qaraganda plastikroq bo'ladi, lekin bolg'alab ishlanmaydi.

### III bob. PO'LAT ISHLAB CHIQARISH USULLARI

#### I-§. Umumiy ma'lumot

Po'lat asosiy konstruksion material bo'lib, u cho'yanga nisbatan puxta, plastik, qoniqarli oquvchanlikka ega bo'lib, qoliplarni rayon to'ldiradi. Shuningdek, yaxshi payvandlanadi va kesib ishlanadi. Mashinasozlikda yuqorida qayd etilgan va etilmagan qator xossalarga ko'ra, unga talab borgan sari ortib bormoqda. Hozirgi kunda po'latlar asosan konver-toriardagi suyuq cho'yan sathiga kislorod haydash yo'li bilan, marten va elektr pechlarda ishlab chiqarilmoqda. Bunda cho'yan tarkibidagi C, Si, Mn, P, S elementlari oksidlanadi, oksidlar esa birikib shlak hosil qiladi. Bunda kimyoviy reaksiya tezligi qayta ishlanuvchi cho'yanlarning tarkibiga, konsentratsiyasiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi. 4-jadvalda misol sifatida qayta ishlanadigan cho'yanlardan kam uglerodli po'latlar olishda kimyoviy tarkibning o'zgarishi % hisobida keltirilgan.

4-jadval

Material	C	Si	Mn	P	S
Qayta ishlanadigan cho'yan	4-4,4	0,76-1,26	1,75 gacha	0,15-0,3	0,03-0,07
Kam uglerodli po'lat	0,14-0,22	0,12-0,3	0,4-0,65	0,05	0,055

Ma'lumki, qayta ishlanadigan cho'yanlarda Fe miqdori 90% dan ortiq bo'lishi sababli eritishda pech muhitidagi kislorod bilan avvalo, Fe reaksiyaga kirishadi.



bunda kislorod hisobiga (pech temperaturasi pastligida) oksidlanishda issiqlikni ko'proq ajratuvchi elementlar oksidlanadi.

## 2-§. Konvertordagi suyuq cho'yan sathiga kislorod haydash yo'li bilan po'lat ishlab chiqarish

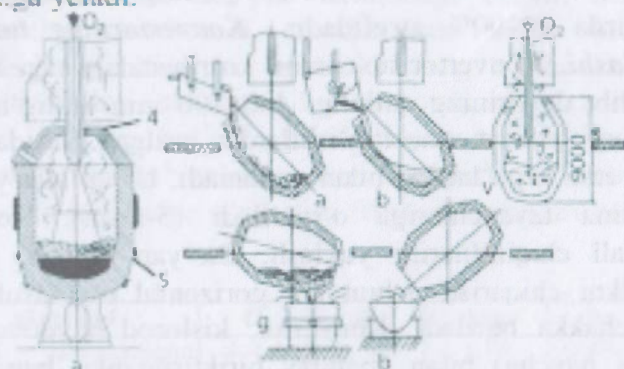
Bu usulda turli markali uglerodli va kam legirlangan po'latlar olinadi. Usul oddiyligi, yoqilg'i talab etmasligi, ish unumi yuqoriligi, ishlash sharoiti-ning yaxshiligi, po'latda azot va vodorod gazlarining kamligi, kapital manbalarni kam talab etishi, chiqindilarni ko'proq qayta ishlashga imkon berishi sababli sanoatda borgan sari keng qo'llanilmoqda. (Masalan, 1985-yilda dunyo bo'yicha ishlab chiqariladigan po'latlarning 60–70% i shu usulga to'g'ri keladigan bo'lsa, hozirda 80–90% atrofidadir.) *Konvertorning tuzilishi va ishlashi.* Konvertor noksimon ko'rinishdagi tagi berk idish bo'lib, devorining qalinligi 400–800 mm oralig'ida bo'lib, dolomit yoki magnezit g'ishtlardan terilgan. Sirtidan esa 20–100 mm.li po'lat list bilan qoplanadi. U sapfalar yordamida stativga tayanchlariga o'rnatiladi (5-rasm). Konvertorga metall chiqindilarini yuklash, cho'yan quyish, po'lat va shlakni chiqarish uchun uni gorizontaal o'q atrofida zarur burchakka buriladi. Konvertor, kislorod haydovchi furna (mis naycha) bilan shunday birlashtirilganki, bunda furna, konvertordan chiqarilmaguncha uni o'qi atrofida aylantirib bo'lmaydi. Konvertorning tepasiga chiqayotgan gazlarni yig'uvchi qurilma o'rnatiladi.

Konvertorlarning sig'imi 100–350 t va undan ortiq ham bo'ladi.

Masalan, sig'imi 300 t li konvertorning ish bo'shlig'i balandligi 9 m, diametri 7 m.ga yaqin bo'ladi. Odatda, po'lat

400–800 marta olingandan keyin konvertor ta'mirlanadi.

Konvertorni ishga tushirishdan oldin ish yuzalarini ishga yaroqliligiga to'la ishonch hosil qilingach, uni po'lat chiqarish teshigi o'tga chidamli materialdan tayyorlangan tiqin bilan berkitiladi. So'ngra 5-rasm, b da ko'rsatilgan «a» holatga keltirib, avval unga yuklash mashinasi yordamida og'zidan qora metall chiqindilar (qayta ishlanadigan cho'yan massasining 25–30% gacha) so'ngra 1250–1400°C temperaturali qayta ishlanadigan cho'yan quyiladi («b» holat), keyin ma'lum miqdorda ohaktosh (zarur bo'lsa temir ruda) kiritilib konvertor vertikal holatga keltiriladi («v» holat). Suyuq metall sathiga 300–800 mm yetmagan holda furma naycha tushirilib, u orqali 0,9–1,4 MPa (9–14 atm) bosimda kislorod haydaladi. Bunda furma erimasligi uchun uning havol devorlaridan 0,6–1,0 MPa bosimda sovuq suv haydab turiladi. Odatda, har minutda haydalayotgan suv miqdori 5000 l ga yetadi.



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

1 – konvertor, 2 – futerovka, 3 – kislorod haydash furmasi, 4 – og'iz;

5 – o'q.

Suyuq cho'yan sathiga haydalayotgan kislorod metallni shiddat bilan aralastirib oksidlay boshlaydi. Bunda u, dastlab Fe ni oksidlaydi, FeO metallda erib Si, R, Mn, C

larni oksidlaydi va pech temperaturasi ko'tariladi. Bu oksidlar ohak bilan birikib shlak hosil qiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, fosfori ko'p ( $R > 0,3\%$ ) cho'yanlardan po'lat olishda, shlakdagi fosfor qaytarilib metallga o'tmasligi uchun konvertorga kislorod haydashni to'xtatib, fosfarga to'yingan shlakni konvertordan chiqariladi.

Metalldagi oltingugurtni ohak bilan bog'lab shlakka o'tkazish uchun konvertorga ko'proq ohaktosh kiritish zarur.

Eritilayotgan po'latni va ajralayotgan shlakning kimyoviy tarkibini kuzatish uchun konvertordan furma chiqarilib, undan namuna metalli olinib spektral analiz qilinadi. Agar po'lat kutilgan kimyoviy tarkibga kelmagan bo'lsa, bunda konvertor vertikal holatga keltirilib, kutilgan tarkibga keltirish uchun biroz kislorod haydaladi. Qachonki kutilgan tarkibga kelgach, po'lat konvertordan kovshga quyiladi. Odatda, konvertorlardagi temperatura 2000–2500°C gacha ko'tariladi, po'lat olish sikli 50–60 daqiqa davom etadi. Konvertor bir necha o'nlab metrdagi boshqarish pultidan boshqariladi. Jarayonning davom-liligi cho'yan tarkibiga, massasiga, kislorodning tozaligiga, bosimiga, haydash vaqtiga va furmaning suyuq cho'yan sathidan balandligiga bog'liq bo'ladi.

Masalan, sig'imi 250 t li konvertorga kislorod 0,9–1,4 MPa bosimda 25–30 minut haydalganda har bir tonna po'lat olish uchun 50–60 m<sup>3</sup> texnik kislorod sarflanadi.

Konvertorda olingan po'latning narxi marten pechida olingan po'latdan 10–12 marta arzon bo'ladi.

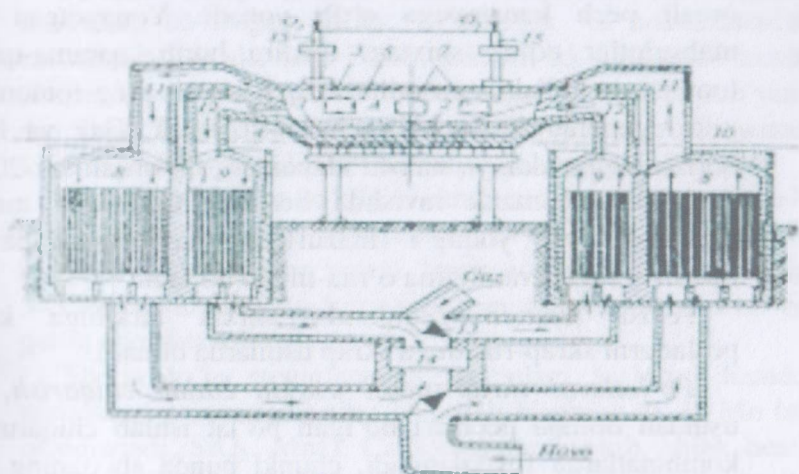
Bu ilg'or usul ayrim kamchiliklardan ham holi emas. Masalan, suyuq cho'yaning ko'proq talab etilishi (masalan, 1 t po'lat uchun 820–830 kg suyuq cho'yan), metall quyindisining ko'pligi (6–9%), ancha miqdorda chang ajralishi shular jumlasidandir.

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

### 3-§. Marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish usullari

Bu usul XIX asrning ikkinchi yarmida yaratildi (Rossiyada dastlabki Marten pechi 1869-yilda Sormov zavodida injener A.A. Iznoskov va usta Ya. I. Plechkov tomonidan qurilgan bo'lib, uning sig'imi 2,5 t bo'lgan, xolos) (6-rasm). Zamonaviy pechlarning sig'imi 200–900 t atrofida bo'lib, ularda uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan konstruksion po'latlar olinadi.

*Marten pechining tuzilishi va ishlashi.* Marten pechi alangali regeneratori pech bo'lib, uning eng muhim qismi ish bo'shlig'i (kamerasi)dir. Uni gaz va havo kirituvchi kallaklari bo'lib, ularga gorelka, (mazutda ishlaydiganga esa forsunka) o'rnatiladi. Pechning old qismida esa pol sathidan ancha pastroq-da juft regeneratori 8, 9 o'rnatilgan. Regeneratolar bilan pechning ish bo'shlig'i oralig'ida esa «shla-kovik» deb ataluvchi kameralari bo'ladi. Metallurgik zavodlarida 250–500 t.li pechlar ko'proq tarqalgan. Ular tagligining o'lchami 20x6 m<sup>2</sup>gacha yetadi. Odatda, bu pechlarda 400–600 marta po'lat olingandan keyin kapital ta'mir qilinadi.



**6-rasm.** Marten pechining sxemasi.

1 – suyuqlantirilgan metall; 2 – shlak; 3 – pech shipi; 4 – pechning tubi; 5 – pechning orqa devori; 6 – pechning old devori; 7 – shixta kiritiladigan darchalar; 8 – gaz regeneratori; 9 – havo regeneratori; 10 – sirtqi ish sathi; 11 – pechga haydaluvchi havo kiritiladigan va yonish mahsulotlari chiqarib yuboriladigan kanallar; 12, 12' – pechga haydaluvchi gaz kiritiladigan va yonish mahsulotlari chiqarib yuboriladigan kanallar; 13 – klapan; 14 – mo'ra; 15 – suv bilan sovutib turiluvchi kislorod furnasi.

**Pechni ishga tushirish.** Pech bo'shlig'iga shixta materiallari ma'lum tartibda yuklangandan keyin gorelkaga bosim ostida qizdirilgan yonuvchi gaz va havo yuborilib, kamerada yondiriladi. Yonish mahsulotlari o'z yo'lida shixta materiallarini qizdira borib, qarama-qarshi tomondagi kallaklar kanallari orqali sovuq regeneratrlarning katak-katak kanallaridan o'tib, devorlarini qizdirib mo'riga yoki bug' qozonlariga chiqariladi.

Agar chap tomondagi 1250–1280°C qizigan regeneratrlarga sovuq gaz va havo haydalganida, ular qizigan regeneratrlarning vertikal kanallaridan o'ta borib, 800–

900°C temperaturagacha qizigach, u yerdan o'z kallaklari orqali pech kamerasiga o'tib yonadi. Yonayotgan gaz mahsulotlar oqimi shixtani qizdira borib, qarama-qarshi tomondagi kallaklar kanallari orqali sovuq o'ng tomondagi juft regeneratordagi o'tib ularni qizdiradi. Gaz va havo oqimining harakat yo'nalishi klapanlar (13) orqali har 20–25 daqiqada avtomatik ravishda boshqariladi. Agar maiten pechlari suyuq yoqilg'i (mazut)da ishlasa, faqat havoni qizdirish regeneratorigina o'rnatilgan bo'ladi.

Asosli marten pechlarida shixta tarkibiga ko'ra po'latlarni skrap-rudali va skrap usullarda olinadi.

*Po'latlarni skrap-rudali usulda ishlab chiqarish.* Bu usuldan domna pechlari bo'lgan po'lat ishlab chiqaruvchi kombinatlarda foydalaniladi, chunki bunda shixtaning 60–75%i temir-tersak (skrap) chiqindilardan, qolganini suyuq cho'yardan iborat bo'ladi.

Bu pechlarda, avvalo, ma'lum miqdorda temir ruda, ohaktosh, keyin metall chiqindilar pechning oldi devoridagi yuklash darchasi orqali kiritiladi. Ular obdon qizigach pechga qayta ishlanuvchi cho'yan quyiladi.

Suyuq cho'yan tarkibidagi Si, P, Mn va qisman C lar temir ruda kislorodi bilan oksidlana boradi hamda bu oksidlar ohak bilan o'razo birikib shlak ajrala boshlaydi. Metallidagi S ni shlakka o'tkazish uchun shlak pechdan chiqarilgach pechga ma'lum miqdorda boksit qo'shilgan ohaktosh kiritiladi. Bu sharoitda yuqorida ko'rilgan reaksiya bo'yicha metallidagi S shlakka o'tadi. Jarayon oxirida vaqt-vaqti bilan namunalar olib, uning tarkibi va xossalari ekspress laboratoriyada kuzatib boriladi. Kutilgan tarkibga kelgach, pechga qaytaruvchilar kiritilib, so'ngra nov teshigi ochilib u kovshga chiqariladi. Bu variantda faqat sifati pastroq uglerodli po'latlar olinadi. Lekin temirning temir rudadan qaytarilishi hisobiga po'lat miqdori biroz ortadi.

*Po'latni skrap usulda ishlab chiqarish.* Bu usuldan donnalari bo'lmagan kichik metallurgik va mashinasozlik zavodlarida foydalaniladi. Bunda shixtani 55–75% temir-tersak chiqindilar, qolgan qayta ishlanadigan qattiq (chushka) cho'yan-dan iborat bo'ladi. Jarayonni tezlatish maqsadida pechga ozroq temir ruda, flyus sifatida ma'lum miqdorda ohaktosh kiritiladi.

Jarayon yuqorida ko'rilgan skrap-rudali usuliga o'xshash kechadi. Pechni ishga tushirishdan avval unga temir-tersak chiqindi (skrap)larning yarini, keyin esa metall massasining 3–5% hisobida ohaktosh, qolgan temir-tersak chiqindilar va qattiq cho'yan solinadi.

Shixta to'la suyuqlangach, pechdagi kislorod hamda metalldagi erigan FeO ning kislorodi hisobiga Si, P, Mn lar oksidlanadi. SiO<sub>2</sub>, MnO, CaO oksidlar birikib, shlak hosil bo'ladi. Vanna temperaturasi zarur temperaturaga ko'taril-gach C jadal oksidlanib metall gazlardan va nometall qo'shimchalardan tozalana boradi. Yuqoridagidek metallda-gi FeO dan Fe qaytaruvchilar yordamida qaytariladi. Kutilgan tarkibli po'lat pechdan kovshlarga novlari orqali chiqariladi.

#### **4-§. Marten pechlar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularning ish unumini oshirish yo'llari**

Marten pechlarining ish unumi pech tagligining har bir kvadrat metr yuzasidan bir sutkada olingan po'lat va uni olishga sarflangan shartli yoqilg'i miqdori bilan belgilanadi. (Hozirgi vaqtda pech tubining har bir m<sup>2</sup> yuzasidan bir sutkada o'rtacha 8–12 t gacha po'lat olinib, har bir tonna po'lat uchun 80–100 kg gacha shartli yoqilg'i sarflanadi.) Marten pechlarida har xil tarkibli shixta materiallaridan turli markali uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan po'latlar olinishi uning afzalligi bo'lsa, jarayonning uzoq vaqt davom

etishi (8–10 soat) va yoqilg'ining ko'p sarflanishi esa kamchiligi hisoblanadi.

Pechlarning ish unumini oshirish maqsadida shixta materiallarni suyultirishga yaxshilab tayyorlash, ularni pechga yuklashni mexanizatsiyalashtirish, jarayonni avtomatik boshqarish, ayniqsa, tabiiy gaz va kisloroddan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, pechga haydalayotgan havoning 30% kislorodga to'yintirilsa, jarayonning tezlashishi hisobiga ish unumi 20% ga ortib, yoqilg'i sarfi 10–15% ga kamayadi.

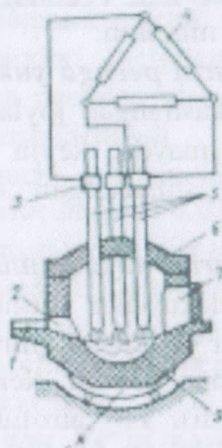
### 5-§. Elektr pechlarda po'lat ishlab chiqarish

7-rasmda sanoatda ko'p tarqalgan grafit elektrod-lar vertikal o'rnatilgan uch fazali o'zgaruvchan tokda ishlovchi tayanch sektorga o'rnatilgan va ma'lum burchakka buriladigan elektr pechning sxemasi keltirilgan.

Ma'lumki, asosli elektropech devorlari magnezit g'ishtidan terilgan bo'lib, sirtidan po'lat list bilan qoplangan. Pechning ship qismi (6) va tagligi (9) sferik shaklda bo'ladi. Katta hajmli (70–200 t) pechlarga shixtani yuklashni osonlashtirish maqsadida shipi ajraladigan qilib ishlanadi. Kichik hajmli (30 t gacha) pechlarning yon devorida unga shixta materiallarini yuklovchi darchasi (7) bo'ladi.

Eritilgan po'latni pechdan teshik (2) ga o'rnatilgan no'ri orqali chiqarish uchun uni maxsus mexanizm yordamida teshik tomon 40–45° ga shlakni chiqarish uchun es darchasi (7) tomonga 10–15° buriladi.

Pech bo'shlig'ida esa o'z tutqichlariga o'rnatilgan grafit elektrodlar (5) maxsus mexanizm bilan ship teshiklari orqali tushiriladi, ularning diametri pech hajmiga qarab 200–600 mm, uzunligi esa 3 m ga yetadi.



7-ravm. Elektrodli vertikal o'rnatilgan elektr yoy pechining sxemasi:

- 1 – nov; 2 – metall chiqarish tesligi; 3 – elektrod tutqichi;  
 4 – transformatorning ikkilancho cho'lg'ami; 5 – elektrodlar;  
 6 – pech shipi; 7 – shixtani yuklovchi darcha; 8 – segmentlar;  
 9 – taglik.

**Pechni ishga tushirish.** Dastavval pechga shixta materiallari yuklab unga elektrodlar tushirilib, transformatoridan egiluvchi mis kabellar orqali hajmiga qarab kuchlanishi 100–600 volti 1–10 kA tek yuboriladida, elektrodlar bilan shixtaning metall qismi orasida elektr yoy hosil qilinadi. Yoy issiqligi ta'sirida shixta qizib eriydi. Shuni qayd etish lozimki, grafit elektrod yongan sari yoy uzunligi rostlanadi. (Zarur bo'lsa, yangi elektrodlar rezba hisobiga burab uzaytiriladi). Shixtaning tozalik darajasiga ko'ra jarayon quyidagi usullarda olib boriladi:

**1. Qo'shimchalarni to'la oksidlash yo'li bilan po'lat olish.** Bu usulda olingan po'lat, tarkibida zararli qo'shimchalari ko'proq bo'lgan arzon shixta materiallar (88–90% gacha po'lat chiqindilari, 7–8% gacha qayta ishlangan cho'yan hamda 2–3% elektrod sinig'li va 2–3%

ohaktosh)dan iborat bo'ladi. Pechdagi jarayonni quyidagicha bosqichlarga ajratish mumkin:

**Shixta materiallarni pechga yuklash.** Pechning avvalgi suyuqlantirishda shikastlangan joylari bo'lsa, ular yamalib tuzatilgach, dastlab mayda, keyin esa yirik temir-tersak chiqindilari, qayta ishlanadigan cho'yan va ohaktosh kiritiladi.

**Shixta materiallarini suyuqlantirish.** Shixtaning metall bo'laklari ustiga elektrodlar tushirib rostlan-gach, tok zanjiriga ulanib elektr yoyi hosil qilinadi (ko'pincha yoyning barqaror yonishi uchun har bir elektrod tagiga yirik koks bo'lakchalari qo'yiladi). Yoy atrofida hosil bo'lgan yuqori temperaturali zona ta'sirida shixta materiallari qisqa vaqt ichida suyuqlanadi.

**Qo'shimchalarning oksidlanishi va shlakning ajralishi.** Shixta materiallarning suyuqlanish vaqtida temir ruda va pech atmosferasi kislorodi hisobiga avval Fe oksidlanib, hosil bo'lgan FeO metalli vannada erib, ajralayotgan kislorod Si, P, Mn va C ni oksidlay boshlaydi. Hosil bo'lgan oksidlar ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) FeO va MnO lar bilan birikib, shlak hosil qiladi. Odatda shlakda 15–20% FeO va 40–50% CaO bo'ladi.

Yuqori temperaturada shlakdagi temirning fosforli ( $\text{FeO}$ )- $\text{R}_2\text{O}_3$  birikmasi parchalanadi. Ajralib chiqqan  $\text{P}_2\text{O}_5$  dan fosfor uglerod bilan qaytarilib, yana metall vannaga o'tib qolishi mumkin. Buning oldini olish uchun hali pech temperaturasi u qadar ko'tarilmasdanoq shlakni pechdan chiqarish yoki uni shlakda barqaror birikma holida saqlash uchun pechga ko'proq ohaktosh kiritish lozim. Po'lat kutilgan tarkibga yaqinlashishi bilanoq birlamchi shlak pechdan chiqarilib ikkilamchi muhim bosqich, ya'ni uglerod oksidlana boshlaydi. Vannada oksidlanayotgan metallardan ajralayotgan CO gazi suyuq metallni shiddat bilan

aralashdirib, uni gazlar va nometall qo'shimchalardan tozalaydi. Agar olingan namuna spektral analiz qilinganda uning tarkibida fosfor miqdori belgilangandan ortiq bo'lsa, ikkilamchi shlak ham pechdan chiqarilib vannaga ma'lum miqdorda yana ohaktosh kiritiladi.

Ko'pincha ikkilamchi, uchlamchi shlak pechdan chiqarilgach metallidagi fosfor miqdori 0,01% gacha kamayadi.

Agar metallni qisman uglerodga to'yintirish zarur bo'lsa, vannaga ma'lum miqdorda elektrod parchalari, koks va ba'zan pista ko'mirda suyuqlantirilgan toza cho'yan kiritilib, pech darchalari bir necha daqiqa berkitilib uglerod miqdori kutilgan darajaga yetkaziladi.

*Po'latdagi FeO dan Fe ni qaytarish va uni oltingugurtdan tozalash.* Buning uchun vannadagi shlak sirtiga ma'lum miqdorda qaytaruvchi moddalar kukuni kiritiladi. Shlakdagi FeO dan Fe qaytaruvchilar bilan qaytarilayotgan vaqtda metallidagi FeO ning bir qismi shlakka o'tib metall FeO dan tozalanib boradi. Shuni ta'kidlash zarurki, metallning qaytarilish darajasi ortgan sari shlak rangi oqara boshlaydi. Uning tarkibida 55–60% CaO, 0,5% gina FeO bo'ladi. O'ta qizigan shlak tarkibida CaC<sub>2</sub> ning mavjudligi metallni oltingugurtdan tozalashga qulay sharoit yaratadi:



Bu jarayon 0,5–1 soat davom etadi. Odatda, vannadan namuna metall olinib kinyoviy tarkibi analiz qilinadi.

Agar legirlangan po'latlar olinadigan bo'lsa, vannaga ma'lum miqdorda legirlovchi elementlar yoki ularning qotishmalari, kiritiladi.

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

Agar shixta tarkibida qo'shimchalar miqdori yo'l qo'yilgan darajadan ortiq bo'lmasa, qisman oksidlash usuli qo'llaniladi. Qisman oksidlashda shixta materiallar

suyuqlangach metalda erigan FeO kislorodi hisobiga Si, P, Mn, C lar oksidlanadi va oksidlarni o'zaro birikishi bilan oq shlak ajrala boshlaydi, so'ngra metallardagi FeO dan Fe qaytaruvchilar yordamida qaytariladi. Qo'shimchalarni oksidlamasdan po'lat olishda faqat metall chiqindilargina qayta eritiladi.

#### *IV bob. RANGLI METALLAR VA ULARNING QOTISHMALARINI ISHLAB CHIQARISH*

##### **I-§. Mis ishlab chiqarish**

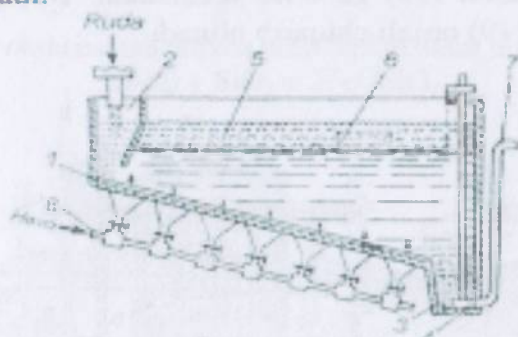
Mis tabiatda murakkab birikmalar (sulfid, oksid, karbonat, silikat) tarzida tog' jinslari tarkibida uchraydi. Kuzatishlarda aniqlanganki, 80% sulfidli, 15% ga yaqini oksidli va qolgan karbonatli, silikatli ma'dan (rudalar) bo'lib, tarkibida anchagina qum, gil-tuproq, ohak, magniy oksidlari, oz bo'lsada Ni, Zn, Pb, Ag, Au va boshqa metallar bo'ladi.

Mis ruda konlari Uralda, Qozog'istonda, O'zbekistonda va boshqa joylarda bor.

*Mis rudalarni boyitish.* Mis rudalarning tarkibida mis juda oz bo'lgani (0,5–2%) sababli, ularni flo-tatsion va qaynovchi qalam ostida ko'pincha boyitiladi.

*1. Flatatsion boyitish.* Bu usuldan sulfid va polimetall rudalarni boyitishda keng foydalaniladi. Bu usul metall va begona qo'shimcha zarrachalarining suv bilan turlicha ho'llanishiga asoslangan, 12-rasmdan ko'rinadiki, qurilma qiya tubli yashikka o'xshash bo'lib, unga suv bilan maxsus reagent (ozgina mineral yoki o'simlik moyi) kiritiladi. Keyin esa unga varonka orqali 0,05–0,5 mm gacha maydalangan mis rudasi kiritib, trubka to'qimasi (1) orqali havo haydaladi. Havo ruda zarrachalarini suyuqlik bilan yaxshi aralashtiradi.

Bu ishlov berishda begona jinlar namoqib vanna tubiga cho'kadi. Mis zarrachalar suv bilan yaxshi ho'llanmaganligi tufayli moy pardasiga chulg'anib, ko'pik tarzida yuqoriga qalqib chiqadi.

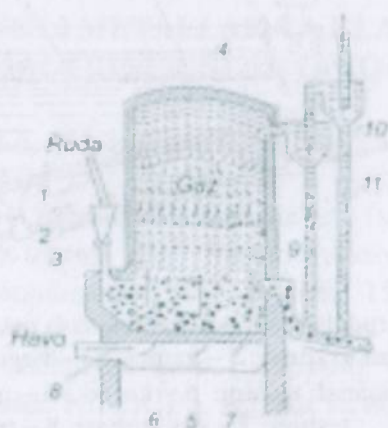


8-rasm. Mis rudalarini flotatsion boyitish mashinasining sxemasi: 1 – rezinalangan to'qima; 2 – kamera; 3 – begona jinlar; 4 – begona jinlarni chiqarish teshigi; 5 – ko'pik; 6 – mis konsentrat olish teshigi; 7 – suv trubasi; 8 – truba.

Jarayonda vanna tubiga yig'ilayotgan begona jinlar (3) ni zaruratga qarab teshik (4) orqali tashqariga chiqariladi. Vannada olingan mis konsentratini filtrlanib quritiladi. Unda mis miqdori 15–40% gacha ortadi. Lekin unda 15–35% S, 15–37% Fe va oz miqdorda SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO va boshqa qo'shimchalar bo'ladi. Misning bir qismi shlakka va ajraluvchi gazlarga ham o'tadi.

2. «Qaynovchi qatlam» ostida boyitish. Mis rudalarini tarkibidagi oltingugurt miqdorini kamaytirib boyitish uchun ularni yanada umumli maxsus qurilmalarda qayta ishlanadi. Bunday qurilmaning sxemasi 9-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, maydalangan ruda transportyor (1) dan bunker (2) orqali dozator (3) ga, undan ish kamerasi (4) ga o'tadi. Kameraga esa teshik (7) orqali 700–800°C gacha qizdirilgan havo shunday bosimda haydaladiki, bunda ruda zarrachalari

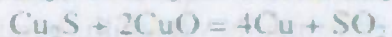
muallaq vaziyatda bo'lib, havo oqimi bilan yuvilib, bamisoli qaynaydi. Bu sharoitda ruda tarkibidagi sulfidlar va boshqa birikmalarning oksidlanishi tezlashadi. Bunda ajralayotgan gazlar siklon (10) ga o'tib tozalanadi. Boyigan konsentrat esa kanal (9) orqali chiqarib olinadi.



9-rasm. Mis rudalarini «qaynovchi qatlarni» ostida boyitish qurilmasiining sxemasi.

1 – transportyor, 2 – bunker, 3 – dozator, 4 – ishl kamerasi, 5 – havo kamerasi, 6 – nasadka, 7 – havo kiritish teshiklari, 8 – havo kiritish teshigi, 9 – kanal, 10 – siklonlar, 11 – trubalar.

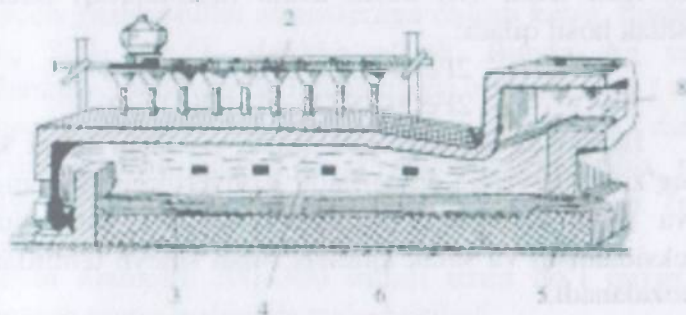
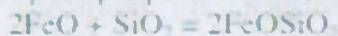
**Alangali pechlarda mis konsentratlaridan shteyn deb ataluvchi qotishma olish.** Odatda mis konsentratlaridan shteyn olish uchun qattiq, suyuq yoki gaz yoqilg'ularda ishlovchi alangali pechlardan foydalaniladi. Bunday pechlarning uzunligi 40 m, eni 10 m gacha, tubining yuzi 250 m<sup>2</sup> gacha yetadi. Bu pechlarda bir yo'la 100 t gacha konsentrat suyuq-lantiriladi (10-rasm). Pech temperaturasi 900°C dan 1200°C ga ko'tarilganda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Hosil bo'lgan sof mis temir sulfid bilan, temir sulfid esa reaksiyaga kiritilmay qolgan  $\text{Cu}_2\text{O}$  bilan reaksiyaga kiritiladi:



Temir oksid esa qumtuproq bilan birlashtirib, shlak hosil qiladi:



10-rasm. Alangali pechini sxemasi.

1 – bunker; 2 – varonka; 3 – pech tubi; 4 – shaxta; 5 – suyuq shteyn uchun teshik; 6 – shlak uchun teshik; 7 – o'txona; 8 – mo'r.

Shuni qayd etish kerakki, shteyn deb ataluvchi qotishma tarkibida o'rtacha 20–60% Cu, 10–60% Fe, 20–25% S va qisman Pb, Ag, Au, Zn, Ni va boshqa elementlar bo'ladi.

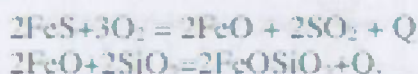
*Konvertorda suyuq shteyndan xomaki misni olish.* Konvertor diametri 3–4 m, uzunligi 6–10 m bo'lib, devorlari magnazit g'ishtidan terilib, sirtiga po'lat list qoplanadi va bandajlar bilan to'rt juft rolik (1) ga o'rnatilgan bo'ladi (11-rasm).

Konvertorni ishga tushirishdan oldin uni mexanizm (2) yordamida shunday holatga keltiriladiki, og'zidan avval kvarts bo'laklari, keyin  $1200^\circ\text{C}$  li shteyn quyilganda u haydaladigan turfa teshiklaridan tashqariga oqib ketmaydigan bo'lsin. Furnadagi teshiklar soni 40–50 ta, diametri

50 mm gacha bo'ladi, ular orqali konvertorga 1–1,4 MPa bosim ostida havo hgydalib, konvertor ish holatiga keltiriladi.

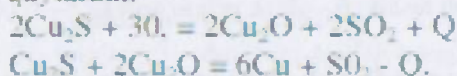
Konvertordan o'tadigan jarayonni ikki bosqichga ajratish mumkin:

**Birinchi bosqich.** Bu bosqichda konvertorga haydalayotgan havo kislorodi temir sulfidlarini oksidlaydi va hosil bo'lgan temir (II) oksid kvarts (qumtuproq) bilan birikib shlak hosil qiladi:



Jarayonda ajralayotgan shlak yig'ilishi bilan konvertor og'zidan kovshga chiqariladi. Konvertorga esa yangi shteyn va flyus kiritiladi. Birinchi bosqichda temir sulfidining oksidlanishi va shlak ajralishi bilan shteyn temirdan deyarli tozalanadi.

**Ikkinchi bosqich.** Bu bosqichda konvertordagi mis sulfid haydalayotgan havo kislorodi va  $\text{Cu}_2\text{O}$  bilan reaksiyaga kirishib misni qaytaradi:



Bu bosqich 2–3 soat davom etadi. Olingan misda 0,03–0,8% S, 0,03–0,1% Fe, 0,3–0,5%  $\text{N}_2$ , 0,1 % gacha  $\text{O}_2$ , juda oz miqdorda Rv, Ag, Au va boshqa qo'shimchalar bo'lgani uchun bunday mis xomaki mis deyiladi. Konvertordan ajralayotgan gazlarda 12–17%  $\text{SO}_2$  bo'lgani uchun uni changdan tozalab, sulfat kislota olishda foydalaniladi.

**Xomaki misni rafinirlash.** Agar xomaki misning tarkibida juda oz miqdorda Au, Ag kabi nodir metallar bo'lsa, olinadigan metallardan begona qo'shimchalar miqdoriga u qadar katta talablar qo'yilmasa, alangali pechlarda havo haydab rafinirlanadi. Bunda pechga kiritilgan xomaki mis suyultirilgach, unga diametri 20–40 mm li o'tga chidamli

material bilan qoplangan po'lat traba tushirilib, u orqali metall sathiga 0,2 MPa (2 atm) bosimda havo haydaladi. Havo kislorodi ta'sirida  $4[\text{Cu}] + \text{O}_2 = (2\text{Cu}_2\text{O})$  hosil bo'ladi hamda metallidagi qo'shimchalar Al, Si, Mn, Zn, Sn, Fe, Ni, Rb, S, Sb, As, V i lar ham oksidlanadi:  $[\text{Me}] + [\text{Su}_2\text{O}] = [\text{MeO}] + 2\text{Cu}$ ; bir vaqtda  $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} = 6\text{Cu} + \text{SO}_2$  reaksiya ham boradi.

Hosil bo'layotgan oksidlarning bir qismi  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{RbO}$ ,  $\text{ZnO}$  pech gazlari bilan atmosferaga chiqib ketsa, boshqalari  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  shlakka o'tadi. Bunda Ag va Au oksidlanmay, qaytarilgan mis tarkibida bo'ladi.

Begona jinslarni oksidlanish davri tugagach, metallni gazlardan tozalash uchun shlak pechdan chiqarilib, metall vannaga ma'lum miqdorda pista ko'mir kukuni (metall oksidlanmasligi uchun) kiritiladi.

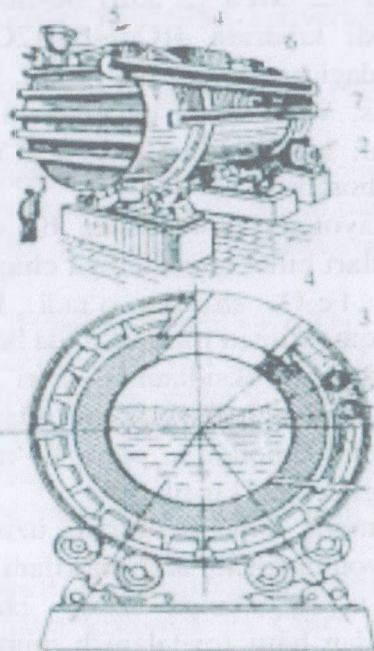
Keyin diametri 200–300 mm.li uzun ho'l qayin yoki qayrag'och tayoq tushirilib aralashtiriladi.

(Yog'och tayoq o'rniga tabiiy gazdan yoki boshqa qaytaruvchilardan ham foydalanish mumkin). Ajralayotgan uglevodorodlar va suv bug'lari mis oksiddan misni qaytarib, olingugurt va boshqa gazlardan tozalanadi:



*Misni elektrolitik rafinirlash.* Bunda juda toza mis olish bilan birga uning tarkibidagi nodir metallar (Au, Ag va boshqalar) ham ajratiladi. Bu jarayon ichki devori qo'rg'oshin list yoki vinoplast bilan qoplangan yog'och yoki beton vannalarda olib boriladi. Elektrolit esa mis kuporosining suvdagi 12–15% li eritmasi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ga 10–15% li sulfat kislotasi ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) aralashmasi qo'shib tayyorlanadi. Anod sifatida o'lchami 1x1 m va qalinligi 50 mm.li xomaki mis plastinkalardan, katod sifatida esa qalinligi 0,5–0,7 mm.li elektrolitik toza mis plastinkalardan foydalaniladi. Anodlar soni vannaning hajmiga qarab 20 dan 50

tagacha bo'lishi mumkin.



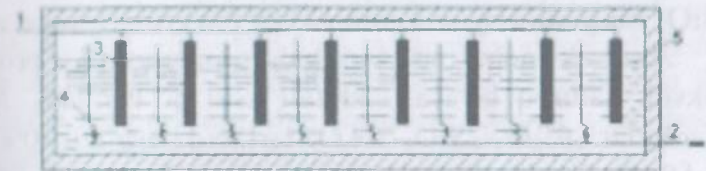
**11-rasm.** Silindr shaklidagi gorizontal konvertorning sxemasi: 1 – roliklar; 2 – konvertorni aylantiruvchi mexanizm; 3 – o'tga chidamli futerovka; 4 – konvertor og'zi; 5 – pechga flyus kiritish varonkasi; 6 – havo trubasi; 7 – furna.

Ular vannaga tushirilganda oralig'i 40 mm bo'ladi. Elektrolitli vannaga tushirilgan anodlar o'zgarmas tok manbaining musbat qutbiga, katodlar esa manfiy qutbiga ulanadi (16-rasm).

Elektrolitdan kuchlanishi 2–3 V va zichligi 100–150 A/m<sup>2</sup> li o'zgarmas tok o'tkaziladi. Anod plastinkalari elektrolitda erib, su kationlar tarzida eritmaga o'tadi. Mis ionlari katod plastinkalariga o'tib zaryadsizlanadi:  $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ .

Demak, elektroliz vaqtida anod plastinkalarining erib borishi bilan katod plastinkalari toza mis bilan qoplangan

boradi. Bunda begona qo'shimchalar vanna tubiga cho'kadi. Bu misning MOO, MO, MI, M2, M3, M4 markalari bo'ladi. MOO da misning miqdori 99,99% bo'ladi.



**12-rasm.** Misni elektroliz yo'li bilan rafinirlash vannasining sxemasi:

1 – anod shinasini; 2 – katod shinasini; 3 – anodlar; 4 – katodlar; 5 – elektrolit.

## 2-§. Alyuminiyni ishlab chiqarish

Alyuminiy tabiatda eng ko'p tarqalgan metall bo'lib, yer qobig'ining 8,8 foizini tashkil etadi. U juda aktivligi sababli tabiatda sof holda uchramaydi. Alyuminiy tog' jinslaridagi gidratlarda  $[AlO(OH)]$ ,  $Al(OH)_3$  va boshqa birikmalarda uchraydi.

Ulardan sanoatda foydalaniladiganlariga boksitlar, nefelinlar, apatitlar, alunitlar va kaolinlar kiradi.

Alyuminiy rudalarining yirik konlari Uralda, Sibirda, Kola yarim orolida, Leningrad viloyatida, Boshqirdistonda, O'rta Osiyo respublikalarida va boshqa joylarda bor.

Alyuminiyni alyuminiy birikmalaridan olish jarayoni ikki bosqichga ajratiladi:

1. Alyuminiy rudalaridan alyuminiy oksidini olish.
2. Alyuminiy oksidlaridan alyuminiy olish.

**Alyuminiy rudalaridan alyuminiy oksidlarini olish.** Alyuminiy rudalaridan alyuminiy oksidlarini olishda rudaning tarkibidagi begona jinslarning xiliga va miqdoriga qarab

ishqorli, kislotali va elektrotermik usullardan foydalaniladi.

Agar ruda tarkibida quntuproq oz. temir oksidi ko'proq bo'lsa, ishqorli usul qo'llaniladi. Masalan, boksit tarkibida 30–57%  $Al_2O_3$ ; 16–35%  $Fe_2O_3$ ; 3–13%  $SiO_2$ ; 2–4%  $TiO_2$ ; 3% gacha  $CaO$  va 10–18%  $H_2O$  bo'lib uning tarkibidagi  $SiO_2$  ishqorda eriydi. Temir oksidi esa erimay, oson ajraladi.

Agar aksincha ruda tarkibida quntuproq ko'proq, temir oksidi kamroq bo'lsa, kislotali usul qo'llaniladi. Masalan, kaolinlar ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) tarkibida esa 39–40%  $Al_2O_3$ ; 1,5%  $Fe_2O_3$ ; 36–45%  $SiO_2$ ; 15–20%  $H_2O$  bo'lib temir oksid kislotalada eriydi, quntuproq esa erimaydi.

Agar ruda tarkibida quntuproq ham, temir oksidi ham ko'p bo'lsa, elektrotermik usuldan foydalaniladi.

*Ishqorli usul.* Bu usul XIX asrning oxirida Rossiyada K.I. Bayer tomonidan ishlab chiqilgan. Bu usulda dastavva boksit maxsus pechda qizdirilib, keyin sharli tegirmonlarda kukun holiga kelguncha maydalanadi. So'ngra unga ma'lum miqdorda soda ( $Na_2CO_3$ ) va ohaktosh ( $CaCO_3$ ) kukunlar aralash-tiriladi, olingan aralashma bo'yi (80–150 m) diametri 2,5–5 m.li sekin aylanadigan barabanli pechda 1100°C temperaturagacha qizdiriladi. Bunda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Olingan massa (natriy alyuminat, natriy ferrit va kalsiy silikat) maxsus bakda 60°C temperaturali suv bilan ishlanadi. Bunda natriy alyuminat ( $Na_2O \cdot Al_2O_3$ ) va natriy ferrit ( $Na_2O \cdot Fe_2O_3$ ) lar suvda eriydi, kalsiy silikat ( $CaO \cdot SiO_2$ ) esa suvda erimay bak tagiga cho'kadi. Keyin esa bu eritma bakda chiqarilib, maxsus idishda gidrolizlanadi. Bunda natriy ferrit temir (III) gidroksid tarzida cho'kilib ajratiladi.



Endi eritmada natriy alyuminatning o'zi qoladi. Bu eritma olinib, uni suv quyilgan maxsus idishda karbonat anhidrid bilan ishlanib alyuminiy gidroksidi olinadi:



Alyuminiy gidroksid iviq cho'kma tarzida ajraladi, natriy karbonat esa eritmada qoladi. Alyuminiy gidroksid idishdan olinib, filtrlanadi. So'ngra aylana-digan qiya pechda 950–1200°C temperaturagacha qizdiriladi. Bunda u parchalanib alyuminiy oksidi hosil bo'ladi:



*Alyuminiy oksiddan alyuminiy olish.* Alyuminiy oksiddan alyuminiy elektroliz yo'li bilan olinadi. 13-rasmda elektrolizyor sxemasi keltirilgan. Vanna devorlari shamot g'ishti va ko'mir bloklardan terilgan bo'lib, sirtidan po'lat list bilan qoplanadi va beton poydevorga o'rnatiladi. Ko'mir bloklarga katod shinasini (7) joylashgan bo'lib, u o'zgarmas tok manbaining manfiy qutbiga, elektrolizyorga tushiriladigan ko'mir blok (3) anod vazifasini bajarib, u shirlar (1) orqali tok manbaining musbat qutbiga ulanadi. Elektrolit sifatida kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )dan foydalaniladi.

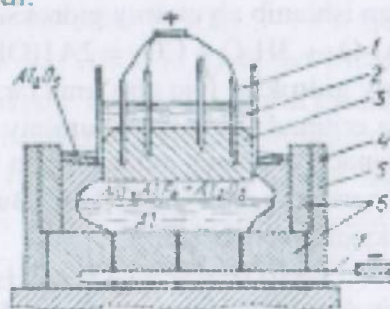
Jarayonni boshlash uchun elektrolizyorga 94–90% kriolit, 6–10% giltuproq kiritilib, tok zanjiri ulanadi. Bunda zanjirdan 4–10 V li 75000–15000 A tok o'tishida elektrolit 950–1000°C gacha qizib suyuqlanadi. Vannada quyidagi reaksiyalar boradi:



Katodga borib alyuminiy kationlari zaryadsizlanadi:  $\text{Al}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Al}$  va vanna tubiga suyuq alyuminiy yig'iladi. Yig'ilayotgan alyuminiy har 3–4 sutkada chiqarib turiladi.

Masalan, o'rta 1 t Al olish uchun 2 t alyuminiy oksidi, 0,1 t kriolit, 0,6 t anod massasi va 17000–18000 kVt-sout energiya sarflanadi. Shuni qayd etish zarurki, olingan alyuminiyda oz bo'lsa-da Fe, Si, Cu,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,

CO<sub>2</sub> gazlar bo'ladi.



13-rasm. Elektrolizyor sxemasi.

- 1 – anod shiflari; 2 – suyuq anod massasi; 3 – blok (anod);  
4 – kojux; 5 – shamot g'isht terilma; 6 – uglerod bloklari; 7 – katod shiflasi.



Agar bu alyuminiy maxsus kamerada 10–15 minut xlor bilan ishlansa, hosil bo'lgan  $\text{AlCl}_3$  suyultirilgan metall bilan aralashib uni gaz va nometall qo'shimchalardan tozalaydi. Suyultirilgan metall 30–45 daqiqada tindirilsa, tozaligi 99,5–99,85% ga yetadi.

Agar yana ham tozaroq alyuminiy olish zarur bo'lsa, uni elektrolitik usulda rafinirlanadi. Bu usulda anod rafinirlanuvchi alyuminiy bo'lsa, katod rafinirlangan alyuminiy plastinkalari bo'ladi. Elektrolit sifatida esa biror xlorid yoki florit tuzlarining suvdagi eritmasidan foydalaniladi. Elektroliz vaqtida anod plastinkalari elektrolitda erib, alyuminiy ionlari katodga yig'iladi. Turli qo'shimchalar esa vanna tubiga cho'kadi.

Bu usulda olingan nihoyatda toza alyuminiyning A999 (99,999% Al), A995 (99,995% Al), A99 (99,99% Al), A97 (99,97% Al), A95 (99,95% Al) va texnik toza A85, A8, A7, A6, A5, A0 (99,0% Al) markalari bo'ladi.

## Takrorlash uchun savollar

1. Metallar va ularning qo'llanilish sohalarini aytib bering.
2. Cho'yan ishlab chiqarishda foydalaniladigan shixta materiallari va ularga qo'yilgan talablarni aytib bering.
3. O'tga chidamli materiallar xili va ishlatilish joylarini aytib bering.
4. Domna pech, yordamchi qurilma tuzilishini va ishlash sxemasini tushuntiring.
5. Domna pech mahsulotlari va ishlatilish joylarini aytib bering.
6. Domna ishlashida kechadigan jarayonlarni aytib bering.
7. Domna pechi ishining texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlari qanday aniqlanadi?
8. Po'latlarning ishlab chiqarish usullarini aytib bering.
9. Yuqori sifatli po'lat olish usullari haqida ma'lumot bering.
10. Mis, alyuminiy, rudalari, ulardan mis, alyuminiy, elementlarni olish usullarini aytib bering.

## IKKINCHI BO'LIM

### MATERIAĚSHUNOSLIK ASOSLARI

Bu bo'linda konstruksion materiallarning ichki tuzilishi, kimyoviy tarkibi va xossalari orasidagi miqdoriy hamda sifat ko'rsatkichlari bog'liqligiga oid qator masalalar o'rnatiladi.

#### *V bob.* MATERIALLARNING TUZILISHI, KRISTALLANISHI VA ALLOTROPIK SHAKL O'ZGARISHLARI

##### I-§. Umumiy ma'lumot

Ma'lumki, materiallar metall va nometallarga ajratiladi. Nometall materiallarga sopol, shisha, plastmassa va boshqalar kirishib ularning atomlari fazoviy panjarada metallar singari ma'lum tartibda emas, balki tartibsiz joylanadi. Ular aniq temperaturada suyuqlanmaydi, qizdirganda avvaliga yumshab keyin suyuqlanadi. Shu boisdan ularning fizikaviy, kimyoviy, mexanikaviy va texnologik xossalari metallarnikidan farqlanadi. Metallarga kelsak, ularning turiga ko'ra fazoviy panjaralari xil va ularda atomlarning joylanishi har xil tartibda bo'ladi va ularda asosan quyidagi fazoviy kristall panjaralar ko'proq uchraydi.

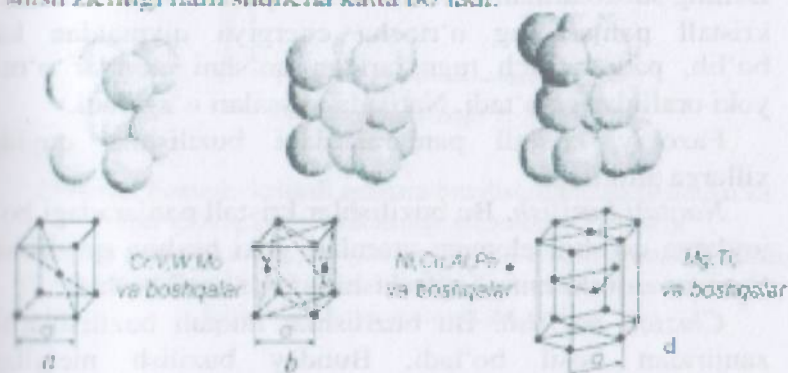
1. *Hajmi markazlashgan elementar kub panjara.* Bunday fazoviy kristall panjarada metall atomlarining 8 tasi kubning uchlarida, bittasi esa kub markazida joylashgan bo'ladi (21-rasm, a). Bu xil fazoviy kristall panjara Fe, Cr, W, V, Mo, Nb, Ta, Li va boshqa metallarga xosdir.

2. *Yoqlari markazlashgan elementar kub panjarada.* Bunday fazoviy kristall panjarada metall atomlarining 8 tasi kubning uchlarida va 6 tasi kub yoqlarining markazida

joylashgan bo'ladi (21-rasm, b). Bu xil fazoviy kristalli panjara  $Fe, Al, Cu, Pb, Au, Ag$  va boshqa metallarga xosdir.

3. *Olti qirrali (geksogonal) elementar panjara.* Bunday fazoviy kristall panjarada metall atomlarining 12 tasi olti qirrali prizmaning uchlarida, 2 tasi ustki va ostki asoslar markazida va 3 tasi yoqlar o'rtasida joylashgan bo'ladi (14-rasm, d). Bu xil fazoviy kristall panjara  $Zn, Cd, Mg, Ni, Co, Ti$  va boshqa metallarga xosdir. Geksogonal panjara parametrini prizma tomonini ( $a$ ) va bo'yini ( $s$ ) harflar xarakterlaydi.

Elementar fazoviy panjaradagi atoriga eng yaqin masofada joylashgan qo'shni atomlar soniga koordinatsion son ( $K$ ) deyiladi. Masalan, hajmi markazlashgan elementar kub panjarada  $K=8$ , yoqlari markazlashgan elementar kub panjarada  $K=12$  ga teng bo'ladi.  $K$  ning qiymati qancha katta bo'lsa, atomlarning joylashish zichligi ham shuncha katta bo'ladi.



**14-rasm.** Fazoviy kristall panjaralarning turlari:

a – hajmi markazlashgan elementar kub panjara; b – yoqlari markazlashgan elementar kub panjara; d – olti qirrali (geksogonal) elementar kub panjaralar.

Masalan,  $K=8$  bo'lganda atomlarning joylashish zichligi 68%,  $K=12$  bo'lganda esa 74% dir.

Fazoviy kristall panjaraning turli kristallografik tekisliklarida atomlar zichligi turlicha bo'lganligi uchun bu tekisliklar bo'ylab xossalari ham har xil bo'ladi. Metallarning bunday xususiyatiga anizotropiya deyiladi. Metallarda bu xususiyatni, masalan, mis monokristallida ko'rish mumkin. Agar misning mono-kristallini olib, uning turli kristallografik tekisliklar yo'nalishidan namunalar kesib olib, sinab ko'rilganda, ularning cho'zilishdagi mustahkamligi  $\sigma_0=146$  dan  $350$  MPa gacha, nisbiy uzayishi  $\delta=10-55\%$  gacha o'zgarishi aniqlangan.

Real metallarning kristallanishi jarayonida unda turli qo'shimchalar borligi tufayli metall atomlarining ba'zi uchastkalarida atomlarini batartib joylanishi buziladi. Buning sabablaridan biri shundaki, ayrim atomlar energiyasi kristall panjaraning o'rtacha energiya qiymatdan katta bo'lib, panjara uch tugunlaridan qo'shni atomlar o'rniga yoki oraliqlariga o'tadi. Natijada xossalari o'zgaradi.

Fazoviy kristall panjaralardagi buzilishlar quyidagi xillarga ajratiladi:

*Nuqtali buzilish.* Bu buzilishlar kristall panjaradagi bo'sh joylarga qo'shni element atomlari yoki boshqa qo'shimcha element atomlarining joylashishi tufayli hosil bo'ladi.

*Chiziqli buzilish.* Bu buzilishlar nuqtali buzilishlarning zanjiridan hosil bo'ladi. Bunday buzilish metallarga termomexanik ishlov berishda yuzaga keladi.

*Sirt buzilish.* Bu xil buzilishlar ko'pincha metall sirtida sodir bo'lib, nuqtali va chiziqli buzilishlarning qo'shilishidan hosil bo'ladi.

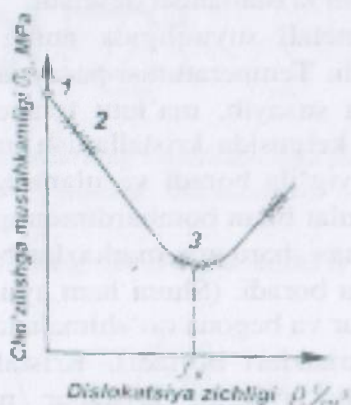
Fazoviy kristall panjarada buzilishlar qancha kam bo'lsa, ular shuncha ideal tuzilishga yaqin bo'ladi.

Agar ideal (absolyut sof) tenniurning cho'zilishga mustahkamligini ( $\sigma_0$ ) atomlararo tortishish kuchlari orqali hisoblasak, u  $2500-3000$  MPa atrofida bo'lsa, real, texnik

temirning cho'zilishga mustahkamligi 250–300 MPa bo'ladi.

15-rasmida metallarning fazoviy kristall panjara buzilish darajasi ( $\rho$ ) ga bog'liq holda cho'zilishga mustahkamligi ( $\sigma_b$ ) ning o'zgarish grafigi tasvirlangan.

Grafikdan ko'rinadiki,  $\rho$  orta borib,  $\rho_k$  qiymatga qadar  $\sigma_b$  ning qiymati kamaya boradi. So'ngra orta boshlaydi.



**15-rasm.** Fazoviy kristall panjara buzilish darajasi ( $\rho$ ) ga ko'ra cho'zilishga mustahkamligi ( $\sigma_b$ ) ning o'zgarishi:

- 1 – nazariy mustahkamlik; 2 – juda ingichka tolaning mustahkamligi;
- 3 – yumshatilgandagi mustahkamlik; 4 – termik, termomexanik ishlovdan keyingi mustahkamlik.

Buning boisi shundaki, buzilish darajasining  $\rho_k$  qiymatga yetgandan keyin ortib borishida bir-biriga parallel dislokatsiyalargina emas, balki turli tekisliklarda ham buzilishlar sodir bo'lib, ular bir-birining siljishiga qarshilik ko'rsatib metallning cho'zilishga mustahkamligi birmuncha ortadi. Bu hol metallarga termik hamda termomexanik ishlov berish jarayonida ko'riladi.

Fazoviy kristall panjaraning turli kristallografik tekisliklarida atomlar zichligi turlicha bo'lganligi uchun bu tekisliklar bo'ylab xossalari ham har xil bo'ladi. Metallarning bunday xususiyatiga anizotropiya deyiladi. Metallarda bu xususiyatni, masalan, mis monokristallida ko'rish mumkin. Agar misning mono-kristallini olib, uning turli kristallografik tekisliklar yo'nalishidan namunalar kesib olib, sinab ko'rilganda, ularning cho'zilishdagi mustahkamligi  $\sigma_b=146$  dan  $350$  MPa gacha, nisbiy uzayishi  $\delta=10-55\%$  gacha o'zgarishi aniqlangan.

Real metallarning kristallanishi jarayonida unda turli qo'shimchalar borligi tufayli metall atomlarining ba'zi uchastkalarida atomlarini batartib joylanishi buziladi. Buning sabablaridan biri shundaki, ayrim atomlar energiyasi kristall panjaraning o'rtacha energiya qiymatidan katta bo'lib, panjara uch tugunlaridan qo'shni atomlar o'rniga yoki oraliqlariga o'tadi. Natijada xossalari o'zgaradi.

Fazoviy kristall panjaralardagi buzilishlar quyidagi xillarga ajratiladi:

*Nuqtali buzilish.* Bu buzilishlar kristall panjaradagi bo'sh joylarga qo'shni element atomlari yoki boshqa qo'shimcha element atomlarining joylashishi tufayli hosil bo'ladi.

*Chiziqli buzilish.* Bu buzilishlar nuqtali buzilishlarning zanjiridan hosil bo'ladi. Bunday buzilish metallarga termomekanik ishlov berishda yuzaga keladi.

*Sirt buzilish.* Bu xil buzilishlar ko'pincha metall sirtida sodir bo'lib, nuqtali va chiziqli buzilishlarning qo'shilishidan hosil bo'ladi.

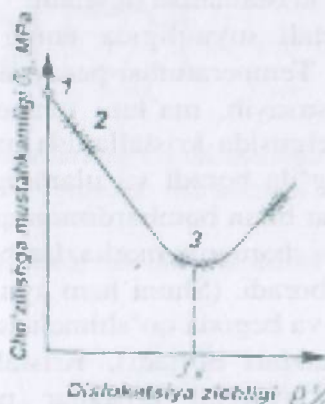
Fazoviy kristall panjarada buzilishlar qancha kam bo'lsa, ular shuncha ideal tuzilishga yaqin bo'ladi.

Agar ideal (absolyut sof) temurning cho'zilishga mustahkamligini ( $\sigma_b$ ) atomlararo tortishish kuchlari orqali hisoblasak, u  $2500-3000$  MPa atrofida bo'lsa, real, texnik

temirning choʻzilishga mustahkamligi 250–300 MPa boʻladi.

15-rasmida metallarning fazoviy kristall panjara buzilish darajasi ( $\rho$ ) ga bogʻliq holda choʻzilishga mustahkamligi ( $\sigma_b$ ) ning oʻzgarish grafigi tasvirlangan.

Grafikdan koʻrinadiki,  $\rho$  orta borib,  $\rho_k$  qiymatga qadar  $\sigma_b$  ning qiymati kamaya boradi. Soʻngra orta boshlaydi.



**15-rasm.** Fazoviy kristall panjara buzilish darajasi ( $\rho$ )ga koʻra choʻzilishga mustahkamligi ( $\sigma_b$ )ning oʻzgarishi:

- 1 – vaziriy mustahkamlik; 2 – juda ingichka tolaning mustahkamligi;  
 3 – yumshatilgandagi mustahkamlik; 4 – termik, termomexanik ishlovdan keyingi mustahkamlik.

Huning boisi shundaki, buzilish darajasining  $\rho_k$  qiymatga yetgandan keyin ortib borishida bir-biriga parallel dislokatsiyalargina emas, balki turli tekisliklarda ham buzilishlar sodir boʻlib, ular bir-birining siljishiga qarshilik koʻrsatib metallning choʻzilishga mustahkamligi birmuncha ortadi. Bu hol metallarga termik hamda termomexanik ishlov berish jarayonida koʻriladi.

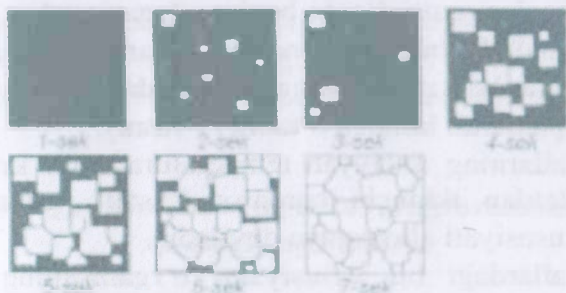
## 2-§. Metallarning kristallanishi

Har qanday metall sharoit o'zgarishiga qarab doimo kichik erkin energiyali barqaror holatga o'tishga intiladi.

Metall atomlarining betartib harakatda bo'lgan suyuq holatdan, atomlari batartib joylashgan qattiq holatga o'tish jarayoni birlamchi kristallanish deyiladi.

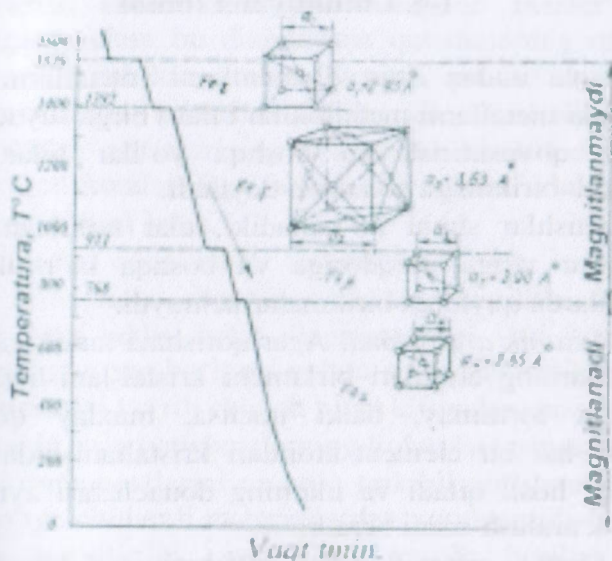
Ma'lumki, metall suyuqligida uning atomlari betartib harakatda bo'ladi. Temperaturasi pasaygan sari atomlarning betartib harakati susayib, ma'lum temperaturadan boshlab ayrim joylarida kelgusida kristallanish markazlar bo'luvchi atomlar guruhi yig'ila boradi va ularning ba'zilari betartib harakatdagi atomlar bilan bombardimon qilinsa, ba'zilari esa qilinmay «tug'ma», barqaror markazlar bo'lib, ular atrofida metall kristallana boradi. (Shuni ham aytish joizki, metallda erimagan oksidlar va begona qo'shimchalar zarrachalari ham kristallanish markazlari bo'ladi). Kristallanishni dastlabki davrida hosil bo'layotgan kristallar ma'lum geometrik shaklli bo'lib, erkin o'sa boradi. Lekin ularning birinchi ikkinchisidan o'zining o'lchamlari va o'sish yo'nalishi bilan farq qiladi. Bu o'sayotgan kristallar bir-biri bilan to'qnashgandagina avvalgi yo'nalishlari bo'yicha o'sishi to'xtab, o'sishga qarshiligi bo'lmagan yo'nalish bo'ylab o'sa boradi. Shunday qilib kristallanish tugaganda har xil shaklli, o'lchamli va turli tomonga yo'nalgan donachalar hosil bo'ladi.

Donachalar shakli esa kristallarning markazlar soni ( $M$ ) ga, kristallarning o'sish tezligi ( $K$ ) ga qarab o'zgaradi (16-rasm). Metallarni kristallanish qonuniyatini o'rganishning amaliy ahamiyati katta, chunki mayda donachali metallarning puxtaligi va plastikligi yirik donachalarga qaraganda yuqori bo'ladi.



16-rasm. Metallarning kristallanishda donachalarning hosil bo'lish sxemasi.

### 3-§. Metallning allotropik shakl o'zgarishlari



17-rasm. Temirning suyuq holatidan uy temperaturasigacha sovib borishida allotropik shakl o'zgarishidagi kritik temperaturalar grafigi.

Sanoatda ko'p foydalaniladigan metallar (Fe, Co, Sn, Ti va boshqalar) qattiqligida bosim o'zgarmasdan temperatura o'zgarganda kichik erkin energiyali barqaror holatga intilishi sababli ular bir kristall panjarali holatdan boshqa tuzilishdagi kristall panjarali holatga o'tadi (17-rasm).

Metallarning muayyan temperaturada bir kristall panjarali holatdan ikkinchi barqaror kristall panjarali holatga o'tish xususiyati allotropiya deyiladi.

Metallardagi bu xususiyatni o'rganishning ahamiyati g'oyat katta, chunki bu xususiyatlar asosida ularning termik ishlovlari yotadi.

## VI bob. QOTISHMALAR

### I-§. Umumiy ma'lumot

Ikki va undan ortiq elementlarni (metallarni metallar bilan yoki metallarni metalloidlar bilan) birga suyuqlantirish, qizdirib qovushtirish va boshqa yo'llar bilan olingan murakkab birikmaga *qotishma* deyiladi.

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, ular tarkibiga kiruvchi elementlar xiliga, miqdoriga va boshqa ko'rsatkichlariga ko'ra, ularda quyidagi birikmalar uchraydi:

1. *Mexanik aralashma*. Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari birlamchi kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay, balki qochsa, bunday qotishmaga kiruvchi har bir element atomlari kristallanishida mustaqil kristallar hosil qiladi va ularning donachalari ayrim-ayrim mexanik aralashmani beradi.

2. *Qattiq eritma*. Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari bir-birida to'la yoki cheklan-gan holda erisa bunday qotishmalarga qattiq eritmalar deyiladi. Bu xususiyat qattiq holatda ham saqlanadi.

3. *Kimyoviy birikma*. Birlamchi kristallanish jarayonida elementlarning o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishuvi natijasida hosil bo'lgan birikmalarga kimyoviy birikma deyiladi. Bu birikmalar kristall panjaralari ularnikidan o'zgacha bo'ladi.

## 2-§. Qotishmalarning holat diagrammalari va ularning tuzilishi

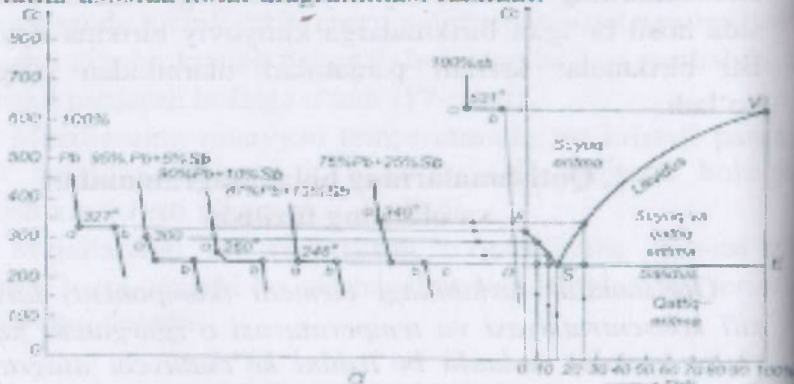
*Qotishmalar tarkibidagi element (komponent) larining xili konsentratsiyasi va temperaturasi o'zgarganda fazalarining qanday holatda bo'lishini ko'rsatuvchi diagramma shu qotishmaning holat diagrammasi deyiladi.*

Qotishmalarning holat diagrammasi uning ayni sharoitda eng kichik erkin energiyali barqaror fazalar holatini ko'rsatgani uchun bu diagramma qotishmaning muvozanat diagrammasi deb ham ataladi. Demak, qotishmalarning holat diagrammasidan kristallanish davrida fazalarning hamda ularga ko'ra xossalarning o'zgarishi kuzatiladi. Shuning uchun qotishmalarning holat diagrammalarining amaliy ahamiyati g'oyat katta.

Ma'lumki, qotishmalar tarkibiga kiruvchi komponentlar ortishi bilan holat diagrammalarining tuzilishi murakkablashadi. Eng oddiy holat diagrammalari ikki komponentli qotishmalarga xos bo'lgani uchun shu qotishmalarning holat diagrammasini ko'rib chiqish bilan kifoyalanamiz.

Amalda aniq qotishmalarning holat diagrammasini tuzish uchun komponentlarini va aniq tarkibli qotishmalarini olib, ularni o'tga chidamli materiallardan yasalgan idishga kiritib, pechda suyultirilib, asta-sekin sovitib boriladi. Bunda ularning kristallana boshlashi va tugashi temperaturalarining o'zgarishi termo-elektrik pirometr, strukturasi esa maxsus metallografik mikroskop yordamida kuzatib, olingan mate-

riallar asosida holat diagrammasi tuziladi.



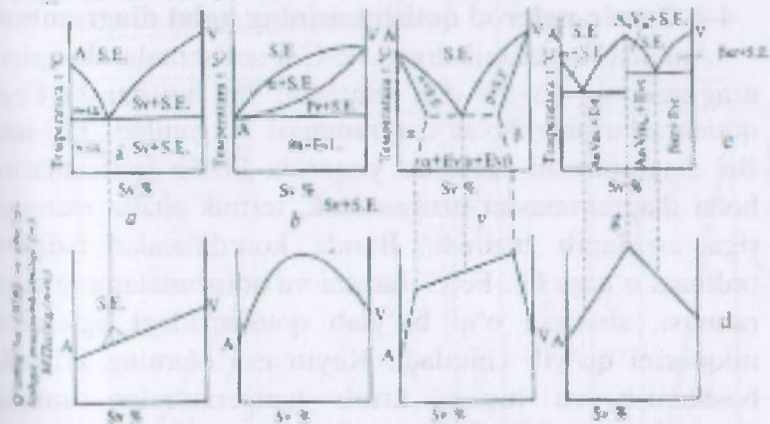
18-rasm. Pb-Sb qotishmalari holat diagrammasining tuzilishi.

Masalan, Pb-Sb qotishmasining holat diagrammasini tuzish uchun avvalo Pb va Sb larni va turli konsentratsiyali qotishmalarini olib, ularning kritik temperaturalarini aniqlaymiz. Aniqlangan materiallar asosida har biri uchun sovutish egri chiziqlari chizilib, koordinatalar tizimining ordinata o'qi bo'ylab ularning kritik temperaturalarining absissa o'qi bo'ylab konsentratsiyalarini qo'yib, qotishmalarning kristallana boshlanish temperaturalarini va kristallanishning tugash temperaturalarini o'z konsentratsiyalariga o'tkazib, ular o'zaro tutashtirilsa, qotishmaning holat diagrammasi tuziladi (18-rasm).

Shuni qayd etish joizki, qotishma tarkibiga kiruvchi komponentlar suyuq holatda bir-birida to'la erib kristallanish jarayonida bir-biriga tortilmay, har biri mustaqil kristallar hosil qilsa, 19-rasm, a dagidek, agar suyuq ham qattiq holatda ham bir-birida istalgan miqdorda eril kimyoviy birikma hosil qilmasa, 26-rasm, b dagidek, agar qotishma tarkibiga kiruvchi komponentlar suyuq holatda bir-birida to'la erib, qattiq holatda ma'lum miqdordagina eri-

olsa, bunday qotishmalar qattiq holatida komponentlari cheklangan miqdorda eriydigan qotishmalar.

19-rasm. d dagidek, agar qotishma tarkibiga kiruvchi komponentlar suyuq holatda bir-birida erib, qattiq holatda barqaror kimyoviy birlikka hosil qilsa, ularni  $A_nV_m$  tipidagi oddiy formula bilan ifodalash mumkin, ular 26-rasm. e dagidek, holat diagramma hosil bo'ladi.



19-rasm. Qotishmalarning xarakterli holat diagrammalari va xossalarning o'zgarishi:

a – mexanik aralashma; b – eruvchanligi cheklanmagan qattiq eritma; d – eruvchanligi cheklangan qattiq eritma; e – kimyoviy eritma.

### 3-§. Fazalar qoidasi haqida ma'lumot

Muvozanat holatdagi qotishmalarni erkinlik darajasi bilan komponentlar, fazalar va o'zgaruvchan tashqi omillar (temperatura, bosim) ning bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$C = K - F + O'$$

bu yerda,  $K$  – komponentlar soni,  $F$  – fazalar soni,  $O'$  – o'zgaruvchan tashqi omillar.

Agar  $O_1$  faktorni faqat temperaturasi o'zgarsa, unda

$$C = K - F + 1 \text{ teng bo'ladi.}$$

Masalan,  $K = 1$ ,  $F = 2$  bo'lsa,  $C = 1 - 2 + 1 = 0$  bo'ladi. Bu shuni ko'rsatadiki, ayni sharoitda tizim muvozanat holda bo'ladi. Masalan, kritik temperaturasi ortsa yoki kamaysa, fazalarning muvozanat holati buziladi.

#### 4-§. Temir-uglerod qotishmasining holat diagrammasi

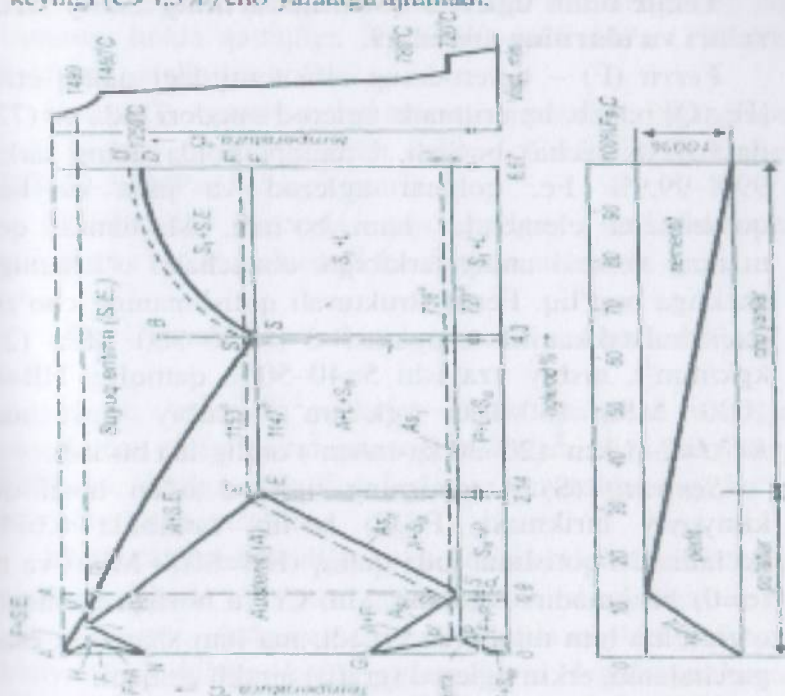
Avvalda foydalaniladigan Fe-C li qotishmalarida uglerodning miqdori 4,5–5% dan ortmaydi. Shu boisdan Fe-Fe<sub>3</sub>C li qotishmalarining holat diagrammasi o'rganiladi (20-rasm). Bu diagrammani tuzishda yuqorida Pb-Sb qotishmasining holat diagrammasini tuzilganidek, termik analiz materiallariga asoslanib tuziladi. Bunda koordinatalar tizimining ordinata o'qi ga Fe, Fe<sub>3</sub>C larnini va qotishmalarning temperaturasi, absissa o'qi bo'ylab qotishmadagi uglerodning miqdorini qo'yib chiqiladi. Keyin esa ularning kristallana boshlanish va tugash kritik temperaturalari aniqlanib (sovitish egri chiziqlaridan) absissa o'qida ularni tegishli uglerod konsentratsiyali joyiga o'tkazib, kristallana boshlanish va tugash temperaturalarini ko'rsatuvchi nuqtalarni o'zaro tutashtirilganda holat diagramma hosil bo'ladi. Diagrammani chap tomonidagi ordinata chizig'idagi A nuqta temirning suyuqlanish temperaturasi, N va G nuqtalar esa uning allotropik shakl o'zgarish temperaturasi va o'ng tomondagi vertikal chiziqdagi D nuqta temir karbidining suyuqlanish temperaturasi ko'rsatadi.

Agar absissa o'qidagi 2,14% uglerodni ko'rsatuvchi nuqtadan vertikal chiziq o'tkazib, diagrammani ikki qismga ajratsak, chap qismi po'latlarga, o'ng qismi esa cho'yanlarga taalluqli bo'ladi.

---

\* Fe<sub>3</sub>C suyuqlanish temperaturasi 1250°C bo'ladi.

Po'latlarga taaluqli qismini po'latlar tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra evtektoid ( $C=0,8\%$ ), evtektoidgacha ( $C<0,8\%$ ) va evtektoiddan keyingi po'latlarga ( $0,8<C<2,14\%$ ), xuddi shuningdek, cho'yanlarni ham tarkibidagi uglerod miqdoriga ko'ra evtektikali ( $C=4,3\%$ ), evtektikagacha ( $2,14<C<4,3\%$ ) va evtektikadan keyingi ( $C>4,3\%$ ) cho'yanlarga ajratiladi.



20-rasm. Temir-uglerod qotishmalarining holat diagrammasi.

Diagrammani  $ABCD$  chizig'i kristallana boshlanish chizig'i bo'lib, undan yuqorida qotishma suyuq eritma holatda bo'ladi (bu chiziq likvidus chizig'i deb ataladi).  $AHJECF$  chizig'i qotishma kristallanishining tugash chizig'i bo'lib, undan pastda esa qotishma qattiq eritma holatda bo'ladi (bu chiziq solidus chizig'i deyiladi). Qotishma  $ABCD$  va  $AHJECF$  chiziqlar orasida suyuq

hamda qattiq holatda bo'ladi. *AHN* chiziq yuqori temperaturada ferrit oblastini biktiradi. Qotishmalarni suyuq eritma holatidan asta-sekin uy temperaturasigacha sovutilganda faza (struktura) o'zgarishlarini holat diagrammadan har bir qotishma uchun temperaturasiga qarab kuzatish mumkin.

**Temir bilan uglerod qotishmalarining asosiy strukturalari va ularning xossalari.**

*Ferrit (F)* – uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi [ $Fe_3(Q)$ ] bo'lib, bu eritmada uglerod miqdori juda oz ( $727^{\circ}C$  da 0,02% gacha) bo'ladi. Umumiy holda uning tarkibida 99,8–99,9% Fe, qolgani uglerod va juda oz boshqa qo'shimcha elementlar ham bo'ladi. Ma'lumki, qotishmaning xossasi uning tarkibiga, donachalar o'lchamiga va shakliga bog'liq. Ferrit strukturali qotishmaning cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi  $\sigma_{0.2}=250-300$  MPa (25–30 kgk/mm<sup>2</sup>), nisbiy uzayishi  $\epsilon=40-50\%$ , qattiqligi HB=800–1000 MPa (80–100 kgk/mm<sup>2</sup>), zarbiy qovushoqligi,  $KCV=2-3$  J/m<sup>2</sup> (20–30 kg-m/sm<sup>2</sup>) oralig'ida bo'ladi.

*Sementit (S)* – temirning uglerod bilan hosil qilgan kimyoviy birikmasi ( $Fe_3C$ ) bo'lib, tarkibida 6,67% C bo'ladi. Bu qotishma juda qattiq (HB=8000 MPa) va mo'rt ( $\sigma=0$ ) birikmadir. Sementit Mn, Cr va boshqa elementlarni o'zida ma'lum miqdorda eritadi, ma'lum sharoitda esa o'z parchalanib, erkin uglerod (grafit) ajralib chiqadi.

*Austenit (A)* – uglerodning gamma temirdagi qattiq eritmasi  $Fe_3(C)$  bo'lib, bu eritmada  $1147^{\circ}C$  temperaturada 2,14% gacha uglerod bo'ladi. Lekin temperaturasi pasaygan sari uglerodning gamma temirda erishi susaya boradi. Austenitning qattiqligi HB= 1600–2000 MPa (160–200 kgk/mm<sup>2</sup>), nisbiy uzayishi  $\epsilon=40-50\%$  oralig'ida bo'ladi.

*Perlit (P)* – ferrit bilan sement fazalarining mexanik aralashmasi bo'lib, uning tarkibida 0,8% uglerod bo'ladi. Perlit strukturali qotishmaning xossalari uning tarkibidagi

fazalar miqdoriga bog'liq. Umumiy holda qattiqligi  $HB=1800-2200$  MPa ( $180-220$  kgk/mm<sup>2</sup>) oralig'ida bo'ladi.

*Ledeburit (L)* – austenit bilan sementitning mayda donachalaridan iborat bo'lgan mexanik aralashma bo'lib, tarkibida 4,3% uglerod bo'ladi. Bunday strukturali qotishmaning xossasi tarkibiga va donachalar o'lchamiga bog'liq. Umumiy holda qattiqligi,  $HB=3000-4500$  MPa ( $300-450$  kgk/mm<sup>2</sup>) oralig'ida bo'ladi.

*Grafit (G)* – asosiy metall massasida plastinka, sharsimon yoki hodroq shaklidagi erkin uglerod. Grafitning qattiqligi  $HB=30-50$  MPa ( $3-5$  kg-k/mm<sup>2</sup>).

Qotishmada yuqorida qayd etilgan strukturalardan tashqari oz bo'lsada, boshqa fazalar ham uchraydi.

### **5-§. Uglerodli po'latlarning tasnifi va markalari**

Odatda, uglerodli po'latlar ishlab chiqarish usuliga, oksidlardan elementlarni qaytarilganlik darajasiga, kimyoviy tarkibiga, sifatiga, ishlatilish joylariga va strukturasi ko'ra bir necha turga ajratiladi.

Ishlab chiqarish usuliga ko'ra konvertorlarda, marten va elektropechlarda olingan, qaytarilganlik darajasiga ko'ra qaytarilmagan, chala qaytarilgan va to'la qaytarilganlarga, kimyoviy tarkibiga ko'ra uglerodli va legirlanganlarga, sifatiga ko'ra oddiy sifatlilarga, sifatli va yuqori sifatli larga, ishlatilish joyiga ko'ra konstruksion, asbobsozlik va maxsus xossali po'latlarga, strukturasi ko'ra ferritli, perlitli, ferrit-perlitli, perlit-ferritli va perlit-sementitli po'latlarga ajratiladi.

Quyidagi 5-jadvalda A guruhga kiruvchi oddiy sifatli, B guruhga kiruvchi sifatli po'lat markalari va ishlatilish joylariga misollar keltirilgan V guruh haqidagi ma'lumotlar jadvalda keltirilmagan.

Markalari	A guruhdagi po'latlar			B guruhdagi po'latlar			Ishlatilish joylari
	$\sigma_s$ , MPa	$\sigma_t$ , MPa	$\sigma_5$ , %	Markalari	C, %	Mn, %	
S0	300	-	25	BSt0	0,23 (ko'pi bilan)	-	Tagliklar, so'stiqlar
St 1kp St 1ps, St kp St 2 kp St 2ps, St 2sp	300-390 310-410 320-410 330-430	- - 215 215	35 34 33 32	BSt 1kp, BSt 1ps BSt 1sp BSt 2kp, BSt 2ps BSt 2sp	0,06-0,12 0,06-0,12 0,09-0,15 0,09-0,15	0,25-0,50 0,25-0,50 0,25-0,50 0,25-0,50	Ushchilik muhim bo'lmagan qurilish konstruksiyasi elementlari (yebalar, parchin moslar, bolta)ni tayyorlashda
St 3kp St 3ps, St 3sp St 3Gps St ZGsp St 4kp St 4ps, St 4sp	360-460 370-480 370-490 390-570 420-510 410-530	235 245 245 - 255 265	27 26 26 - 25 24	BSt3kp, BSt3ps BSt3sp BSt3Gps BSt3Gsp BSt4kp, BSt4ps BSt4sp	0,14-0,22 0,14-0,22 0,14-0,22 0,14-0,22 0,18-0,27 0,18-0,27	0,40-0,65 0,40-0,65 0,80-1,10 0,80-1,10 0,40-0,70 0,4-0,7	Qat'iy konstruksiyasi ba'zilar, isklar, trubalar, nichaglar, shaybolalar, zaviskalar va boshqa detallar tayyorlashda
St 5nc, St 5sp St 5Gps St 6ps, St 6sp	490-630 450-590 590	285 285 315	20 20 15	BSt 5ps, BSt 5sp BSt 5Gps BSt 6ps, BSt 6sp	0,28-0,37 0,22-0,30 0,38-0,49	0,50-0,80 0,80-1,20 0,50-0,80	Yuqori puxtalik talab qiladigan qishloq so'jalik mushina detallari (o'qlar, valar, nichaglar va boshqalar)ni tayyorlashda

5-jadval

6-jadval

Po'lat markalari	Elementlarning foiz miqdori							Mexanik xossalari				Ishlatilish joylari
	C	Si	Mn	P	S	Ca	Ni	$\sigma_s$	$\sigma_t$	$\delta$	$\psi$	
05	0,05 0,12	0,17 0,37	0,35 0,65	0,035	0,040	0,10	0,25	20	33	33	60	Soviqlayin shlamplash yo'li bilan tayyorlanadigan detallar uchun
08 kp	0,05 0,11	0,03 ko'pi bilan	0,25 0,50	0,040	0,040	0,10	0,25	18	30	35	60	
10	0,07 0,14	0,17 0,37	0,35 0,65	0,035	0,040	0,15	0,25	21	34	31	55	Qizdirib bog'alash va shlamplash yo'li bilan tayyorlanadigan Oddiy shaklli detallar: o'q, valik, gayka va boshqalar uchun
20	0,17 0,14	0,17 0,37	0,35 0,65	0,040	0,040	0,25	0,25	25	42	25	55	
45	0,42 0,50	0,17 0,37	0,50 0,80	0,040	0,040	0,25	0,25	36	61	16	40	Puxtaligi yuqori bo'lgan detallar: shatun, nichag, val va boshqalar uchun
55	0,52 0,60	0,17 0,37	0,50 0,80	0,040	0,040	0,25	0,25	39	66	13	35	Prokattash stallarining jo'valari, shtoklar, prujinalar, ressorlar va boshqalar
70	0,67 0,75	0,17 0,37	0,50 0,80	0,040	0,040	0,25	0,25	43	73	9	30	

3

67

Shuni ham qayd etish zarurki, GOST 380-71 da A guruhga kiruvchi po'latlarning asosiy mexanik xossalari beriladi, kimyoviy tarkibi berilmaydi, B guruhga kiruvchi po'latlarni kimyoviy tarkibi beriladiyu mexanik xossalari berilmaydi, V guruhga kiruvchi po'latlarni esa mexanik xossalari va kimyoviy tarkibi beriladi.

**Konstruksion po'latlarning markalanishi.** Konstruksion po'latlar markalaridagi St-harflar po'latligini, undan keyingi raqamlar tartib nomerini bildiradi. Raqamlar ortishi po'latdagi uglerod miqdorining ortganligini bildiradi. Markalar oldidagi masalan, B harfi po'latni bessemer konvertorida olinganligini bildiradi. Markalar raqamlaridagi indekslar (SP, PS va KP) po'latlarni ulardagi FeO dan temini qaytarganlik darajasini bildiradi. Masalan, St3sp da bu markali po'latda – 0,22% uglerodi bo'lgan to'la qaytarilgan po'latdir.

7-jadval

Po'latning markalari	Uglerod miqdori	Yumshatilg andan keyingi qattiqligi HB, kgk/mm <sup>2</sup> , kamida	Suvda tob-langan-dan keyingi qattiqligi HRS, kamida	Ishlatilish joyi
U7 va U7A	0,65-0,74	187	62	Zarblar ta'sirida ishlaydigan asboblarda va buyumlarda, masalan, bolt, shtamp, iskana va boshqalar

U8 va USA	0.75- 0.84	187	62	Qattiqligi va qovushoqligi yuqori bo'lishi talab etiladigan asbob va buyumlar, masalan, kernelo, matrisa, puanson, metall kesuvchi qaychi va boshqalar
U9 va USA	0.84- 0.94	192	62	Qattiqligi yuqori, qovushoqligi esa pastroq bo'lishi talab etiladigan asboblari, masalan, kemer, tosh kesish zabilosi, duradgorlik asboblari va boshqalar
U10 va U10A	0.95- 1.04	197	62	Kuchli zarb ta'sirida bo'lmaydigan qattiqligi yuqori, qovushoqligi esa pastroq bo'lishi talab etiladigan asboblari, masalan, metall randalash keskichi, metchik, plashka, razvyorka, egov va boshqalar

**Sifatli konstruksion po'latlarning markalanishi.** Sifatli konstruksion po'latlar markalaridagi ikki xonali raqamlar sifatli po'latligini bildiradi. Agar bu raqamlar yuzga bo'linsa, shu markali po'lat tarkibidagi uglerodning o'rtacha foiz miqdori aniqlanadi. Raqamlar oxirida masalan,

«G» harfi kelsa, u marganes miqdorini odatdagi po'latlarnikidan ortiqqligini bildiradi. Shuni ham qayd etish joizki, sifatli konstruksion po'latlarning tarkibidagi marganesni miqdoriga ko'ra, ular ikki guruhga ajratiladi: birinchi guruhdagi po'latlarda marganes miqdori ko'pi bilan 0,7–0,8% bo'lsa, ikkinchi guruhdagi po'latlarda marganes miqdori 1–1,2% gacha bo'ladi. 6-jadvalda sifatli konstruksion po'latlar markalari, tarkibi, mexanik xossalari va ishlatilish joylari keltirilgan.

*Ko'p uglerodli po'latlarning markalanishi.* Ko'p uglerodli po'latlarning markalaridagi «U» harfi ko'p uglerodli po'latligini bildiradi. Undan keyingi raqamlar o'nga bo'linsa po'lat tarkibidagi uglerodning o'rtacha foiz miqdori aniqlanadi. Masalan, U10 A markali po'latda uglerodning o'rtacha miqdori 1% bo'ladi. Raqamdan keyingi A harfi esa po'latning tarkibida P, S yo'q darajada bo'lib, bu po'lat yuqori sifatli asbobsozlik po'lati ekanligini ko'rsatadi. 7-jadvalda ko'p uglerodli po'latlar markalari, uglerod miqdori xossalari va ishlatilish joylari keltirilgan.

## 6-§. Legirlangan po'latlar tasnifi va markalari

Legirlangan po'latlarni legirlovchi elementlar miqdoriga ko'ra 3 guruhga ajratiladi:

**I guruh** tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlar miqdori 2,5% dan oshmaydi, **II guruh** tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlari 2,5–10% oralig'ida bo'ladi va **III guruh** tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlar 10% dan ortiq bo'lgan po'latlar kiradi.

**I guruh** po'latlar kam legirlangan bo'lib, konstruksion po'latlar sinfiga, **II guruh** po'latlar o'rtacha legirlangan bo'lib, konstruksion va asbob-sozlik po'latlar sinfiga, **III guruh** po'latlar ko'p legirlangan po'latlar bo'lib, maxsus

xossali po'latlar sinflariga kiradi.

8-jadvalda legirlangan po'lat markalari tarkibi, qattiqligi va ishlatilish joylariga misollar keltirilgan.

*Legirlangan po'latlarning markalanishi* Bu po'latlarni markalashda ularning tarkibiga kiruvchi legirlangan elementlar tegishli harflar bilan belgilanadi. Masalan, xrom – X, nikel – N, mis – D, alyuminiy – D, kremniy – C, marganes – G, azot – A, volfram – V, vanadiy – F, fosfor – P va hokazo. Bu harflardan keyingi raqamlar esa shu elementning foiz hisobidagi o'rtacha miqdorini bildiradi. Masalan, 30XN3, markali po'latlarda 30 raqami yuzga bo'lin-sa, uning tarkibidagi uglerod miqdori aniqlanadi, ya'ni bu po'latda 0,3 % uglerod bor. X harfi ketidan raqam yozilmaganligi uchun bu po'latda 1,0–1,5 %gacha Cr bo'ladi. N harfidan keyin 3 raqami borligi uchun 3% Ni bo'ladi. Legirlangan po'latning yuqori sifatli ekanligini ko'rsatish uchun shu po'lat markasining oxiriga A harfi yoziladi.

Maxsus po'latlarning markalari oldiga qo'shimcha A, Sh, R va boshqa harflar yoziladi. Masalan, A12, ShX15, P18, va h.k. Avtomat po'latlari A harfi bilan, sharikli podshipnik po'latlari Sh harfi bilan, tez kesur po'lat esa R harfi bilan belgilanadi.

### 7-§. Cho'yanlarning xili, tasnifi va markalanishi

Yuqorida qayd etilganidek, cho'yan termirning uglerodli qotishmasi bo'lib, uning tarkibida uglerod miqdori 2,14 % dan ortiq bo'ladi, undan tashqari ma'lum miqdorda Si, Mn, P, S lar ham bo'ladi. Ma'lumki, uglerod cho'yanda grafit va sementit holida bo'lishi mumkin. Agar cho'yanlarning tarkibida uglerod va kremniy ko'p bo'lib, marganes kam bo'lib, sekin sovitsa, uglerod erkin tarzda ajraladi. Agar,

aksincha uglerod va kremniy kam bo'lib, marganes ko'p bo'lib tez soyutilsa, uglerod sementitda bo'ladi. Cho'yanlar tarkibidagi uglerodning qay tarzda va qay shaklda ekanligiga ko'ra ularni qayta ishlanadigan, quymakorlik (kul rang) bolg'alanuvchi va mustahkamligi yuqori cho'yanlarga ajratiladi:

*a) Qayta ishlanuvchi cho'yan.* Bu cho'yanda uglerod temir bilan asosan temir karbidi ( $Fe_3C$ ) tarzida bo'ladi, shuning uchun bu cho'yanlar juda qattiq va mo'rt bo'ladi.

*b) Quymakorlik (kulrang) cho'yan.* Bu cho'yanlarning tarkibida uglerodning ko'p qismi erkin holda, ya'ni grafit tarzida bo'ladi. Cho'yanlar strukturalarining metall asosiga ko'ra perlitli, ferritli, ferrit-perlitli, perlit-ferritli turlariga ajratiladi. Bu cho'yanlarning narxi arzon, yaxshi quyish xossali, keskichlar bilan oson kesib ishlanadi, qoniqari mexanik, antifriksion va boshqa xossalarga ega.

9-jadvalda kulrang cho'yanlarning bazi markalari, asosiy mexanik xossalari va ishlatilish joylari keltirilgan.

*Quymakorlik cho'yanlarning markalanishi.* Bu cho'yanlarni (GOST 1412-79) bo'yicha quydagicha markalanadi. Masalan, SCh20 va SCh quyma (kulrang) ligini, 20 raqam o'nga ko'paytirilsa, cho'zilishga bo'lgan mustahkamligini bildiradi.

*d) Mustahkamligi yuqori cho'yan.* Quymakorlik cho'yanlarning puxtaligi va plastikligini oshirish uchun ularni qolipga quyishdan avval unga ozgina Al yoki Mg kukunlari kiritiladi. Suyuq metallda erimaydigan oksidlar, qo'shimcha kristallanish markazlar hosil qiladi. Eriydi-ganlari esa o'sayotgan kristallar sirtini yupqa parda bilan qoplab, o'sishga qarshilik ko'rsatib uglerodning sharsimon grafitga o'tishiga olib keladi. Bu grafit kichik yuzali bo'lib, metall asosining puxtaligiga plastinkali grafitga nisbatan kamroq putur yetkazadi.

8-jadval

Kimyoviy tarkibi				IIRC kamida	Ishlatilish joylari
Si	Cr	W	V		
0,15-0,35	0,40-0,70	3,5-4,30	0,15-0,20	65	Craver asboblari, turli keskichlar, randa, keskich va boshqalar
0,15-0,35	1,30-1,65	-	-	60	
1,20-1,60	0,95-1,25	-	-	60	Parma, razvyivetka, mechnik, mashinalar
0,20-0,40	11,0-12,5	0,50-0,80	0,50-0,30	60	Shiraxlar, kiryalash asboblari
0,80-1,20	4,50-5,50	1,60-2,20	0,6-0,9	50	Bosim ostida quyular bosilgan mashinalar
0,15-0,35	6,50-0,80	0,50-0,80	-	57	Murakkab shaklli partiyonlar
≤ 0,5	9,8-4,4	17,0-18,5	1,0-1,4	62	Freza, parma, mechnik, protiyajka, zenkerlar tayyorlovchi
≤ 0,5		12,0-13,0	1,5-1,9		
≤ 0,5	3,5-4,4	8,5-10,0	2,0-2,6		
≤ 0,5	3,8-4,3	12,0-13,0	2,5-3,0	63	Razvyivetka, zenker, protiyajka tayyorlovchi
0,5	3,0-3,6	8,5-9,6	2,1-2,5	64	Qat'iqi N.V. 35-45 gacha bo'lgan korrosion izotop chidamli va zanglamaydigan po'latlarni kesib

Logirlangan po'latlar markasi	C	Mn
	XV 4	1,25-1,45
X	0,95-1,10	0,15-0,40
9XS	9,85-0,95	0,30-0,60
X12VM	2,0-2,20	0,15-0,40
4X5V2FS	0,35-0,45	0,15-0,40
6XVG	0,55-0,70	0,90-1,20
R18	0,7-0,8	$\leq 0,5$
R12	0,8-0,9	$\leq 0,5$
R9	0,85-0,95	$\leq 0,5$
R12F3	0,95-1,05	$\leq 0,5$
R9M4K8	1,00-1,10	0,5

9-juvval

Markalari	$\sigma_s$ , MPa kamida	$\sigma_t$ , MPa	Qattiqligi, HB		Ishlatilish joylari
			MPa	kgf/mm <sup>2</sup>	
SCh 10	98	274	1402- 2246	143-229	Plina, qopqoq, o'l- chov toshlari kabi quymalar olishda
SCh 15	147	314	1599- 2246	163-229	Maxoviklar, shkiqlar, haqalar, armaturalar, bosim ostida ishlov- chi idishlar kabi quymalar olishda
SCh 18	176	358	1668- 2246	170-229	Starok asoslari, kor- pus detallari yirik shkiqlar, silindr blok- lari, porshen haqalar kabi quymalar olish- da
SCh 20	196	392	1668- 2364	170-241	Korpuslar, silindr bloklari, tishli g'ildir- raklar, tolnoz bara- banlari kabi quymalar olishda

SCh24	235	421	1668-2364	170-241	Silindr bloklari, dvigatel gilzalari, porshenlari, metall qo'liplar kabé quytmalar olishda
-------	-----	-----	-----------	---------	--

Shu sababli, bu cho'yanlarning mexanik xossalari yuqori, yaxshi quyiladi va oson kesib ishlanadi.

10-jadvalda bu cho'yanlarning (GOST 7293-85 ga ko'ra) markalari va asosiy mexanik xossalari keltirilgan.

10-jadval

Cho'yaning markasi	STSEV 4559-84 bo'yicha cho'yan markasi	Cho'zilibga musihtanlik chegarasi, $\sigma_b$ , MPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Shartli oquvchanlik chegarasi, $\sigma_s$ , MPa, 1 kgf/cm <sup>2</sup>	Nisbiy uzayishi, %	Qat'iiqligi, NV, kg/cm <sup>3</sup>	Ishlatilish joylari
VCh 35	33135	350 (35)	220	22	140	Stanok staninalari, shpindellar, avtomobil va traktorlarning tirsakli valfari, press traversalari olinadi.
VCh 40	33140	400 (40)	(22)	15	170	
VCh 45	33145	450 (45)	250	10	140	
VCh 50	33150	500 (50)	(25)	7	225	
VCh 60	33160	600 (60)	310	3	140	
VCh 70	33170	700 (70)	(31)	2	225	
VCh 80	33180	800 (80)	320	2	153	
VCh		1000	(32)	2	245	
100		(100)	370		192	
			(37)		277	
			420		228	
			(42)		302	
			480		248	
			(48)		351	
			700		170	
			(70)		360	

**Mustahkamligi yuqori cho'yanlarning markalanishi.** Bu cho'yanlar markalaridagi VCh harflari juda puxta cho'yanligini, raqamlar esa cho'zilishga bo'lgan minimal mustahkamligini ko'rsatadi.

**e) Legirlangan cho'yanlar.** Agar oddiy cho'yanlar tarkibiga Ni, Mo, Cr, Cu, W, V, Al, Ti va boshqa elementlar kiritilgan bo'lsa, bunday cho'yanlar *legirlangan cho'yanlar* deyiladi.

Bu xil cho'yanlarga antifriksion cho'yanlar misol bo'ladi. 11-jadvalda GOST 1585-79 bo'yicha anti-friksion cho'yanlarning ba'zi markalari, qattiqligi va ishlatilish sohalari keltirilgan.

11-jadval

Cho'yan markasi	Qattiqligi, NV da		Ishlatilish joylari
	MPa	kgk/mm <sup>2</sup>	
ACHS-1	1799-2364	180-241	Vallar bilan juft ishlaydigan podshipnik, vtulka detallari tayyorlanadi.
ACHS-3	1570-1864	160-190	Vallar bilan juft ishlaydigan detallar tayyorlanadi.

## VII bob. RANGLI METALL QOTISHMALARI

Rangli metall qotishmalarining o'ziga xos xususiyatlar (elektr va issiqlikni o'zidan yaxshi o'tkazishi, plastikligi, korroziyaga bardoshligi va boshqa xossalari) mashina detallarida ish sharoitiga ko'ra temir qotishmalardan qimmat bo'lsada, ulardan foydalaniladi.

### 1-§. Mis qotishmalari

Misni Zn, Sn, Pb, Fe, Mn va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalariga mis qotishmalari deyiladi. Mis

qotishmalarini kimyoviy tarkibiga ko'ra, latunlarga va bronzalarga ajratiladi:

*Latunlar.* Latun Cu bilan Zn ning qotishmasi bo'lib, uning mexanik va texnologik xossalari yuqori bo'ladi. Ularning keng foydalaniladiganlari tarkibida rux miqdori 40-42% gacha bo'ladi. Latunlarning mexanik va texnologik xossalari yanada yaxshilashi uchun ularga ma'lum miqdorda Al, Cu, Fe, Zn va boshqa elementlar qo'shib maxsus latunlar olinadi. Latunlarga qo'shiladigan elementlarning turi va miqdori qotishmadan kutilgan xossalarga qarab belgilanadi.

Latunlarning texnologik ko'rsatkichlariga ko'ra bosim bilan ishlanadigan (deformatsiya beriladigan) va quymalar olinadigan xillariga ajratiladi. Quyidagi 12-jadvalda latunlar markalari, asosiy mexanik xossalari va ishlatilish joylariga misollar keltirilgan.

12-jadval

Markalari	$\delta_1$ , MPa	$\delta_n$ , %	Ishlatilish joylari
<i>Bosim bilan ishlanadiganlari</i>			
L90	260	44	Trubalar, chivichlar
LAJ60-1-1	450	46	Trubalar, chivichlar
LJMS50-1-1	450	50	Trubalar, chivichlar, simlar
LS59	400	46	Trubalar, chivichlar, simlar
<i>Quymalar olinadiganlari</i>			
LKSO-3L	250	10	Armaturalar, pribor detallari
LJMS66-6-3-2	600	7	Vintlar, gaykalar, chervyak vintlari
LKS30-3-3	250	7	Vtulkalar, podshipniklar

Bosim bilan ishlanadigan latunlar yuqori plastik xossaga ega bo'lib, ulardan olingan quymalar bosim bilan ishlanib listlar, lentalar, trubalar tayyorlanadi.

Quyva latunlarning oquvchanligi yuqori bo'lib, likvatsiyaga kam beriluvchi antifriksion xossaga ega bo'ladi. Bu qotishmalardan podshipniklar, vtulkalar, chervyakli vintlarning zagotovkalari qoliplarga quyish yoli bilan tayyorlanadi.

**Latunlarning markalanishi.** GOST 2060-73 bo'yicha oddiy latunlar L harfi va raqamlar bilan markalanadi. Masalan, L96 da L harfi latun ekanligini, 96 raqami esa qotishma tarkibida 96% mis borligini bildiradi, qolgani esa Zn bo'ladi.

Masxus latunlarni markalardagi L harfidan keyin qotishma tarkibiga kiritilgan elementlar nomlarining bosh harfi, so'ngra raqamlar yoziladi. Masalan, LAJ60-1-1 markada 60% Cu, 1% Al, 1% Fe qolgan, ya'ni 38%i rux bo'ladi.

**Bronzalar.** Cu bilan Sn ni qotishmasiga bronza deyiladi.

Ma'lumki, qalay qimmatbaho metall bo'lganligi sababli uni tejash hamda qotishma xossalarini zarur tomonga o'zgartirish maqsadida bronza tarkibidagi qalay qisman yoki to'la Al, Pb, Si va boshqa elementlar bilan almashtiriladi. Masalan, Al kiritish bilan alyuminiyli bronzalar (masalan, BrA6, BrA7), Pb kiritish bilan qo'rg'oshinli bronzalar (masalan, BrS30), Si kiritish bilan kremniyli bronzalar (BrKMs3-1) va boshqalar olinadi.

**Bronzalarning markalanishi.** Bronzalar GOST 613 -79 bo'yicha Br harfiar va raqamlar bilan quyidagicha markalanadi. Masalan, BrAlJ6Nb, bu yerda Br bronzaligini, A qotishmada^ alyuminiy 11%, J temir 6 %, N nikel 6 % ligini bildiradi, qolgan qismi esa misdan iborat bo'ladi.

Bronzalar ham texnologik ko'rsatkichlarga ko'ra bosim bilan ishlanadigan va quymlar olinadigan bronzalarga ajratiladi. Bosim bilan ishlanadigan bronzalar (BrOSCN3-75-1, BrOSS5-5-5 va bosh-qalar)dan listlar, sterjenlar, truba

va boshqalar olinadi. Quyma bronzalar (BrAJ9-4L-BrOF10-I va bosh-qalar)dan vint, vtulka, chervyak va boshqa detallar buyumlari quyish yo'li bilan olinadi.

## 2-§. Alyuminiy qotishmalari

Alyuminiyning Cu, Si, Mg, Mn va boshqa elementlar bilan hosil qilgan brikmalari alyuminiy qotishmalari deyiladi.

Alyuminiy qotishmalarining puxtaligi, texnologik xossalari yaxshiligi, korroziyabardoshligi, termik ishlovlarga beriluvchanligi kabi o'ziga xos xusu-siyatlariga ko'ra ular radiotexnikada, kabel sanoatida, aviasozlikda keng qo'llaniladi.

Alyuminiy qotishmalarining texnologik ko'rsatkichlariga ko'ra, ularning bosim bilan ishlovlariga beriladigan qotishmalari yuqori plastiklikka (40% gacha) ega bo'ladi. Bu qotishmalarga, masalan, AMs, AMg2, AMg5 markalari kiradi.

Alyuminiyning magniy qotishmalarida magniyning miqdori 6% dan oshmaydi. Bu qotishmalar termik ishlovlar bilan puxtalanmaydi, termik ishlovlar natijasida puxtalanadiganlariga duralyuminiy hamda aviallarni ko'rsatish mumkin.

Quyma qotishmalarining GOST 2685-75 bo'yicha Al, Al2, Al3 va boshqa markalari bo'lib, ulardan turli shaklli quymalar olinadi. Quymalar olishda keng ko'lamda foydalaniladigan qotishmasi evtektik qotishma bo'lib, unga silumin deyiladi.

*Alyuminiy qotishmalari quyidagi guruhlariga bo'linadi:*

1. *Alyuminiyning kremniyli qotishmalari.* Bu qotishmalar tarkibida kremniyning miqdori 4-13% gacha bo'lib, undan tashqari ma'lum miqdorda boshqa elementlar ham bo'ladi. Bu guruhga kiruvchi qotishmalar quyilish

xossalari yuqoriligi, oson kesib ishlanishi, payvandlanishi, qoniqarli mexanik xossalari bilan xarakterlidir. Masalan, dvigatel silindr bloklari, karterlari, kompressor korpuslari va boshqalar bu qotishmalardan tayyorlanadi.

Alyuminiyning quyma qotishmalarining 37 ta markasi bo'lib, ular haqida ma'lumotlar tegishli GOSTlarda berilgan.

2. *Alyuminiyning misli qotishmalari.* Bu qotishmalar tarkibida misning miqdori 4–5% bo'lib, qolgan qismi boshqa elementlardan iborat bo'ladi. Bu qotishmalarni quyilish xossalari pastroq bo'lib, darzlar hosil qilishga moyilroqdir. Shu sababli, bu qotishmalardan (AL7 va AL9) unchalik katta bo'lmagan oddiy shaklli quymalar (armaturalar, kronshteynlar) olishda foydalaniladi.

3. *Alyuminiyning mis, kremniyli qotishmalari.* (AL3, AL5, AL6) bu qotishmalarning xossasi I va II guruh qotishmalariga yaqinroq bo'ladi.

4. *Alyuminiyning magniyli qotishmalari.* Bu qotishmalarda magniyni miqdori 12%gacha bo'lib, qisman boshqa elementlar ham bo'ladi. Bu qotishmalarning ham quyilish xossalari pastroq bo'ladi. Lekin korroziyabardoshligi, mexanik xossalari va kesib ishlanilishi yaxshi bo'lib, nam atmosfera sharoitida ishlaydigan quymalar olishda foydalaniladi.

5. *Alyuminiyning murakkab tartibli qotishmalari.* Bu qotishmalar tarkibida ma'lum miqdorda boshqa elementlar ham bo'lib, ular yuqoridagi qotishmalardan puxtaligi, o'tga chidamligi va boshqa xossalari bilan farq qiladi. Masalan, bu guruh qotishmalarining AL1 markasidan porshenlar, silindr kabi detallar zagotovkalarni quyish yo'li bilan tayyorlanadi. Shuni ham qayd etish lozimki, ba'zan kukun metallurgiya yo'li bilan olinadigan alyuminiy qotishmalaridan ham foydalaniladi. Bunday qotishmalarni olish uchun Al asosida olingan kukunlarga zarur elementlar qo'shib, ulardan

olingan yarim mahsulotlar yuqori tempera-turada qizdiriladi. Masalan, A09-2, A020-1, AN-2,5 markalari nisbatan yuqori temperaturagacha chidamligi, antifriksionligi bilan boshqa qotishmalardan farq qiladi.

### 3-§. Antifriksion qotishmalar

Bu qotishmalar Sn, Fe, Cu, Al elementlari asosida olinib, sirpanish podshipniklarining vkladishlari, ya'ni val bilan ishqalanib ishlaydigan yuzalari tayyorlanadigan qotishmalarga antifriksion qotishmalar deyiladi. Bu materiallar val sirtiga oson moslanuvchan, yetarli darajada yuqori mexanik xossalarga ega bo'lgan, o'zida moyni saqlay olishi, ishqalanish koeffitsiyenti kichik, issiqlikni yaxshi o'tkazishi, korroziya-bardoshligi va suyuqlanish temperaturasi deyarli past bo'lgan xususiyatlarga ega bo'lmog'i lozim. Bunday talablarga javob beradigan materiallarga babbitalar, bronzalar, antifriksion cho'yanlar va boshqa materiallar kiradi.

Shuni qayd etish lozimki, bunday qotishmalarda puxta, nisbatan plastik va qovushoq asosida tayanch vazifasini o'taydigan qattiq qo'shimchalar bo'ladi. Ish jarayonida asos materiali tez yeyilib, mikroskopik ariqchalar hosil bo'lib, ularga moy o'tib, yuzani moylab turadi, yeyilish mahsulotlari esa moyga o'tadi. Shu boisdan moy vaqti-vaqti bilan almashtiriladi.

Ma'lumki, qalayli babbitning narxi qimmat, shu boisdan ulardan og'ir sharoitda ishlovchi podshipnik vkladishlaridagina foydalaniladi. Boshqa hollarda qalay tejash uchun qo'rg'oshin, surma, mis, nikel va boshqa elementlar qo'shiladi.

Antifriksion materiallar sifatida bronzalar (BrOSS5-5-5, BrOSS4-4-17, BrS30) latun, cho'yan, tekstolit, rezina va boshqa materiallardan ham foydalaniladi.

13-jadvalda amalda ko'proq ishlatiladigan antifriktsion qotishmalarning xili, tarkibi, qo'llanish sharoiti va ishlatilish joylariga misollar keltirilgan.

13-jadval

Antifriktsion qotishma nomi	Markasi	Qo'llanish sharoiti		Ishlatish joylari
		Bosim P, kgs/sm <sup>2</sup>	Tezlik V, m/s	
Babbidar	B8S B16	200 100	50 30	Tezsurat dizellar va elektrovoz podshipniklarida
Bronza	BrO8S	80	3	Elektr dvigatel, nasos podshipniklarida
Latan	AMs52-4-1	40	2	Konveyer, reduktor podshipniklarida
Cho'yan	AChS-1	25	5	Toblangan, normalangan vallar bilan ishlovchi podshipniklarda
Metallokeramik materiallar	Bronza	120-180	0,1	Moylanishi qiyin sharoitda ishlovchi podshipniklarda
	grafit	8-12	4,0	
	temir	150-250	0,1	
	grafit	6-10	4,0	

## VIII bob. QOTISHMALARNI TERMİK ISHLASH

### I-§. Umumiy ma'lumot

Mashinasozlikda po'lat va cho'yanlardan, shuningdek, rangli metall qotishmalaridan tayyorlanadigan ko'pgina detallar va keskich asboblarning fizik-mexanik va texnologik xossalarini yaxshilash bilan ekspluatatsion ko'rsatkichlarini

oshirish maqsadida termik ishlovlarga beriladi.

Ularga termik ishlov berish uchun ma'lum temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab turilgandan keyin har xil tezlikda sovitiladi. Bunday ishlovda ularning kimyoviy tarkibi o'zgarмай, strukturasi o'zgarishi hisobiga xossalari o'zgaradi.

Asosiy termik ishlov usullariga yumshatish, normallash, toblash va bo'shatishlar kiradi.

*1. Yumshatish.* Po'lat buyumlarning donachalarini maydalashtirish bilan strukturasi tekislab, ichki zo'riqish kuchlanishlardan holi etib, oson kesib ishlanadigan qilish maqsadida yumshatiladi. Yumshatish tubandagi xillarga ajratiladi:

*a) Rekrystallizatsion yumshatish.* Yumshatishni bu xilidan sovuqlayin bosim bilan ishlanishi oqibatida olingan po'lat buyumlar sirt yuzalaridagi fizik puxtalanish (qattiq-lanish)ni kamaytirib plastikliğini ko'tarib, ichki zo'riqish kuchlanishlardan holi etish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun po'lat buyumlarni 580–700°C gacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlanib, pechda sekin sovitiladi.

*b) Chala yumshatish.* Yumshatishning bu xilidan po'lat buyumlarni ichki zo'riqish kuchlanishlardan holi etib, strukturasi mexanik ishlovlarga moyil etish maqsadida o'tkaziladi. Buning uchun po'lat buyumlarni Fe-Fe<sub>3</sub>C li holat diagrammasidagi A<sub>1</sub> kritik temperaturadan 30–50°C yuqoriroq temperaturaga qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab, keyin pech bilan birga sovitiladi.

*d) Diffuzion yumshatish.* Yumshatishni bu xilidan ko'pincha legirlangan po'latlarni kimyoviy tarkib notekisligini tekislash maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoid-gacha bo'lgan po'lat buyumlarni Fe-Fe<sub>3</sub>C li holat diagrammasidagi A<sub>3</sub> kritik temperaturadan 200–300°C yuqoriroq temperaturada qizdirib shu temperaturada 10–15 soat

saqlab, keyin  $600^{\circ}\text{C}$  gacha pech bilan birga so'ngra havoda sovitiladi. Buyumlarni yuqori temperaturada qizdirishda austenit donachalardagi uglerod va bo'lak elementlar difuziyalanib tarkibi tekislanadi. Lekin bu ishlovda austenit donachalari yiriklashadi. Shu boisdan diffuzion yumshatishdan keyin donachalarni maydalash maqsadida to'la yumshatiladi.

e) *To'la yumshatish.* Yumshatishning bu xilidan yirik donachali po'lat buyumlarning donachalarini maydalash va tekis donachali bilan ichki zo'riqish kuchlanishlardan holat etish maqsadida foydalaniladi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni  $A_{s1}$  kritik temperaturadan, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni  $A_{s2}$  kritik temperaturada  $30-50^{\circ}\text{C}$  dan yuqoriroq temperaturagacha qizdirib shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab keyin pechda birga sovitiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, agar evtektoiddan keyingi po'lat buyumlarni austenit strukturali ( $A_{s1}$  kritik chiziqdan yuqoriroq temperaturagacha) qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab pech bilan birga sekin sovitilsa, ajratilayotgan ikkilamchi sementit perlit donachalarini o'rab uni mo'rtlashtirib yuboradi. Shu sababli, bu po'latlar austenit strukturali holgacha qizdirilmaydi.

f) *Izotermik yumshatish.* Bu usuldan to'la yumshatish kabi maqsadlarda foydalaniladi. Bunda evtektoidgacha bo'lgan po'lat buyumlarni  $A_{s1}$  kritik temperaturada, evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni esa  $A_{s2}$  kritik temperaturadan  $30-50^{\circ}\text{C}$  dan yuqoriroq temperaturaga qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab keyin zaruriyatga ko'ra masalan,  $600-700^{\circ}\text{C}$  li muhitga o'tkazib, unda austenitni ferrit bilan sementit fazalarga to'la parchalanguncha saqlab, so'ngra havoda sovitiladi.

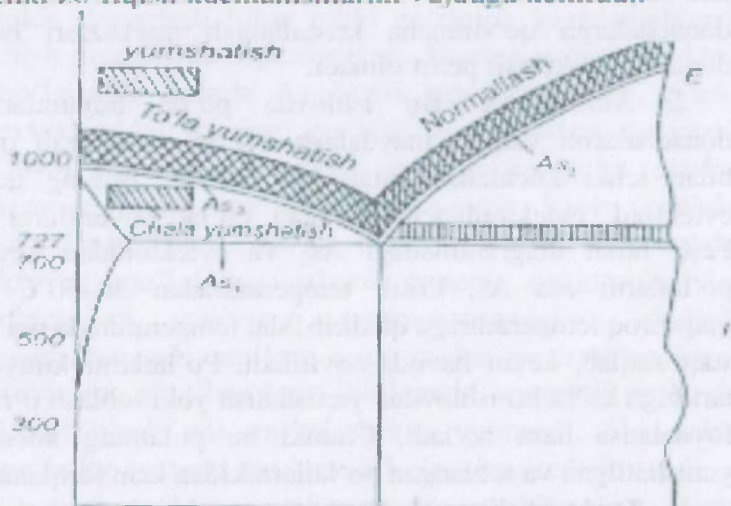
g) *Donadorli perlit olish maqsadida yumshatish.* Bu usuldan evtektoiddan keyingi va legirlangan po'lat

buyumlardagi plastinka tarzidagi sementit donachalarini mayda donachali strukturaga o'tkazish uchun foydalaniladi. Buning uchun po'lat buyumni As<sub>1</sub> kritik temperaturadan biroz yuqoriroq temperaturaga (750–760°C) qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlanib, keyin pech bilan birga sekin sovutiladi. Ma'lumki, po'lat buyumlarni As<sub>1</sub> kritik temperaturadan biroz yuqoriroq temperaturada qizdirilganda perlit donachalari austenitga aylanishida, sementit donachalari saqlanadi. Po'latni sovitishda esa sementit va bo'lak donachalarga qo'shimcha kristallanish markazlari bo'lib donador strukturali perlit olinadi.

2. *Normallashtirish.* Bu ishlovda po'lat buyumlarning donachalarini yanada maydalash, bir xil strukturali qilish bilan ichki kuchlanishlardan holi etiladi. Buning uchun evtektoid, evtektoidgacha bo'lgan po'lat buyumlarni Fe-Fe<sub>3</sub>C holat diagrammadagi As<sub>2</sub> va evtektoiddan keyingi po'latlarni esa As<sub>1</sub> kritik temperaturadan 30–50°C dan yuqoriroq temperaturaga qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab, keyin havoda sovutiladi. Po'latlarni kimyoviy tartibiga ko'ra bu ishlovdan yumshatish yoki toblash o'rniga foydalansa ham bo'ladi. Chunki bu polatning xossalari yumshatilgan va toblangan po'latlarnikidan kam farqlanadi.

3. *Toblash.* Ko'p hollarda konstruksion po'latlardan tayyorlangan shesterniyalar, vallar va boshqalarning puxtaligini, asbobsozlik po'latidan yasalgan keskichlarning qattiqligini, keskirligini va yeyilishga chidamligini oshirish maqsadida toblanadi. Buning uchun evtektoidgacha bo'lgan po'latlarni As<sub>2</sub> kritik temperaturadan 30–50°C dan yuqoriroq temperaturagacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, kritik tezlik – ( $V_c$ ) dan yuqoriroq tezlikda (masalan, sovuq suvda) sovutiladi. Shuni qayd etish kerakki, kam uglerodli po'latlarda uglerodning kamligi va austenitning martensit strukturaga o'tish temperaturasining

yuqoriligi sababli toblashda austenitning ferrit bilan sementitga parchalanishi sodir bo'ladi. Shu sababli kutilgan xossaga erishilmaydi. Shuning uchun bu xil po'latlar amalda toblanmaydi, faqat o'rta va ko'p uglerodli po'latlarga toblanadi. Evtektoid va evtektoiddan keyingi po'latlarni toblash uchun ularni  $A_{s1}$  kritik temperaturadan 30–50°C yuqoriroq temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, tezda sovutiladi. Bunda buyum sirtqi qatlamining o'zak qismiga qaraganda tezroq sovishi ichki zo'riqish kuchlanishlarini vujudga keltiradi.



21-rasm. Po'latlarning yumshatish va normallash temperaturalarini uglerod miqdoriga qarab belgilash grafigi.

Agar ichki zo'riqish kuchlanishlari katta bo'lsa, buyum darz ketishi mumkin. Shu sababli po'latlarni toblash rejimini belgilashda ularning markasiga, shakliga, o'lchamlariga, devor qalinligiga katta e'tibor bermoq lozim. Amalda toblash muhiti sifatida sovuq suv, tuz eritmaları, ishqorlardan foydalaniladi.

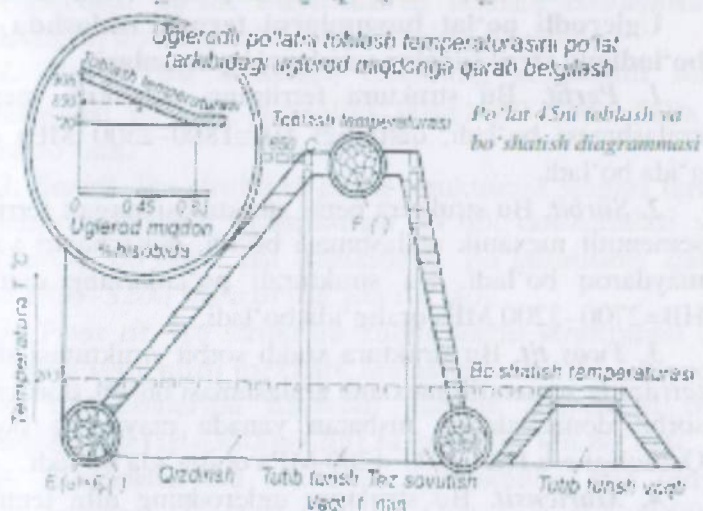
4. *Bo'shatish.* Toblangan po'lat buyumlarni ichki zo'riqish kuchlanishlardan holi etish, struktura barqarorligini oshirish bilan qovushoqroq etish maqsadida olib boriladi.

Buning uchun toblangan buyumlarni  $A_s$  kritik temperaturadan pastroq temperaturagacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab turilgandan keyin sekin sovutiladi.

21-rasmda uglerodli po'latlarning yumshatish va normalash temperaturalarini uglerod miqdoriga qarab belgilash grafigi keltirilgan.

22-rasmda esa uglerodli po'latlarning toblash temperaturasi uglerod miqdoriga ko'ra belgilash, toblangandan keyin past temperaturali bo'shatish rejimlari grafigi umumiy holda keltirilgan.

Agar po'lat buyumlarni temuk ishlabda qizdirishning umumiy vaqtini  $\tau_0$  harfi bilan, buyumni zarur temperaturagacha qizdirishga sarflangan vaqtini  $\tau_1$  bilan, ularni shu temperaturada saqlash vaqtini  $\tau_2$  harflari bilan belgilasak, unda  $\tau_0 = \tau_1 + \tau_2$  min. teng bo'ladi.



22-rasm. Po'latlarning toblash va yumshatish temperaturasi uglerod miqdoriga ko'ra belgilash grafigi.

Buyumlarning zarur temperaturagacha qizdirish vaqti esa pech temperaturasiga, buyum materialiga, shakliga, o'lchamlariga va uni pechga joylash xarakteriga bog'liq. Umumiy holda uni quyidagi empirik formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$\tau_c = 0,1 K_1 - K_2 - K_3 - D,$$

bu yerda,  $K_1$  – muhit koefitsiyenti (gaz muhit uchun 2, tuz eritmasi uchun 1, metall eritmasi uchun 0,58);  $K_2$  – shakl koefitsiyenti (silindr shakli uchun 2, shar uchun 1);  $K_3$  – qizdirish koefitsiyenti (bir tomonlama qizdirilsa 4, har tomonlama qizdirilsa 1);  $D$  – buyumning o'lchami (maksimal qirg'inning minimal o'lchami) mm.

Buyumlarning zarur temperaturada saqlash vaqti esa uglerodli po'lat buyumlar kesimining har bir millimetriga 1,0-1,5 minut, legirlangan po'lat buyumlar uchun ~ 2-2,5 minut olinadi. Albatta, aniq buyumlar uchun  $\tau_c$  vaqtiga tajriba asosida aniqliklar ham kiritiladi.

Uglerodli po'lat buyumlarni termik ishlashda hosil bo'ladigan strukturalar va ularning xossalari.

1. *Perlit*. Bu struktura ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'ladi, qattiqligi  $HB \approx 1800-2500$  MPa oralig'ida bo'ladi.

2. *Sorbit*. Bu struktura perlit strukturasi singari ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'lib, donachalari yanada maydaroq bo'ladi. Bu strukturali po'latlarning qattiqligi  $HB \approx 2700-3200$  MPa oralig'ida bo'ladi.

3. *Twos fit*. Bu struktura xuddi sorbit strukturasi singari ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'lib, donachalari sorbit donachalariga nisbatan yanada maydaroq bo'ladi. Qattiqligi esa  $HB \approx 3800-4200$  MPa oralig'ida bo'ladi.

4. *Martensit*. Bu struktura uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi  $[Fe_3(C)]$  bo'ladi. Qattiqligi  $HB \approx 6000-6500$  MPa oralig'ida bo'ladi.

Buyumlarning zarur temperaturagacha qizdirish vaqti esa pech temperaturasiga, buyum materialiga, shakliga, o'lchamlariga va uni pechga joylash xarakteriga bog'liq. Umumiy holda uni quyidagi empirik formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$\tau_c = 0,1 K_1 K_2 K_3 D,$$

bu yerda,  $K_1$  – muhit koeffitsiyenti (gaz muhit uchun 2, tuz eritmasi uchun 1, metall eritmasi uchun 0,58);  $K_2$  – shakl koeffitsiyenti (silindr shakli uchun 2, shar uchun 1);  $K_3$  – qizdirish koeffitsiyenti (bir tomonlama qizdirilsa 4, har tomonlama qizdirilsa 1);  $D$  – buyumning o'lchami (maksimal qirgimning minimal o'lchami) mm.

Buyumlarning zarur temperaturada saqlash vaqti esa uglerodli po'lat buyumlar kesimining har bir millimetriga 1,0-1,5 minut, legirlangan po'lat buyumlar uchun ~ 2-2,5 minut olinadi. Albatta, aniq buyumlar uchun  $\tau_0$  vaqtiga tajriba asosida aniqliklar ham kiritiladi.

Uglerodli po'lat buyumlarni termik ishlashda hosil bo'ladigan strukturalar va ularning xossalari.

**1. Perlit.** Bu struktura ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'ladi, qattiqligi HB=1800-2500 MPa oralig'ida bo'ladi.

**2. Sorbit.** Bu struktura perlit strukturasi singari ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'lib, donachalari yanada maydaroq bo'ladi. Bu strukturali po'latlarning qattiqligi HB=2700-3200 MPa oralig'ida bo'ladi.

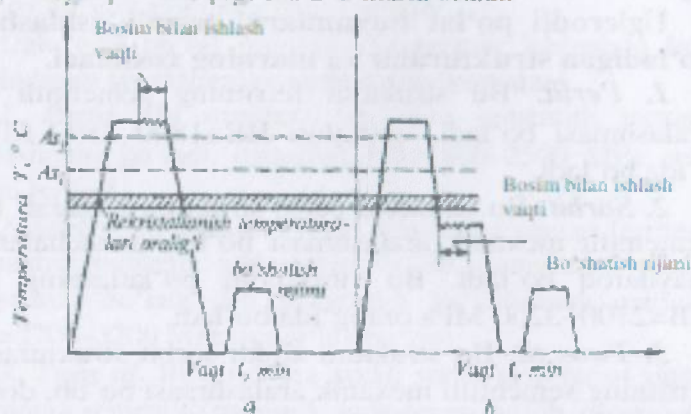
**3. Twos tit.** Bu struktura xuddi sorbit strukturasi singari ferritning sementitli mexanik aralashmasi bo'lib, donachalari sorbit donachalariga nisbatan yanada maydaroq bo'ladi. Qattiqligi esa HB=3800-4200 MPa oralig'ida bo'ladi.

**4. Martensit.** Bu struktura uglerodning alfa temirdagi qattiq eritmasi  $[Fe_3(C)]$  bo'ladi. Qattiqligi HB=6000-6500 MPa oralig'ida bo'ladi.

qatlaming issiqligi hisobiga sirt qatlami bo'shash temperaturasi gacha qizib, toblash bilan yuqori temperaturada bo'shaydi.

### 3-§. Po'lat buyumlarga termomexanik ishlov berish

Po'lat buyumlarning mexanik xossalarini oshirish maqsadida ularga termomexanik ishlov beriladi. Buyumlarni ishlov berish temperaturasi ga qarab yuqori va quyi temperaturali ishlovlarga ajratiladi. Yuqori temperaturali ishlovlarda buyum  $A_s$  kritik temperaturadan biroz yuqoriroq temperaturada, quyi temperaturali ishloyda esa  $A_s$  kritik temperaturadan biroz pastroq temperaturada qizdirilib shu temperaturada saqlab turish davrida plastik deformatsiyalash yo'li bilan toblab bo'shatiladi (23-rasm). Masalan, uglerodli po'lat buyumlar yuqori temperaturali ishlov berilgandan keyin cho'zilishga mustahkamligi -40% ga, zarbga qovushoqligi esa 2-3 marta ortadi.



23-rasm. Po'lat buyumlarining termomexanik ishlov berish rejimlari: a – yuqori temperaturada termomexanik ishlov berishda, b – past temperaturada termomexanik ishlov berishda.

## **IX bob. PO'LAT BUYUMLARNI KIMYOVIY-TERMİK ISHLASH**

### **1-§. Umumiy ma'lumot**

Ko'pincha detallar, keskich va o'lchash asboblari (tishli g'ildiraklar, porshen barmoqlari, chervyaklar, podshipnik rolidlari, kalibrlar va boshqalar), sirt yuzasining qattiqligini oshirish yo'li bilan ularni korroziyabardosh hamda yeyilishga chidamli qilish maqsadida kimyoviy-termik ishlovlarga beriladi. Buning uchun po'lat ularni ma'lum temperaturadagi kimyoviy aktiv muhitlarga kiritib ishlanadi. Bunda muhit molekulalari dissotsiyalanib ajralayotgan masalan, uglerod, azot, alyuminiy, xrom, kremniy yoki boshqa element atomlari buyum sirtiga diffuziyalanib qattiq eritma, kimyoviy birikmalar hosil qilib qattqlikni oshiradi.

### **2-§. Po'lat buyumlarning sirt qatlamini uglerodga to'yintirish (sementitlash)**

Kam uglerodli (odatda  $C \leq 0,25\%$ ) va kam legirlangan po'latlardan tayyorlangan buyumlarning sirt qatlamini uglerodga to'yintirish bilan ularning qattiqligini oshirib, ichki qismini esa qovushoqligicha saqlanadi. Po'lat buyumlarning sirt qatlamini uglerodga to'yintirish turli muhitlarda olib boriladi:

a) *Qattiq moddalar muhitida sementitlash.* Bu ishlovda uglerodga boy muhit sifatida ko'pincha karbyurizatoridan (75–80% pistako'mir, qolgani karbonat tuzlari  $BaCO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $K_2CO_3$  aralashmasidan iborat) foydalaniladi. Sementitlash uchun temir qutiga biroz karbyurizator kiritilib, ustiga buyumlar terilgach, sirtiga yana karbyurizator kiri-

tiladi. (Bunda buyumni sementitlanmaydigan yuza-larga maxsus zamazka qoplanadi.) Temir quti shu yo'sinda to'ldiriladi. Keyin qutining qopqog'i yopilib, tirqishlari o'tga chidamli gil bilan suvaladi. So'ngra quti pechga kiritiladida, 900–950°C gacha qizdirilib, shu temperaturada bir necha soat tutib turiladi.

Bunda qutidagi qolgan havo kislorodi pistako'mir (uglerod) bilan reaksiyaga kirishib kislorodning ozligi uchun CO<sub>2</sub> o'rniga CO hosil bo'ladi. CO gazi barqaror bo'lmagani uchun parchalanib atomar uglerodni ajratadi. Aktiv atomar uglerod esa buyumi sirtiga diffuziyalanib Fe<sub>γ</sub> da eriy boradi.



Shu bilan birga karbonat tuzlari ham parchalanib ajralayotgan uglerod (IV)-oksid ko'mir bilan reaksiyaga kirishib uglerod (II)-oksidni hosil qiladi:



Ajralgan CO gazi ham parchalanib qutidagi aktiv atomar uglerod miqdorini oshirib, sementitlash jarayonini tezlatadi.

Bu usul oddiyligiga qaramay, ish unumining pastligi, ishlash sharoitining yomonligi kabi kamchiliklari tufayli sanoatda kam qo'llaniladi.

*b) Suyuq muhitda sementitlash.* Bu usulda karbyurizator sifatida ko'pincha 75–80% natriy karbonat, 10–15% natriy xlorid va 5–10% kremniy karbid tuzlari aralashmasi maxsus vannaga solinib 820–850°C gacha qizdirilib suyultirilgach, unga buyumlar tushiriladi. Vannada boradigan reaksiyalar natijasida atomar uglerod ajralib, buyumning sirtqi qatlamiga o'tadi:



Bu usul yuqoridagi usulga qaraganda unumliroq,

buyumning sirt yuzasi esa tozaroq bo'ladi.

d) *Gaz muhitida sementlash.* Bu usulda 900–950°C temperaturagacha qizdirilgan pech kamerasidagi buyumlardan uzluksiz ravishda tabiiy, yoritish, generator gazlaridan biri yoki ularning aralashmalari o'tkazib turiladi. Bu sharoitda pech kamerasidagi uglevodorodlar parchalanib ajralayotgan aktiv atomar uglerod buyumlarning sirtqi qatlamlariga diffuziyalanadi:



Agar ajralayotgan atomar uglerodlar buyum sirtqi qatlamiga to'la yutila olmasa, ya'ni absorbiya tezligi dissotsiatsiya tezligidan kichik bo'lsa, ortiqcha uglerod buyum yuzasiga qurum tarzida o'tib jarayonning normal borishini qiyinlashtiradi.

Bu usul yuqoridagi usullardan ish sharoitining yaxshiligi, oson rostanishi, jarayonni mexanizatsiyalashtirilishi va avtomatlashtirilishi hamda ish unumining 2–3 marta yuqoriligi tufayli sanoatda keng tarqalgan.

Sementlangan buyumlarning sirtqi qatlamlari uglerodga to'yingani bilan yetarli qattqlikka ega bo'lmaydi. Shu sababli sirt qattqligini yanada oshirish, ichki kuchlanishlardan xolis qilib, strukturasini yaxshilash uchun buyumlar toblab bo'shatiladi.

### **3-§. Po'lat buyumlarning sirtqi qatlamini azotga to'yintirish (azotlash)**

Agressiv muhitlarda ishlaydigan detallar (jumladan, ichki yonish dvigatel gilzalari, tirsakli val bo'yinlari, porshen barmoqlari va boshqalar) sirt yuza qatlamlarini qattqlash bilan toliqish chegaralarini orttirish maqsadida

azotlanadi. Buning uchun dastlab buyum toblanib, yuqori temperaturada bo'shatiladi, so'ngra maxsus pechga kiritilib ammiak muhitida  $500-600^{\circ}\text{C}$  temperaturada ma'lum vaqt tutib turiladi. Bu sharoitda ammiak dissotsiatsiyalanib ( $2\text{NH}_3=2\text{N}+3\text{H}_2$ ) ajralayotgan atomar azot buyum sirt yuzasiga diffuziyalanib, temir Al, Cr, Mo lar bilan nitrid ( $\text{Fe}_3\text{N}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{CrN}$ ,  $\text{MoN}$ ) lar hosil qiladi.

Azotlangan qatlanning qalinligi buyum materia-liga, gazning tozaligiga, temperaturaga va ishlov berish vaqtiga bog'liq bo'ladi.

Shuni qayd etish kerakki, azotlangan qatlam qalinligi sementitlangan qatlam qattiqligidan 1,5-2 marta ortiq bo'ladi. Lekin buyumlar o'lchamining biroz ortishi jilvirlashni talab etadi.

## **X bob. CHO'YANLAR VA RANGLI METALLARNI TERMİK HAMDA KIMYOVIY-TERMİK ISHLASH**

### **1-§. Cho'yanlarni termik ishlash**

Cho'yan buyumlarni ham po'lat buyumlar singari termik va kimyoviy-termik ishlovlar natijasida xossalari yaxshilanadi.

Amalda buyumlar xiliga, materialiga va ulardan kutilgan xossalari-ga qarab quyidagi termik ishlovlarga beriladi.

**1. Yumshatish.** Ma'lumki, murakkab shaklli cho'yan quymalar olishda ichki zo'riqish kuchlanishlari ularni ish jarayonida ularga ta'sir etuvchi tashqi kuchlarga qo'shilsa, darz paydo bo'lishi mumkin. Shu boisdan bunday quymalarni ichki zo'riqish kuchlanishlaridan xalos etish va strukturasini yaxshilash maqsadida yumshatiladi. Quymaning shakliga, o'lchamlariga va boshqa ko'rsatkichlariga ko'ra pech tanlanib yumshatish rejimi belgilanadi. Masalan,

oʻrtacha quymalar 500–550°C temperaturagacha asta-sekin qizdirilib, shu temperaturada bir necha soat tutib turilgach, pech bilan birga sovitiladi. Choʻyan quymalarni metall qolipda tez sovitishda, koʻp hollarda, sirtqi qatlam qattiqligi haddan tashqari ortib ketadi. Bu esa kesib ishlashda qiyinchiliklar tugʻdiradi. Shu sababli, bunday quymalarning sirt qattiqliklarini kamaytirish maqsadida ular ham yumshatiladi.

Bolgʻalanuvchan choʻyanlardan quymalar olish uchun quyma choʻyan quymalarni yumshatiladi. 14-jadvalda bolgʻalanuvchan choʻyanlarning markalari, kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari keltirilgan (GOST 1215-79).

14-jadval

Bolgʻalanuvchan choʻyanlar markasi	Choʻzilishga mustahkamligi $\sigma_s$ , MPa	Nisbiy choʻziluvchanligi, $\delta$ , %	Brinell boʻyicha qattiqligi HB, kgk/mm <sup>2</sup>
KCh 30-6	294	6	100-163
KCh 33-8	323	8	100-163
KCh 35-10	333	10	100-163
KCh 37-12	362	12	110-163
KCh 47-7	441	7	150-207
KCh 50-5	490	5	170-230
KCh 55-4	539	4	192-241
KCh 60-3	588	3	200-269
KCh 65-3	637	3	212-269
KCh 70-2	686	2	241-285
KCh 80-1,5	784	1,5	270-320

Bolgʻalanuvchan choʻyanlarni asosiy strukturaga koʻra ikki guruhga ajratish mumkin: ferritli va perliti bolgʻalanuvchan choʻyanlar. Ferritli bolgʻalanuvchan choʻyan

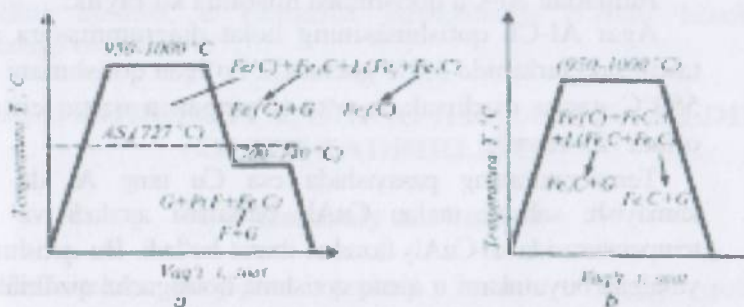
quymalarni qayta ishlanadigan quyma cho'yanlardan olish uchun ularni metall qutiga terib, ustiga qum kiritib, quti qopqog'i berkitilgach, tirqishlari gil bilan suvaladi. So'ngra pechga kiritilib, 31-rasm, a da ko'rsatilgandek rejimda yumshatiladi. Bunda quymadagi  $Fe_3C$  dan grafitning ajralishi quyidagi ikki bosqichda boradi:

**1-bosqich.** Quyma  $950-1000^{\circ}C$  gacha asta-sekin qizdirilib, shu temperaturada bir necha soat tutib turiladi. Bu sharoitda  $Fe_3C$  ni austenit bilan grafitga parchalanishida grafit ajraladi.

**2-bosqich.** Bunda pech temperaturasi  $700-740^{\circ}C$  gacha pasaytiriladi, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turiladi. Keyin sovitiladi. Bunda perlit tarkibidagi  $Fe_3C$  ferrit va grafitga parchalanadi. Natijada ferritli bolg'alanuvchan cho'yan quyma hosil bo'ladi.

Perlitli bolg'alanuvchan quymalarni olish uchun quymalari yuqoridagidek metall qutiga joylanadi, faqat bu yerda qum o'rniga temir ruda kiritiladi. So'ngra pechga kiritilib, 24-rasm, b dagi grafikda ko'rsatilgan rejimda yumshatiladi. Grafikdan ko'rinadiki,  $950-1000^{\circ}C$  gacha asta-sekin qizdirilib, shu temperaturada bir necha soat tutib turilgach sovitiladi. U tez sovitilishi sababli perlit tarkibidagi  $Fe_3C$  parchalanishga ulgurmaydi. Natijada perlitli bolg'alanuvchan cho'yan quyma hosil bo'ladi.

**Normallash.** Cho'yan quymalarning puxtaligi va plastikligini oshirish maqsadida normallanadi. Buning uchun cho'yan quymalarni  $850-900^{\circ}C$  gacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt tutib turilgach, havoda sovitiladi. Ma'lumki, cho'yan quyma  $850-900^{\circ}C$  gacha qizdirilganda uning tarkibidagi erkin grafit austenitda eriydi. Bu quyma havoda sovitilganda perlit miqdori ortib, donachalari maydalashadi.



24-rasm. Quyma cho'yanlarni yumshatish rejimlari:

a – ferritli bolg'alanuvchan cho'yan, quyma olish rejimi; b – perlitli bolg'alanuvchan cho'yan, quyma olish rejimi;

**Toblash.** Kulrang cho'yan quymalarini toblashdan maqsad ularning puxtaligini oshirishdir. Buning uchun quymani 850–900°C gacha qizdirib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlangach, suvda, moyda yoki tuz eritmasida sovutiladi. Toblangan quyma strukturasi martensit, qoldiq austenit va grafitdan iborat bo'ladi.

**Bo'shatish.** Toblangan cho'yan quymalarini ichki zo'riqish kuchlanishlaridan holi etish maqsadida bo'shatiladi. Bo'shatish rejimi kutilgan qattqlikka ko'ra belgilanadi. Agar qattqligi yuqori bo'lishi talab etilsa, past (200–250°C)da, qattqligi pastroq bo'lishi talab etilsa, yuqori 450–600°C da bo'shatiladi. Cho'yan quymalarning puxtaligini, qattqligini, korroziyaga bardoshligini oshirish bilan yeyilishga chidamli qilish maqsadida po'latlar singari kimyoviy-termik ishlovlar ham beriladi.

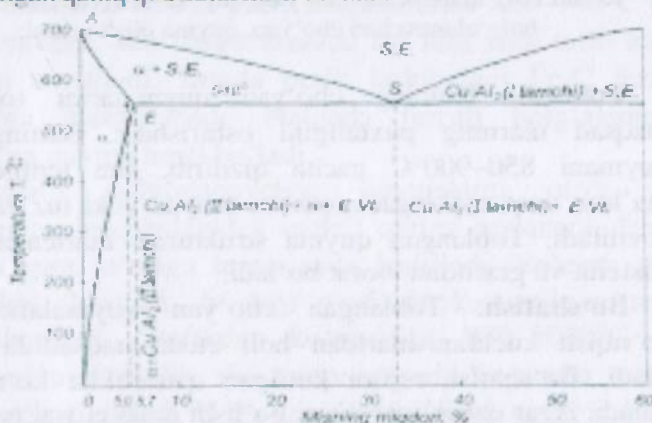
## 2-§. Rangli metall qotishmalaridan olingan buyumlarni termik ishlash

Rangli metall qotishmalaridan tayyorlangan buyumlarni ham temir qotishmalari singari turli xil termik ishlovlar beriladi.

Jumladan Al-Cu qotishmasi misolida ko'raylik:

Agar Al-Cu qotishmasining holat diagrammasiga nazar tashlasak, tarkibida 5,0% gacha Cu bo'lgan qotishmani 500–550°C gacha qizdirsak, u o'ta to'yingan a qattiq eritmaga o'tadi (25-rasm).

Temperaturaning pasayishida esa Cu ning Al da erishi kamayishi sababli undan  $\text{CuAl}_2$  birikmasi ajraladi va u uy temperaturasida  $\alpha + \text{CuAl}_2$  fazadan iborat bo'ladi. Bu qotishmadan yasalgan buyumlarni  $\alpha$  qattiq qotishma holatigacha qizdirilib, shu temperaturada ma'lum vaqt saqlab turib, tez sovutilsa, o'ta to'yingan qattiq qotishma hosil bo'ladi.



25-rasm. Alyuminiy-mis qotishmasining holat diagrammasi.

O'ta to'yingan, turg'un bo'lmagan qattiq qotishmada vaqt o'tishi bilan parchalanish sodir bo'ladi. Bu jarayon *chinqish* deb ataladi. Jarayon uy temperaturasida borsa, *tabiiy chinqish*, yuqoriroq temperaturada borsa, *sun'iy chinqish* deb ataladi. Bunda beqaror fazalarning barqaror fazalarga o'tishi hisobiga qotishmaning xossalari yaxshilanadi.

Shuningdek, toblangan po'lat 100–150°C da, bir necha sutka saqlansa undan uchlanchi sementit ( $S_m$ ), oksidlar,

nitridlar ajralib, u barqaror strukturaga o'tishi hisobiga puxtaligi ortadi.

## **XI bob. KORROZIYA, UNING XILLARI VA OLDINI OLISH TADBIRLARI**

### **I-§. Umumiy ma'lumot**

Ma'lumki, ko'pgina metall hamda uning qotishmalaridan tayyorlanadigan detallar termik va boshqa ishlovlarga berilishiga qaramay, tashqi muhit (havo, suv, kislota, ishqor, tuz eritma) ta'sirida korroziyaga berilib yemiriladi.

Statistik ma'lumotlarga qaraganda mamlakati-mizda yiliga 10% ga yaqin metall korroziya tufayli yemiriladi. Bu esa millionlab so'm mablag' ko'kka sovurildi, demakdir.

Metallarni korroziyaga berilish mexanizmniga ko'ra ikki turga ajratish mumkin:

**1. Kimyoviy korroziya.** Metallarni dielektrik muhit (havo, moy, benzin va boshqa)lar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishishi tufayli yemirilishi *kimyoviy korroziya* deyiladi. Korroziya tezligi metallning va muhitning xiliga, tarkibiga tempera-turasiga, bosiniga bog'liq bo'ladi. Masalan, alangali pechlarda metallarning plastikligini orttirish maqsadida qizdirilganda undagi havo kislorodining metall sirtiga, yutilib temir oksidi ( $Fe_2O_3$ ) hosil qilishi kimyoviy korroziyaga misol bo'la oladi. Agar metall sirtidagi oksid parda zich va puxta (masalan,  $Al_2O_3$ ) bo'lib, metallga yaxshi birikkan bo'lsa, bu parda havo kislorodini metallning ichki qatlamlariga o'tishiga to'sqinlik qilib, uni yemirilishdan saqlaydi va aksincha zich va puxta bo'lmasa, (masalan,  $Fe_2O_3$ ) kislorod metallning ichki qatlamlariga o'tib uni yemira boshlaydi.

2. **Elektrokimyoviy korroziya.** Metallarning elektr toki o'tkazadigan muhit (masalan, elektrolitlar)da yemirilishi *elektrokimyoviy korroziya* deyiladi. Bu xil korroziya amalda ko'p uchraydi. Korroziya tezligi metall va elektrolit xiliga, konsentratsiyasiga, temperaturasiga, vaqtga va boshqalarga bog'liq.

## 2-§. Korroziyaning oldini olish tadbirlari

Metallar korroziyalanishining oldini olish tadbirlari xilma-xil bo'lib, ularga masalan, sirt yuzalarini korroziyabardosh metallar (Zn, Cr, Al, Ni) bilan qoplash, agressiv muhit aktivligini pasaytirish va boshqalar kiradi. Quyida bu usullar bilan qisqacha tanishib chiqamiz:

a) *Sirt yuzalarini korroziyabardosh metallar bilan qoplash.* Buning uchun avval buyumlarning sirt yuzalari mexanik yoki kimyoviy usullarda zang, moy va boshqalardan tozalanadi. Keyin esa korroziya-bardosh metall (Zn, Sb, Rb) vannasiga tushirilib, u yerda ma'lum vaqt saqlanadi. Masalan, tunuka list, sim, trubalar rux vannasida ruxlansa, mis buyumlar qalayli vannada qalaylanadi. Jarayonning oddiyligi, ish unumining yuqoriligi va puxta qoplama hosil qilishi sababli bu usul amalda keng qo'llaniladi.

b) *Buyum sirtini galvanik usulda korroziyabardosh metallar bilan qoplash.* Buning uchun vannaga korroziyabardosh metall tuzining suvdagi eritmasi (elektrolit) quyilib, unga buyum (katod) va korroziya-bardosh metall plastinkasi (anod) tushiriladi. Katod tok manbaining manfiy qutbiga, anod esa musbat qutbiga ulanadi. Zarur tok o'tishida anod plastinkasi elektrolitda erib, uning ionlari katod sirtiga yig'ila boradi. Qoplama qalinligi tok kuchiga, uning o'tish vaqtiga bog'liq. Shuni qayd etish lozimki, agar buyum o'z potensialidan kichik potentsialli metall bilan qoplangan – *anodli* va aksincha, o'z potensialidan katta

potensialli metalli bilan qoplasa – *katodli usul* deyiladi.

*d) Buyumlarning sirtini korroziyabardosh metallar bilan to'yintirish.* Bu usulda buyumlar sirtiga himoya parda yuqori temperaturali sharoitda korroziyabardosh metallar atomlarining diffuziyalanishi (alitirlash, silitsirlash, xromlash) hisobiga boradi. Bu usullarning ba'zi xillari bilan tanishamiz:

*e) Kimyoviy usul.* Bu usulda po'lat buyumlar  $N_2NO_3$  tuzining 140–150 °C temperaturali eritmasiga tushirilib, 40–50 daqiqa saqlanadi. Bunda ajralgan  $O_2$  buyum sirti bilan birikib himoya parda hosil qiladi.

Buyumlarni korroziyabardosh metallar bilan qoplash. Bu usulda metall listlar sirtiga korroziya-bardosh metall list qo'yilib, birgalikda qizdirib, prokatlanadi. Natijada qo'sh qavatli (bimetall) qoplama hosil bo'ladi.

*f) Elektrokimyoviy usul.* Bunda buyumlar yuziga yaqinroq joyga protektor deb ataluvchi plastinka o'rnatiladi. Bu plastinka potentsiali himoya etiluvchi metall potentsialidan kichik bo'lmog'i lozim. Bunday sharoitda buyumlarni elektrolitda yoki suvda ishlash-da u bilan protektor orasida galvanik tok hosil bo'ladi. Bunda protektor-anod, buyum-katod vazifasini bajaradi. Ma'lum vaqtdan so'ng anod, ya'ni protektor korroziyaga berila boradi. Bunda buyum korroziyaga berilmay saqlanadi. Masalan, kemalarning po'lat vintlarini korroziyadan saqlashda protektor sifatida rux plastinkalaridan foydalaniladi.

*g) Muhit aktivligini pasaytirish.* Buning uchun muhitga ma'lum miqdorda ingibitor deb ataluvchi maxsus moddalar kiritiladi. Bu usuldan, masalan, bug' qozonlarida va boshqa suv bilan ta'minlanadigan tizimlarda keng foydalaniladi. Masalan, ichki yonuv dvigatellarining sovitish tizimiga quyiladigan suvga ma'lum miqdorda xrompik ( $K_2Cr_2O_7$ ) qo'shilsa, metall korroziyadan ancha saqlanadi.

## XII bob. KUKUN MATERIALLARDAN DETALLAR TAYYORLASH

### 1-§. Umumiy ma'lumot

Metall va nometall materiallar kukunlaridan turli xil detallar tayyorlash usuli *kukun metallurgiyasi* deyiladi. Bu usulda tayyorlangan detallar geometrik shaklining aniqligi, yuza g'adir-budurligining kichik-ligi, yeyilishga chidamliligi, metall tejalishi, metall kesib ishlovchi stanok va keskichlarga zaruriyat yo'qligi, malakali ishchilar talab etmasligi, ish unumining yuqoriligi, maxsus xossalari detallar tayyorlanishi va boshqa ko'rsatkichlarga ko'ra mashinasozlikda tobora keng qo'llanilmoqda.

Masalan, kukun materiallaridan avtomobil hamda traktorlarning moy nasosi, shesternyalari, paxta terish mashinalarining shpindellari, sirpanish podshipniklari, kirya asboblari, turli keskichlar kallaklariga kavsharlanadigan qattiq qotishma plastinka va boshqalar tayyorlanadi.

### 2-§. Metall va nometall materiallar kukunlarini tayyorlash

Ma'lumki, bu usulda detallarni tayyorlashda asosiy xomashyo metall va nometall materiallar kukunlaridir. Ularni sanoat miqyosida tayyorlashda mexanik, kimyoviy va fizika-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Mexanik usulda kukun olishda shar tegirmonlardan foydalanilsa, kimyoviy va fizik-kimyoviy usullarda metall oksidlaridan metallarni qaytaruvchi gazlar ( $H_2$ ,  $CO$ ) ta'sirida, tuz eritmalarni elektrolizlab Fe, Cu, Ni, W va boshqa metallar kukuni olinadi.

### 3-§. Kukun materiallardan detallar tayyorlash texnologiyasi

Kukun materiallardan detallar tayyorlash texnologik jarayonini quyidagi bosqichlarga ajratish mumkin:

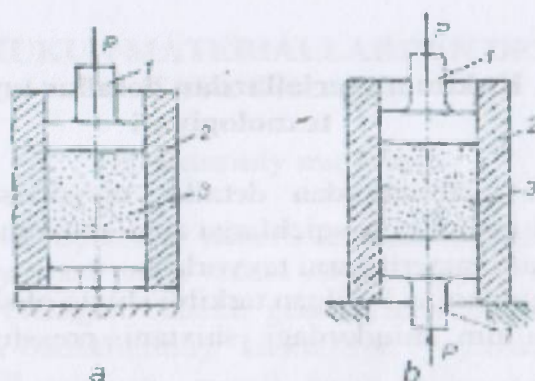
1. Kukun materiallarni tayyorlash.
2. Kukunlardan kutilgan tarkibli shixta olish.
3. Ma'lum miqdordagi shixtani pressformaga kiritib presslash.

4. Olingan buyumga zarur xossalar berish uchun ularni termik ishlash.

5. Zaruratga ko'ra, masalan, podshipniklar, kirya asboblarga qo'shimcha (kalibrlash, g'ovaklarini moyga to'ldirish va boshqa) ishlovlar berish.

26-rasmda oddiy shakldagi metallokeramik buyumlarni yopiq pressformada bir tomonlama va ikki tomonlama presslash yo'li bilan olish sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, har ikkala holda shixta pressformaga kiritilib, puanson bilan presslanib, ma'lum vaqtdan so'ng ajratib olinadi. Bir tomonlama presslashda buyum zichligi bir tekis bo'lmaydi, shu sababli, bu usuldan bo'yni buyumlar tayyorlashda foydalanish maqsadga muvofiq emas.

Bu usulda odatdagi usullar bilan olib bo'lmaydigan VK, TK tipli qattiq qotishmalar ham olinadi. Chunki bunday qotishmalar tarkibiga kiruvchi volframning suyuqlanish temperaturasi  $3400^{\circ}\text{C}$  bo'lganligi sababli suyultirib olinmaydi.



26-rasm. Oddiy shakldagi metallokeramik buyumlarni yopiq pressformada presslash sxemasi:  
 a – bir tomonlama presslash; b – ikki tomonlama presslash;  
 1 – puanson; 2 – pressforma; 3 – shaxta.

### XIII bob. KOMPOZITSION MATERIALLAR

#### 1-§. Umumiy ma'lumot

Kimyoviy jihatdan bir-birida erimaydigan har xil komponentlarni o'zaro bog'lanishidan hosil bo'lgan materiallarga kompozitsion materiallar (k.m.) deyiladi. Kompozitsion materiallar olishda ulardan kutilgan xossalari ga ko'ra komponentlar xili, o'lchami va miqdori belgilanadi.

Kompozitsion materiallar asosiga matritsa sifatida metallar (Al, Mg va ularning qotishmalari), polimerlar (epoksidlar, fenol formaldegidlar, poliamidlar) dan foydalaniladi. To'ldiruvchilar sifatida qum kukunlari, asbest tolasi, ipsimon alyuminiy nitritlar, berilliy oksidlar, bor karbidlar va boshqalardan foydalaniladi. Shuni ham aytish lozimki, kompozitsion materiallarning mustahkamligini oshirish maqsadida judayam ingichka uglerodli yoki legirlangan

po'latlardan tayyorlangan (diametri 20–1500 mikm) simlardan ham foydalaniladi. Masalan, matritsa Al va uni qotishmasidan bo'lgan kompozitsion materiallar mustahkamligi 400–500°C da alyuminiy qotishmalarga qaraganda 2–3 marta ortiq bo'ladi. Shu sababli bunday kompozitsion materiallardan samolyot detallari tayyorlanadi. Matritsasi polimer material bo'lgan kompozitsion materialdan, avtomobil va kemasozlikda masalan, avtomobil kuzovlari, trubalar va boshqalar tayyorlashda, shuningdek, kimyo sanoatida, kriogen texnikada foydalaniladi.

#### *XIV bob. NOMETALL MATERIALLAR*

##### **I-§. Umumiy ma'lumot**

Mashinasozlikda konstruksion materiallar sifatida metall qotishmalari bilan bir qatorda nometall materiallardan ham keng foydalaniladi va ularni qo'llanilish sohalari borgan sari ortib bormoqda. Ma'lum M. nometall materiallar xili ko'p, lekin sanoatda keng qo'llaniladiganlariga plastik massalar, rezina, lak, bo'yoq, yelim, asbest, shisha, keramika va boshqalar kiradi. Nometall materiallarning yetarli puxtaligi, yengilligi, termik va kimyoviy chidamligi, yuqori izolatsion xarakteristikalari, ayniqsa, texnologik va ekspluatatsion xossalari yaxshiligi ulardan metallar o'rnida emas, balki zarur materiallar sifatida ham foydalanilmoqda.

Nometall materiallar asosi polimerlar (yuqori molekular birikmadan iborat bo'lib, ular tabiiy va sun'iy xillarga ajratiladi.

Tabiiy polimerlarga selluloza, slyuda, asbest, grafit, paxta va boshqalar, sun'iyilariga polietilen, viskoza, sintetik kauchuk va boshqalar kiradi.

## 2-§. Plastik massalar va ulardan detallar tayyorlash

Plastik massalar tabiiy yoki sun'iy polimerlar asosida olingan materiallar bo'lib, ularni olish yoki qayta ishlashning ma'lum bosqichida yuqori plastiklikka ega bo'ladi. Plastik massalar oddiy va murakkab xillarga ajratiladi.

Oddiy plastik massalar yolg'iz polimerlardan iborat bo'lib, ularga polietilen, polistirol, kapron, organik shisha va boshqalar kiradi.

Murakkab plastik massalarda bog'lovchi polimerlardan tashqari toldiruvchilar, plastifikatorlar, stabilizatorlar, katalizatorlar, moylovchi va be'yovchi moddalar ham bo'ladi. Ba'zan bog'lovchilar sifatida polimerlar o'rniga bitum, asfalt, sementlardan ham foydalaniladi.

To'ldirgichlar plastmassalarni fizika-mexanik, kimyoviy va texnologik xossalarini yaxshilash bilan kam yeyiladigan qiladi. Ularning narxini arzonlashtirish maqsadida tarkibiga zaruriyatiga ko'ra 40–80% gacha to'ldirgichlar sifatida yog'och uni, paxta, qog'oz, asbest, to'qima va shisha tolalari, bo'r, gips, grafit, kaolin, talk kukunlari va boshqa materiallar qo'shiladi.

Plastik massalarning plastikligi, elastikligi va oquvchanligini oshirish maqsadida plastifikatorlar kiritiladi va plastifikatorlar sifatida kamfara, kana-kunjut moyi, glitserin, dibutilftolat va boshqalar.

Stabilizatorlar plastik massalarga issiqlik, nur va boshqa faktorlar ta'sirida turg'unligini oshirish maqsadida oltingugurtli birikmalar, fenollar va boshqalar ma'lum nisbatda qo'shiladi.

Katalizatorlar sifatida magneziya, urotropin, ohak va boshqa materiallardan foydalaniladi. Ular polimer materialarning qotish jarayonini tezlatadi.

Moylovchi moddalar plastmassalarni presslash jarayonini

osonlashtirish uchun qo'shiladi. Ularga mum, steorin, transformator moyi va boshqalar kiradi.

Bo'yoqlar plastmassaga kerakli rang beradi. Bo'yoq sifatida oxra, rodanin, nigrozin va boshqalardan foydalaniladi.

Plastik massalar xossalariga (molekulalararo bog'lanish xarakteriga) ko'ra termoplastik va termo-reaktiv xillarga ajratiladi.

Termoplastik plastmassalarda polimer molekulalari o'zaro bo'shroq chiziqli bog'lanadi. Ular qizdirilganda yumshab, sovutilganda qotadi. Shu sababli, ularni takror qizdirib ishlov beriladi. Bu holda xossalari saqlanadi.

Termoreaktiv plastmassalar molekulalari o'zaro kimyoviy puxta bog'lanadi. Shu sababli, ularning xossalari termoplastiklardan keskin farqlanadi. Bu plastmassalar qizdirilganda yumshab borib, keyin ma'lum temperaturada suyuqlanmaydigan qattiq holatga o'tadi. Shu sababli, ular qayta ishlanmaydi. Ular, odatda, maydalanib to'ldirgichlar sifatida ishlatiladi. Mashinasozlikda korpus detallari, truba, shkiy, tishli g'ildirak, podshipnik va boshqalarni tayyorlashda foydalaniladigan plastik massalar va ularning xossalari 15-jadvalda keltirilgan.

Plastik massalardan turli shakldagi va o'lchamdagi detallarni tayyorlashda qator texnologik usullar bo'lib, ular ichida metall qoliplarga qizdirib bosim bilan quyish, presslash, siqib chiqarish usullari ko'proq tarqalgan. Masalan, metall qolipga quyish usulidan termoplastik plastmassalar (polietilen, polistirol, poliamid va boshqalar)dan detallar tayyorlashda, qizdirib presslashdan termoreaktiv plastmassalar (epoksid, getinaks va boshqalar)dan detallar tayyorlanadi.

### 3-§. Moylovchi materiallar va ularning vazifasi

Ishqalanish yuzalarini moylashga xizmat qiluvchi materiallar moylovchi materiallar deyiladi. Moylar detallarning korroziya bardoshligini oshirish, yeyilishni kamaytirish va ekspluatatsion muddatini uzaytirish uchun xizmat etadi. Moylar suyuq, qattiq va aralashma bo'ladi. Suyuq moylarga mineral, o'simlik, hayvon moylari kiradi. Mashinasozlikda ko'p foydalaniladigan moy mineral moylardir. Ular bilan bir qatorda sovun aralashtirilgan qattiq moylar (solidol, tavot, texnik vazelin) dan ham foydalaniladi.

Aralashmali moylarda sovundan tashqari grafit, talk, slyudalar ham bo'ladi. Moylarni tanlashda ishqalanuvchi detallar konstruksiyasiga, ish sharoitiga (nagruzka, temperatura, muhit), o'zaro ishqalanuvchi materiallarga qaraladi. Moylarning asosiy xarakteristikaga qovushoqligi, alanganlanish temperaturasi kiradi. Eng yuqori qovushoq moy mineral moyi bo'lib, uning qovushoqligi 17–22 Pa dir.

## UCHINCHI BO'LIM

### METALL VA UNING QOTISHMALARIDAN QUYMALARNI OLISH

#### *XV bob. QUYMAKORLIK, UNI MASHINASOZLIKDAGI O'RNI, QUYMA DETALLAR KONSTRUKSIYASIGA VA MATERIALLARIGA QO'YILUVCHI TALABLAR*

Bu bo'linda suyuqlashtirilgan metallni qoliplarga quyish yo'li bilan turli shaklli va o'lchamli quymalar olishdagi texnologik jarayonlar o'rganiladi.

#### **1-§. Umumiy ma'lumot**

Odamlar eramizdan ikki-uch ming yil muqaddam quymalarni olish bilan tanish bo'lganlar, buni Misrda, Xitoyda va boshqa mamlakatlarda olib borilgan arxeologik qazilmalar ko'rsatdi.

Keyinchalik asrlar davomida bu san'at rivojlana bordi.

Masalan, 1585–1586-yillarda A. Choxov boshchi-ligida bronzadan katta zambarak quyildiki, uning massasi 40 t ga yaqin bo'lgan. Ota-bola Motorinlar esa 1735-yilda bronzadan katta, naqshli qo'ng'iroq quyidilarki, uning massasi 200 t bo'lgan. Bunday misollarni ko'plab keltirish mumkin, lekin shularning o'ziyoq quymakorlik san'atining o'sha yillarda rivojlanish sur'atini yorqin ifodalaydi.

Ayniqsa, keyingi yillarda fan va texnikaning rivojlanishi tufayli yangi-yangi takomillashgan istiqbolli usullar (quymalarni metall qoliplarda, bosim ostida, markazdan qochirma kuch yordamida, suyuqlanadigan modellar yordamida tayyorlangan qoliplarda, qobiqli qoliplarda va boshqalar)

yaratilishi, og'ir ishlarni mexanizatsiyalashtirilishi, texnologik jarayonlarning avtomatizatsiyalashtirilishi, markazlashtirilgan yirik quymakorlik korxonalarining barpo etilishi sifatli, xilma-xil quymalarni ishlab chiqarish bilan unumdorlik keskin ortdi.

## 2-§. Quyma materiallar xossasiga talablar

Texnika-iqtisodiy talablarga javob beradigan quymalar olishda keng foydalaniladigan asosiy materiallarga cho'yanlar, po'latlar va rangli metall qotishmalari kiradi. Ayniqsa, ularning suyuqlanish temperaturasining pastroqligi, oquvchanligi, kam kirishishi, kimyoviy tarkibining tekis bo'lishi hamda narxining arzonligi ayrim kamchiliklari bo'lsada, quymalar olishga qo'l keladi. Quymalardan kutilgan xossalar material xiliga, kimyoviy tarkibiga, qolipga quyilish temperaturasiga, qolip materialiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Shuni aytish lozimki, yirik, murakkab shaklli, turli xil quymalar olishda kirishuvchanligi, struktura o'zgarishi, ayrim qismlarining turli tezlikda sovishi va boshqa sabablarga ko'ra quymalarda ichki zo'riqish kuchlanishlari vujudga keladi va zarur tadbirlar ko'rilmasa, bu kuchlanishlar ularning deformatsiyalanishiga, darz ketishiga olib kelishi mumkin.

Quymalarni olishda foydalaniladigan materiallar ichida yuqorida qayd etilgan talablarga quyma cho'yanlar yaxshi javob beradi. Shu boisdan, quymalar olishda ulardan keng foydalaniladi. O'rtacha hisoblar ko'rsatadiki, ishlab chiqarilayotgan quymalarning 70% quyma cho'yanlarga, 17% po'latlarga, 8% boshqa xil cho'yanlarga va qolgan rangli metall qotishmalarga to'g'ri keladi.

Ma'lumki, olinayotgan quymaning tannarxi material xiliga, seriyasiga, shakliga, o'lchamlariga va texnologik

jarayonlarning oqilona belgilanganligiga, mexanizatsiya va avtomatlashtirilganlik darajasiga bog'liq 17-jadvalda quyma materiali, seriyasi va shaklining tannarxiga o'rtacha ta'siri (qabul qilingan birlikda) misol sifatida keltirilgan.

17-jadval

Quyma materiali	Seriyasi		Shakli	
	Kam	Ko'p	Oddiy	Murakkab
Kulrang cho'yanlar	1,0	0,4-0,6	1,0	1,8-2,2
Uglerodli po'latlar	1,0	0,4-0,6	1,0	1,5-2,0 (3-4)
Bolg'alanuvchi cho'yanlar				
Alyuminiy qotishmalar	1,0	0,4-0,6	1,0	1,2-1,5 (2-3)
Legirlangan po'latlar	1,0	0,4-0,6	1,0	8,0-10,0 (16,0-20,0)
	1,0	0,4-0,6	1,0	6,0-8,0 va undan ortiq

## XVI bob. QOLIPLAR XILLI ULARNING MATERIALIGA QO'YILADIGAN TALABLAR, TARKIBI, TAYYORLASH USULLARI

### I-§. Qolip va ularning xillari

Quymalar olish uchun suyultirilgan metall, quymani tashqi shakliga va o'lchamlariga yaqin qilib tayyorlangan qolipga quyish kanallar tizimi orqali kiritiladi.

Olinuvchi quymaning materiali, shakli, o'lchamlari, seriyasi va boshqa ko'rsatkichlariga qarab qoliplar turli materiallardan tayyorlanadi. Masalan, cho'yan va po'lat quymalar uchun qolip materialining 80% ga yaqini qum va gillardan iborat bo'ladi.

Qoliplar ish muddatiga ko'ra bir marta, bir necha marta (muvaqqat) va ko'plab quymalar olishga yaroqli xillarga

ajratiladi.

Bir marta quyma olishga yaroqli qoliplar asosi kvarts qumi, gil va tegishli xossalarga erishish uchun qo'shiladigan materiallar (masalan, grafit, kvarts kukuni, yog'och qipig'i, mazut va boshqalar) suv bilan qorishtirib tayyorlansa, muvaqqat qoliplar yuqori temperaturaga chidamli materiallar (shamet, magnezit, asbest va boshqalar) kukunlarini gil bilan qorishtirib tayyorlanadi. Doimiy qoliplar esa cho'yan, po'lat, ba'zan esa mis hamda alyuminiy qotish-malaridan tayyorlanadi.

Bir marta quyma olishga yaroqli qoliplarni esa nam va quritilgan xillarga ham ajratiladi.

**Nam qoliplar.** Bu qoliplar qum va gillardan tayyorlanib, ularning tarkibida 10–12% gacha gil bo'ladi. Nam qoliplar yuqori plastiklikka ega bo'lib, ulardan quymalar oson ajraladi. Bunday materialdan qolip tayyorlash birmuncha oson bo'lib, narxi ham arzondir. Nam qoliplarning asosiy kanchiligi mustahkamligining pastligidir. Shu sababli nam qoliplardan mayda va o'rtacha quymalar olishdagina foydalaniladi.

**Quruq qoliplar.** Bu qoliplar ham qum va gillardan tayyorlanib, ularning tarkibida 15% gacha gil bo'ladi. Ularni kamerali pechda 300–350°C da bir necha soat qizdiriladi. Natijada qolipning mustahkamligi ortadi. Bu qoliplardan yirik, qalin devorli quymalar olishda foydalaniladi.

## 2-§. Qolip va sterjen materiallariga qo'yiluvchi talablar

Qolip materiallarga quyidagi asosiy talablar qo'yi-ladi:

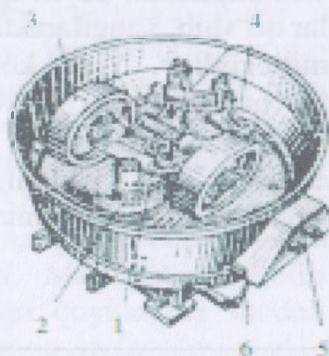
1. Plastikligi.
2. Puxtaligi.
3. Termomechanik chidamliligi.
4. Qayishqoqligi.

5. Gaz o'tkazuvchanligi.
6. Xossalari uzoq vaqt saqlanishi.
7. Arzonligi.

Quymalardagi turli bo'shliqlar qoliplarga o'rnatilgan sterjenlar yordamida olinadi. Sterjenlar shakli va o'lehami quymalardan olinuvchi bo'shliq shakli, o'lehamiga o'xshashi bilan biroz kattaroq bo'lib, qoliplarga qaraganda og'irroq sharoitda ishlaydi, shu sababli, ular materialining xossalari qolip materiali xossalariidan yuqori bo'lmog'i lozim.

### 3-§. Qolip va sterjen materiallarini tayyorlash

Kararlardan keltirilgan qum va gillar baraban yoki boshqa konstruksiyali pechlarda 200–250°C da qizdirib quritiladi. Quritilgan materialda kesaklanib qolgan yirik bo'laklar bo'lsa maydalanadi va elanadi.



27-rasm. Qolip materialini qorishtirish mashinasi:

- 1 – vertikal o'q; 2, 4 – surgichlar; 3 – g'ildirak; 5 – quti; 6 – tortqi.

Keyin ularga belgilangan miqdorda yuqorida qayd etilgan materiallar qo'shilib qorishtirish mashinasida suv bilan ma'lum vaqt qorishtiriladi. Bu mashinalarga *begunlar* deyiladi. Uning g'ildiraklari (3) tog'orasi tagiga tegmagan

holda (qum donachalarining o'lchamiga qarab) rostlanadi. Uning zalvar g'ildiraklari vertikal o'q atrofida, materialga ishqalanish hisobiga gorizontalo'q atrofida aylanadi, bunda vertikal o'q atrofida aylanuvchi surgichlar (2) va (4) materialni zalvar g'ildiraklar tagiga surib turadi. Tayyorlangan material maxsus moslama yordamida qutisi tagidagi teshikdan ishlatish uchun tegishli joyga uzatiladi.

#### 4-§. Qolip materiallarining turi

Qolip materiallari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. **Qoplama materiallar.** Qolipning suyuq metall bilan bevosita munosabatida bo'ladigan yuzalarini qoplash uchun ishlatadigan materiallar.

2. **To'ldirg'ich materiallari.** Qolipning asosini tashkil etadi. Bu materialning sifati qoplama materialdan pastroq bo'lib, bir marta ishlatilgandan keyin qisman gil, qum, suv va boshqa moddalar qo'shib, yangilanadi.

3. **Umumiy materiallar.** Yirik korxonalarining quyuv sexlarida qoliplarni mashinalarda tayyorlashda opokaning butun hajmini to'ldiradigan material.

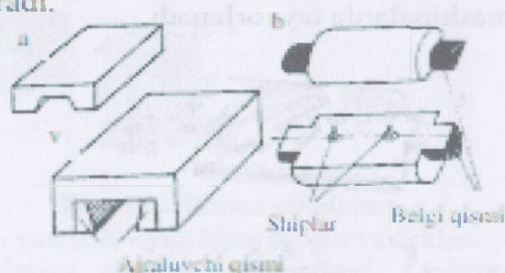
Quyidagi jadvalda bir marta ishlatilgan qolip materialni qayta ishlatish uchun yangilanganining o'rtacha tarkibi keltirilgan.

18-jadval

Tarkibi	Komponentlar miqdori, %
Ishlatilgan qolip materiali	94,5-96,5
Qo'shiladigan toza kvarts qumi va gil	3-5
Qo'shiladigan maxsus materiallar (tosh-kominer kukuni, qipiq va boshqalar)	0,5
Suv	4,5-5,5

## 5-8. Qoliplar tayyorlashda foydalaniladigan texnologik moslama va asboblari

**Model komplekti.** Model komplektiga model, model plita, sterjen yashigi, quyish tizimi, model elementlari va boshqalar kiradi.



28-rasm. Turli modellar:

a – yaxlit model; b – ikki bo‘lak model; d – ajraluvchi model.

**Model.** Model vositasida qolip materialiga quymani tashqi shaklining izi tushirilib qolip tayyorlanadi. Shu boisdan, modelning tashqi shakli olinuvchi quyimga mos bo‘lib, o‘lchamlari suyuq metallning qolipda kirishishi va mexanik ishlovga belgilangan quyim qiymati hisobiga kattaroq olinadi. Odatda, ular yaxlit va qoliplashni osonlashtirish maqsadida ajraladigan ham qilinadi.

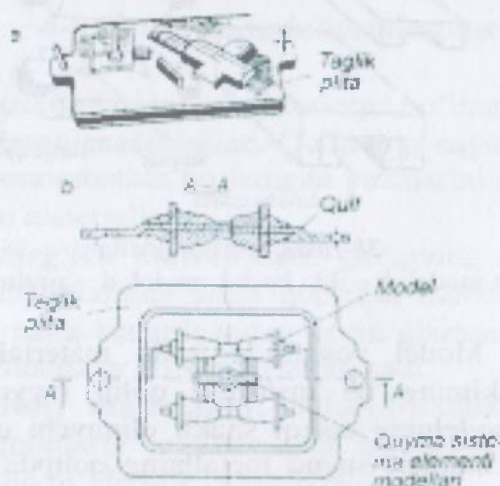
**Model plitasi.** Mashinalarda qolip materialidan qolip tayyorlashda unga quymaning modeli, quyish tizimining model elementlari va opoka o‘rnatiladi.

Model plita metalldan (qo‘lda qolip tayyorlashda foydalaniladigan taglik plita taxtadan) yasaladi.

Agar qolip ikkita qoliplash mashinasida tayyorlansa, model plitasi bir tomonlama ishlaydigan, bir mashinada qolip tayyorlansa, ikki tomonlama ishlaydigan bo‘ladi. Model plitalarda ma‘lum tartibda teshiklar ochilgan bo‘lib, zaruratga ko‘ra ularga o‘rnatilgan boshqa modellar va

tizimlari bilan almashtiradi.

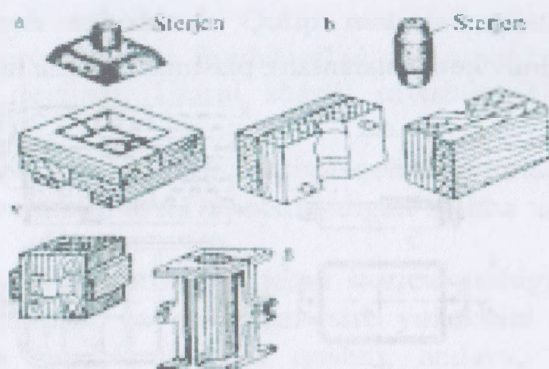
**Sterjen yashigi.** Sterjen materiallardan sterjenlar tayyorlashda foydalaniladigan qoliplar *sterjen yashiklari* deyiladi. Oddiy shaklli sterjenlar yaxlit sterjen yashiklarda, murakkab shaklli sterjenlar esa yig'ma sterjen yashiklarda seriyasiga ko'ra dastaki asboblardan qo'lda yoki qum haydash mashinalarida tayyorlanadi.



29-rasm. Model plitalari:

a – bir yoqlama ishlaydigan plita; b – ikki yoqlama ishlaydigan plita.

**Sterjen quritish plitasi.** Sterjen, sterjen yashigidan ajratib olingach, uni puxtaligini oshirish maqsadida quritish uchun o'rindiqqa o'tqaziladi va bu o'rindiq *quritish plitasi* deyiladi.



30-rasm. Sterjen yashuklar:

a – yaxlit; b – yig'ilgan sterjen yashuklar.

**Quyish tizimini model elementlari.** Qolipga metallni ravon kirituvchi kanallar tizimiga  *quyish tizimi*  deyiladi.

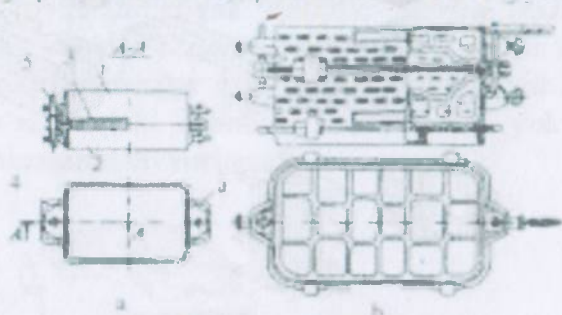
**Nazorat andaza.** Qolip, model, sterjenlar shakli va o'lchamini kuzatishda foydalaniladigan moslamalar *nazorat andazalar* deyiladi.

**Opoka.** Qolip materiallarida model aksini olishga ko'maklashuvchi ochiq ramaga *opoka* deyiladi. Opokalar konstruksiyasiga ko'ra ajratuvchi, ajralmaydigan; qovurg'ali va qovurg'asiz bo'ladi. U qadar yirik bo'lmagan quymalar olishda ajralmaydigan qovurg'asiz, yirik quymalarni olishda ajraladigan qovurg'ali opokalardan foydalaniladi.

Quyma olishda opoka bo'shliqlaridan to'g'ri foydalanish qolip materiallarini tejaydi.

Model komplektni turli muhitda uzoq vaqt ishlaganida o'z shakli va o'lchamlarini saqlaydigan, oson kesib ishlanadigan, yengil va arzon materiallardan tayyorlanishi kerak. Amalda quymalarni kamroq ishlab chiqadigan sexlarda model komplekti materiali yaxshi sifatli yog'ochlardan, ba'zan gips va sementdan, ko'plab quymalar ishlab chiqaradigan sexlarda esa metallardan (ko'pincha

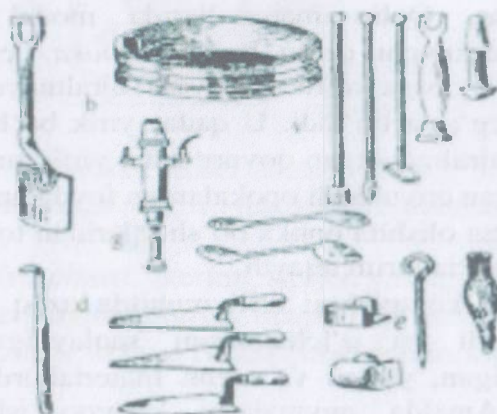
alyuminiy qotishmalardan), plastmassalardan tayyorlanadi.



31-rasm. Opokalar.

a – qovurgʻasiz, b – qovurgʻali; 1 – uski opoka; 2 – pastki opoka; 3 – qolip materiallarini tutash joyi; 4 – quloqlar; 5 – markazlovchi slitr.

Shuni ham qayd etish lozimki, ingichka, puxtaligi pastroq sterjenlar sinmasligi uchun qolipga turli xil metall tirgaklar oʻrnatiladi.



32-rasm. Qolplash asboblari.

a – belkurak, b – gʻalvir, d – shubbalar, e – pnevmatik shubba, f – ilgak, qoshiq va andavalar, h – burchak chiqargichi, tekislagichi, six va choʻlka.

**Qoliplash asboblari.** Qolip materiallaridan qolip va sterjenlar tayyorlashda foydalaniladigan asboblarni *qoliplash asboblari* deyiladi. Ularni shartli ravishda ikki guruhga ajratiladi:

– Opoka, sterjen yashiklariga qolip materialini kiritish belkurak va uning tekis shibbalaydigan shibba va boshqalar kiradi.

– Modelni qolipdan, sterjenni sterjen yashigidan ajratib olishda, qoliplar va sterjenlar sirt yuzalarini ta'mirlash, tekislashda foydalaniladigan qoshiq, andava, tekislagich, ilgak va boshqalar kiradi.

Yirik quymakorlik sexlarida qoliplar tayyorlashda og'ir jismoniy ishlarni osonlashtirish, ish unumini oshirish uchun turli konstruksiyali (presslash, qum purkash va qum otish mashinalaridan) foydalaniladi.

## **XVII bob. QUYISH TIZIMI VA QOLIP TAYYORLASH USULLARI**

### **1-§. Quyish tizimi**

Suyuq metallni shlak va gazlardan tozalab, uni qolipga ravon uzatuvchi kanallar majmuasiga *quyish tizimi* deyiladi.

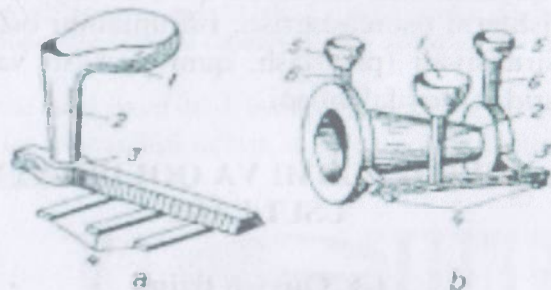
Quyish tizimining turi va o'lchamlari olinuvchi quymaning shakli hamda o'lchamlariga, olish usuliga ko'ra belgilanadi. Shuni qayd etish kerakki, quyish tizimi qolipga suyuq metallni kirishida ayrim joylarini shikastlamasdan to'la to'ldirishi lozim.

To'g'ri tanlangan quyish tizimi metallni shlak va gazlardan tozalanib qolip bo'shlig'iga ravon kirishi uchun uning stoyak kanalning kesim yuzi ( $F_1$ ), shlak tutgich kanalining kesim yuzi ( $F_2$ )dan, u esa ta'mirlash kanalining kesim yuzi ( $F_3$ )dan kattaroq bo'lishi lozim. Amalda, bular

$F_1:F_{2a}:F_2 = 1:1,1:1,15$  nisbatlarda olinadi. Quyish tizimini ta'minlash kanali qismining kesim yuzi olinuvchi quyma massasiga ( $Q_k$ ), metallning qolipga quyilish solishtirma tezligi ( $\gamma$ )ga va metallning qolipga quyilish vaqti ( $t$ )ga ko'ra quyidagi formula bo'yicha aniqlanishi mumkin:

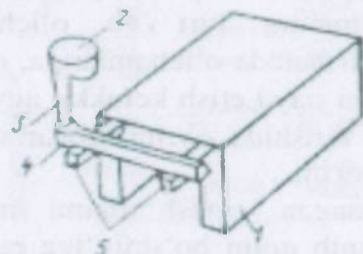
$$F_1 = \frac{Q_k}{\gamma \cdot t}, \text{ cm}^2.$$

**Misol.** Quyma cho'yardan 41-rasmda tasvirlangan massasi 1000 kg li cho'yan quyma olish uchun quyish tizimi model elementlarining o'lchamlari aniqlansin.



33-rasm. Normal quyish tizimi.

1 – quyish kosachasi; 2 – stoyak; 3 – shlak tutqich; 4 – ta'minlash kanallari; 5 – vipor kosachalari; 6 – vipor stoyaklari.



34-rasm. Quyma olish sxemasi.

1 – quyma; 2 – quyish kosachasi; 3 – stoyak; 4 – shlak tutqich; 5 – ta'minlagichlar.

Bu masalani yechish uchun metallning qolipga quyish solishtirma tezligi va quyish vaqti ( $\gamma$  va  $t$ ) larning qiymatlarini ayni quyмага tegishligini spravochniklardan olsak, unda  $\gamma = 2 \text{ kg/sm}^2\cdot\text{s}$  va  $t = 60 \text{ s}$  bo'ladi. Endi yuqoridagi formula bo'yicha  $F$  ning qiymatini hisoblaymiz:

$$F_1 = \frac{Q_k}{\gamma \cdot t} = \frac{1000}{2 \cdot 60} = 8^2.$$

So'ngra  $F_{2a}$  va  $F_2$  qiymatlarni topamiz:

$$\Sigma F_1 : F_{2a} : F_2 = 8 : (8 \cdot 1,1) : (8 \cdot 1,15)$$

bu yerdan

$$F_{2a} = 8 \cdot 1,1 = 8,8 \text{ sm}^2$$

$$F_2 = 8 \cdot 1,15 = 9,2 \text{ sm}^2$$

Shuni qayd etish kerakki,  $F_{2a}$  kesimi ko'pincha trapetsiya shaklida olingani uchun uning kesim yuzini quyidagi formula asosida aniqlaymiz:

$$F_{2a} = \frac{a+b}{2} \cdot h,$$

bu yerda,  $a$  va  $b$  – trapetsiya asoslari;  $h$  – balandligi;  $a$ ,  $b$  va  $h$  qiymatlar interpolatsiyalab topamiz, bunda  $b > a$  deb olinadi.

Stoyak diametrini esa quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$d = \sqrt{\frac{4F_2}{\pi} \cdot \frac{4 \cdot 9,2}{3,14}} = 3,4 \text{ sm} = 34 \text{ mm}.$$

Quyma shakliga ko'ra ikkita ta'minlagich olamiz. Unda har bir ta'minlagich kesimining yuzi

$$F_7 = \frac{F_2}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ sm}^2 = 40 \text{ mm}^2 \text{ bo'ladi.}$$

Amalda hisoblash asosida aniqlangan o'lchamlarning to'g'riligini quymlar olib sinab ko'riladi, zarur bo'lsa, o'lchamlari biroz o'zgartiriladi.

Shuni ham qayd etish kerakki, ayniqsa, yirik quymalar olishda qolip bo'shlig'idan havo hamda gazlarni tashqariga chiqarishga va uni metall bilan to'la to'lganligini kuzatishga xizmat qiluvchi kanali ham quyish tizimiga kirib, unga vipor deb ataladi. Vipor soni va o'lchamlari quymaning shakli va o'lchamiga bog'liq. Odatda oddiy shaklli mayda va o'rtacha kattalikdagi quymalar olishda bitta, murakkab shaklli yirik quymalar olishda bir necha vipor kanallari qilinadi. Vipor kanali qolipning eng yuqori qismida olinib, uning diametri devori qalinligining 0,5–0,7 qismiga teng olinadi.

Qolip ustiga o'rnatiladigan ustama qolipga esa *pribil* deyiladi. Qolipdagi metallning hajmiy kirishuvida pribil qismidagi suyuq metall qolipni to'ldirib turadi. Natijada asosiy qolipda hosil bo'ladigan kirishuv bo'shlig'i ustama qolipga o'tadi. Qolip asosiy qolip ustiga bo'lgani uchun unga gazlar va metallmas qo'shimchalar ham o'tadi.

Pribil shakli va o'lchami shunday belgilanishi kerakki, undagi metall asosiy qolipdagi metalldan keyin qotsin.

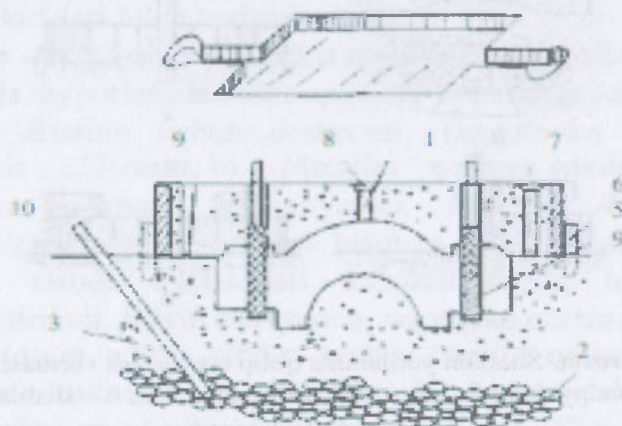
Quyma tayyor bo'lgach, pribil metall kesib olinib, qayta eritish uchun yuboriladi. Keyingi vaqtlarda yuqorida ko'rilgan qoliplardan tashqari uning bo'shlig'iga kiritiladigan aralashma moddalar, (masalan, bo'ri birikmalar) dan foydalanilmoqda. Chunki bo'ri birikmalar suyuq metall ta'sirida gazlar ajratib, bu gazlar metallga bosim berib, suyuq metall pribil qismidan quyma qolipga o'tishini ta'minlaydi.

## 2-§. Qoliplarni dastlabki tayyorlash usullari

1. Quymalarni ochiq va yopiq yer qoliplarda olish. Odatda oddiy shaklli, kichik, bir necha quymalar ochiq yer qoliplarda, murakkab shaklli, o'lchamlari kattaroq quymalarni qattiq taglikli yopiq yer qoliplarda olinadi.

2. Qoliplarni andaza (shablon) yordamida dastaki tayyorlash. Ko'pincha kam seriyali, aylana yuzali, oddiy shaklli quymalar (masalan, qopqoq, qozonlar) qolipini shablon yordamida dastaki tayyorlash iqtisodiy jihatdan foydalidir. 35-rasmda qopqoq (a) quymaning qolipini shablon yordamida tayyorlash tartibi keltirilgan.

36-rasmdagi sxemadan ko'rinadiki, yerga o'yilgan chuqurchaga podpyatnik (1) o'rnatilib, unga shpindel (2) kiydiriladi. Shpindel atrofi qattiq taglik bo'lib, unda gaz chiqarish trubkasi o'rnatilgan. Qattiq taglik sirtiga qolip materiallari o'yilgan. Shpindelga esa shablon (4) maxsus planka (3) vositasida biriktirilgan. Shablonni shpindel atrofida aylanti-rihda qolip materiali qirilib, qolipning ustki  $a b v g d$  yuzasi hosil bo'ladi. Ustki  $a b v g d$  yuzaning konturi olingach, planka (3), shablon (4) bilan birga ajratib olinadi. Olingan  $a b v g d$  yuzaga yupqa qog'oz (ba'zan esa mayda qum) yopilib, uning ustiga opoka o'rnatiladi va opokaning ayni vaziyatini yerga ponalar qoqib saqlanadi.

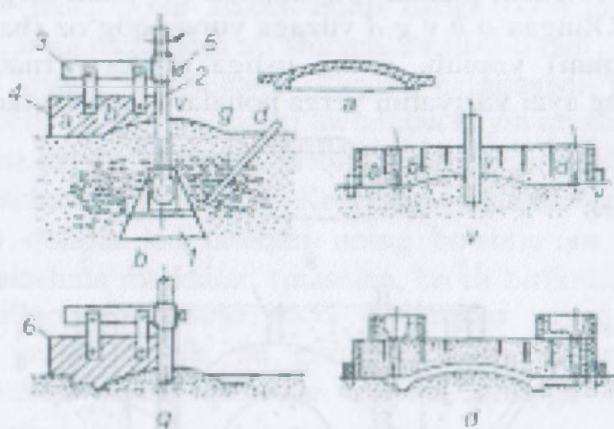


35-rasm. Ochiq (a) va yopiq (b) yer qoliplar sxemasi:

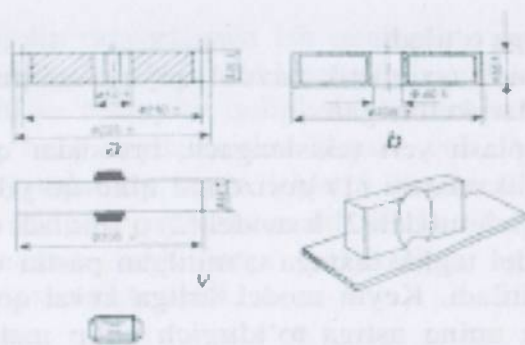
- 1 – model; 2 – koks; 3 – qolip materiali; 4 – opoka; 5 – qoziq;  
6, 7 va 8 – quyish tizim elementlari; 9 – sterjen; 10 – gaz chiqarish trubkasi.

Keyin opokaga ajratilib, stoyak, vipor modellari o'rnatilib, qolip materiali bilan to'ldirilgach, zichlanadi va gaz chiqarish kanalchalari ochiladi. Keyin opoka, stoyak, vipor modellari olinadi. Shundan so'ng, shpindel plankasiga ikkinchi shablon 6 o'rnatilib, uni shpindel atrofida aylantirish bilan qatlam qirilib, quymaning ostki yuza qolipi olinadi. Keyin esa shpindel planka va shablon bilan ajratib olinadi. Shpindel qoldirilgan teshik qolip materiali bilan to'ldiriladi. Ta'minlash kanallari o'yilib, opokani o'z joyiga o'rnatib, qolip yig'ilgach, u metall quyishga tayyor bo'ladi (43-rasm).

**3. Ikki opokada qolip tayyorlash.** Ikki opokada qolip tayyorlashda ketma-ket bajariladigan ishlar bilan tanishib chiqaylik.



**36-rasm.** Shablon yordamida qolip tayyorlash sxemasi:  
 1 – podpyatnik; 2 – shpindel; 3 – plank; 4 va 6 – shablon;  
 5 – mahkamlash vinti.



37-rasm. Quyma zagotovkasini tayyorlash:

a – detal chizmasi; b – zagotovka chizmasi; d – model;

e – sterjen yashigi; f – sterjen.

37-rasm, a da keltirilgan po'lat shesternya quymasidan bir necha dona olish talab etilsin, deylik. Bunday quyimalarni tayyorlashdan avval uning chizmasidan, materiali, shakli, o'lchamlari, yuza g'adir-budurlik sinflari va boshqa ko'rsatkichlari bilan tanishib chiqiladi.

Bunday quyma qolipini qo'lda qumli gil materiallaridan ikki opokada tayyorlash texnika-iqtisodiy jihatdan foydali bo'lsin deylik. Buning uchun dastavval zagotovka eskizini chizamiz (37-rasm, b). Metallni qolipga sovib qotishida kirishuv qiymati va quymani mexanik ishlovlarga beriladigan yuzalar qo'yimi hisobga olinib, ular hisobiga quyma tashqi o'lchamlari kattalashtiriladi, teshik esa kichraytiriladi. Keyin esa quyma zagotovka chizmasi asosida model (qolip qolipi), sterjen yashigi (sterjen qolipi), qolipga metallni kirituvchi quyish tizimini model elementlari, o'lchamlari aniqlanib, chizmalari chiziladi (37-rasm, d) va chizmalar bo'yicha sifatli quruq yog'ochdan ular tayyorlanadi. Model, sterjen yashik quyish tizimini modellari tayyorlangach, keyin qumli gil materiallardan qolip

tayyorlashga o'tiladi.

38-rasmda (sxematik tarzda) quyima qolipini tayyorlash operatsiyalari keltirilgan:

1. Qoliplash yeri tekislangach, brusoklar qo'yilib unga model taglik taxtasi (1) gorizontal qilib qo'yiladida, ustiga oziqlantirgich modeli 2' li model (2) o'rnatiladi (38-rasm, a).

2. Model taglik taxtaga o'rnatilgan pastki opoka (3) ga model kiritiladi. Keyin model sirtiga avval qoplama material, keyin uning ustiga to'ldirgich qolip materiali solinib opoka to'ldirilib, shibbalanadi. Ortiqcha material chizg'ich (9) bilan sidirib tashlanib, sim (4) bilan bir necha gaz chiqarish teshiklari (5) ochiladi (38-rasm, b).

3. Opoka taglik taxta bilan yopilib,  $180^\circ$  ga aylantirilib, tekis yerga qo'yiladi-da, ustidagi model taxta olinadi. So'ngra ta'minlagich modeli 2' ga shlak tutkich modeli (7), unga esa stoyak modeli birlashtirilib pastki opokaga ustki opoka (5) qo'yilib, shirlar (6) bilan mahkamlanadi. So'ngra modellar sirtiga yupqa qilib qum kukuni sepiladi (38-rasm, d).

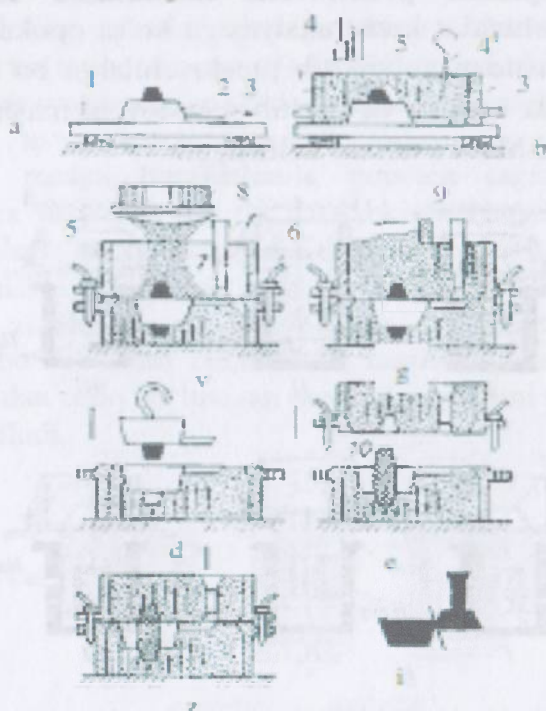
4. Ustki opoka ham xuddi pastkisi singari qolip materiali bilan to'ldirilib, shibbalangach ortiqcha qolip materiali sidirilib, gaz chiqarish teshikchalari ochiladi (38-rasm, e). Keyin stoyak modeli bo'ylab metall quyish kosachasi ochilib, stoyak asta-sekin qimirlatilib chiqariladi. Ustki opoka pastki opokadan ajratilib,  $180^\circ$  ga aylantirilib yerga quyiladi-da, undan shlak tutkich modeli ajratiladi.

5. Pastki opokadan model ta'minlagich modeli bilan birga asta-sekin qimirlatib ajratiladi (38-rasm, f).

6. Qolip bo'shlig'iga biroz kvars kukuni sepilib, sterjen (10) o'z joyiga o'rnatiladi (38-rasm, g).

7. Ustki opoka pastki opokaga qo'yilib, shirlar bilan birlashtiriladi. Shunday qilib olingan qolipga metall quyish mumkin.

Qoida qolip tayyorlashda ish unumining pastligi, qolip materiallarining bir tekis zichlanmasligi, malakali ishchilar talab etilishi va boshqalar qoliqlash mashinalarni yaratilishi va ulardan keng foydalanishni taqozo etdi. Mashinalarda qoliplar tayyorlashda og'ir ishlarni mashina bajarib, bu qoliplarda olingan quymlar aniq o'lchamli, tekis yuzali bo'lib, mexanik ishlovlarga belgilangan qo'l mehnati kamayadi va metall tejaladi.



38-rasm. Quyma qolipni tayyorlash ketma-ketligi va unga metallni quyib quymani olish sxemasi:

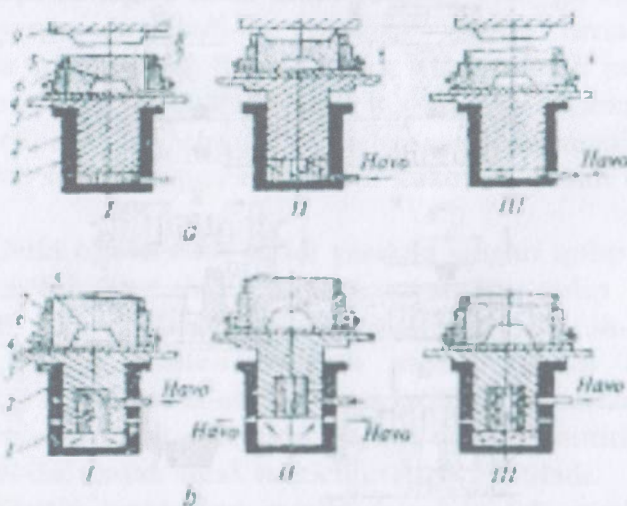
- 1 – model taglik taxtasi; 2 – model; 2' – oziqlantirgich model;  
 3 – pastki opoka; 3' – qolip materiali; 4 – shubba; 4' – sim; 5 – ustki opoka; 6 – shtir; 7 – shlak tutqich modeli; 8 – chak; 9 – lineyka;  
 10 – sterjen.

### 3-8. Qoliplarni mashinalarda tayyorlash

Quyimakorlik sexlarida foydalaniladigan mashinalarning ishlash prinsiplariga ko'ra: 1) presslovchi; 2) silkituvchi; 3) silkitib presslovchi; 4) qum otar kabi asosiy turlari bor.

Ishlatilishiga sarflanayotgan energiyaga ko'ra dastaki, pnevmatik, gidravlik, mexanik mashinalarga ajratiladi.

**1. Qoliplarni presslovchi mashinada tayyorlash.** Bunday mashinalar konstruksiyasiga ko'ra opokadagi qolip materialni ustidan va silkitib presslovchilarga bo'linadi. 39-rasm, a, b da ustidan va silkitib presslovchi mashinalarning tuzilishi va ishlash sxemasi keltirilgan.



39-rasm. Ustidan (a) va silkitib (b) presslovchi mashinalarning tuzilishi va ishlash sxemasi.

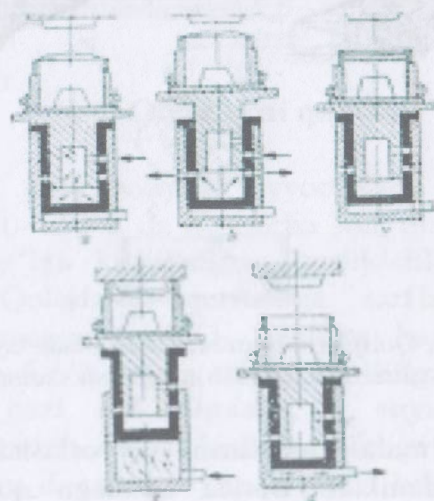
a – ustidan presslovchi va b – silkitib presslovchi mashina;

1 – silindr; 2 – porshen; 3 – stol; 4 – model taglik plitasi; 5 – model;  
6 – opoka; 7 – rama; 8 – kolodka; 9 – traversa.

39-rasm, a dan ko'rinadiki, stol (3) porshen (2) bilan birga yasalgan bo'lib, porshen silindr (1) ga kiritilgan, stol (3) ga model taglik plitasi (4), unga esa model (5) o'rnatilgan. Opoka (6) quloqlari esa taglik plita shtirlariga kiritilgan. Opoka ustiga rama (7) o'rnatilgan. Opokaga qolip materiali bunkerdan kiritiladi. Mashinani yurgizish uchun unga havo kiritish teshigi orqali 5-7 atm gacha siqilgan havo haydaladi.

Silindrning pastki qismiga kirgan havo porshenni yuqoriga ko'tarib, traversa (9) ga birlashtirilgan kolodka (8) ni ramaga kirayotganda opokadagi materialni zichlaydi. Havo haydash to'xtatilgach, opokali tuzim o'z og'irligining hisobiga pastga harakatlanib, porshen tagidagi havoni tashqariga haydaydi, stol esa dastlabki vaziyatga qaytadi. Bu sikl bir necha marta takrorlanib qolip tayyorlanadi.

Bu mashinalarda qolip tayyorlashda model atrofidagi material zichligi opokaning boshqa qismidagi zichligidan pastroq bo'ladi. Shu boisdan bu mashinalardan balandligi 200 mm dan ortiq bo'lmagan quymalar qolipini tayyorlashda foydalaniladi.

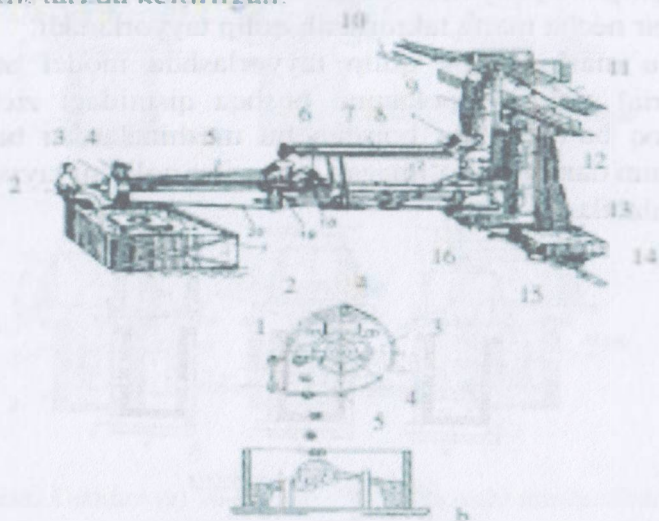


**40-rasm.** Aralash konstruksiyali mashinaning tuzilishi va ishlash sxemasi.

**2. Silkitib presslovchi mashinalarda qolip tayyorlash.**

39-rasm, b da silkitib presslovchi mashinaning tuzilishi va ishlash sxemasi keltirilgan. Bu mashinalarda, qolip tayyorlashda model atrofidagi qolip materialining zichligi opokaning boshqa joylariga qaraganda yuqoriroq bo'ladi. Shu sababli, bu mashinalardan balandligi 250–400 mm gacha bo'lgan quymlar qolipini tayyorlashda foydalaniladi. Uning kamchiligiga barham berish uchun presslovchi va silkitib presslovchi aralash konstruksiyali mashinalar yaratilgan (40-rasm).

**3. Qoliplarni qum otar mashinalarda tayyorlash.** Bu mashinalarning tuzilishi va ishlash prinsipi 48-rasmda sxematik tarzda keltirilgan.



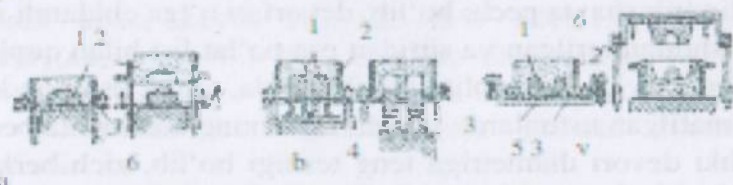
**41-rasm.** Qoliplarni qum otar mashinada tayyorlash (a) valining kallagi (b)ni ishlash sxemasi.

Yirik quymlar qoliplarini tayyorlashda bu mashinalardan foydalaniladi. Bunda opokaga qolip materiallari

qisilib, zichlanadi.

41-rasm, a dan ko'rinadiki, qolip materiali transportyor (11) dan bunker (9), voronka (8), transportyorlar (7) va (5) orqali kallak (3) ga uzatiladi. 41-rasm, b da alohida kallak qismi ko'rsatilgan. Kallak kovshi (1) katta tezlikda (1350-2000 ayl/-min) aylanib qolip materiallarini katta kuch bilan opokaga o'tib zichlaydi va ish kallagini zaruratga ko'ra opokani turli joyiga oson sura olinadi.

Modelning qolipdan ajratilishiga ko'ra opokani ko'tarib, modelni undan tortib tushirish, taglik plitani aylantirib modelni ko'tarish bilan opokadan ajratuvchi xillari bor (42-rasm).



42-rasm. Qolipni ajratish usullari:

- a – opokani ko'tarib-ajratish; b – modelni tushirib ajratish; v – model plitani aylantirib ko'tarib modelni ajratish; 1 – model; 2 – opoka; 3 – model plita; 4 – tortiladigan plita; 5 – aylanadigan stol; 6 – shiftili mexanizm.

#### 4-§. Qoliplarni quritish

Ma'lumki, yirik qoliplar tayyorlashda ularni puxtalash maqsadida 250–450°C da bir necha soat qizdiriladi. (Ba'zan qolip bo'shlig'iga kiritiladigan quritkichlardan ham foydalaniladi.) Qoliplarni quritishga sarflanadigan vaqtni qisqartirish maqsadida CO<sub>2</sub> gazidan ham foydalaniladi. Buning uchun 5-6% suyuq shisha qo'shilgan qolip (sterjen) orqali CO<sub>2</sub> gazi o'tkazilganda, u suyuq shisha bilan reaksiyaga kirishib silikat kislota (gidrogel) hosil qiladi va bu kislota qum donalarini yupqa parda bilan qoplab, 15-20

daqiqada ularni o'zaro paxta bog'laydi.

### 5-§. Metall qotishmalarini erituvchi pechlar

Quyimakorlikda zarur tarkibli cho'yan, po'lat va rangli metall qotishmalarini olishga vagranka deb ataluvchi shaxta pechdan, kichik konvertorlardan, elektrpechlardan keng foydalaniladi. Kuzatishlar ko'rsatadiki, quyuv sexlarda olinayotgan cho'yan quyimalarning - 90% dan ortiqrog'i vagrankalarda olinadi, chunki bu pechlarni tuzilishi oddiyligi, boshqarilishi qulayligi, kam yoqilg'i talab etishi bilan birga uziuksiz va umumli ishlaydi.

*Vagranka pechining tuzilishi va ishlashi* vagranka silindrik shaxta pechi bo'lib, devorlari o'tga chidamli shamot g'ishtidan terilgan va sirtidan esa po'lat list bilan qoplangan. U massiv cho'yan plita taglik (4) da, taglik esa poydevorga o'rnatilgan ustunlarda yotadi, taglikning markazida pechning ichki devori diametriga teng teshigi bo'lib, zich berkitilgan (ta'mirlash vaqtida ochiladi) o'txona tubi qum va qolip materiallari bilan to'ldirilib, zichlangan bo'ladi. Pechni shaxta qismida shixta materiallarni yuklash darchasi (10) bor. Shixtaning pechga yuklashda devorlari shikastlanmasligi uchun darchani pastrog'iga devoriga cho'yan plita (9) o'rnatilgan. Pechga kiritilgan koksning yaxshi yonishi uchun ventilator 6 dan have halqali have qutisi orqali furlmalar (5) ga 350-700 mm suv ustuni bosimida haydab turiladi. Odatda furlmalar ikki va ba'zan uch qator qilib o'rnatiladi. O'txonaning tubida cho'yanni pechdan chiqarish teshigi uni ustrog'ida shlak chiqarish teshigi bo'lib, ularga novlar (14) o'rnatilgan. O'txonada yig'ilayotgan cho'yan novi orqali cho'yan yig'ich (15) ga vaqti-vaqti bilan chiqarib turiladi. Pechning shixta materiallar yuklanadigan darchasidan yuqori silindrik qismi truba deyiladi. Uning ustki qismiga uchqun so'ndirgich (11) o'rnatilgan. Jarayonda

ajralayotgan gazlar bilan chiqayotgan cho'g'langan zarrachalarni sovitib, tashqariga chiqarmay yig'adi (50-rasm).

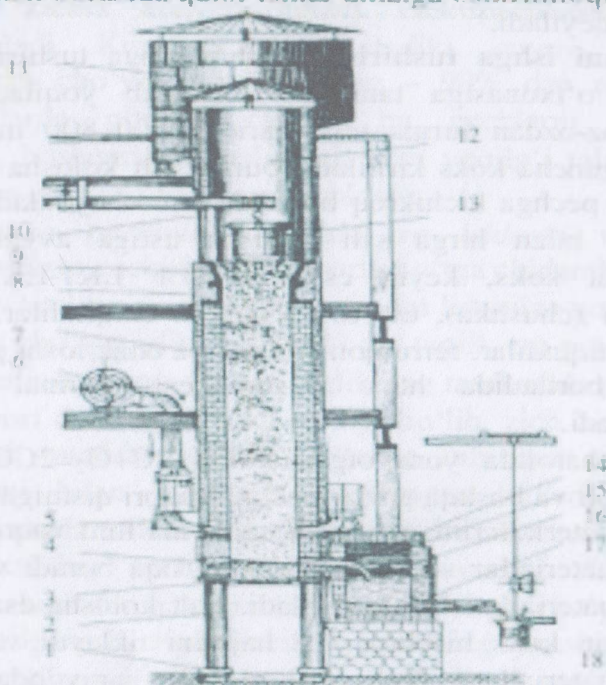
Soatiga 2 tonnagacha cho'yan ishlab chiqaradigan pechlar kichik 2–10 tonnagacha o'rta va ortig'iga katta pechlar deyiladi.

**Pechni ishga tushirish.** Pechni ishga tushirish uchun avvalo, o'txonasiga tarasha-o'tin qalab yoqiladi. Keyin ustiga oz-ozdan furna teshiklaridan 600–800 mm. gacha ko'tarilguncha koks kiritiladi (bunga salt kolosha deyiladi). So'ngra pechga kichikroq bosimda havo haydaladi. Havoni haydash bilan birga salt kolosha ustiga avval ma'lum miqdorda koks, keyin esa (20–45% LK1-LK7 domna cho'yani (chushka), 60–40% cho'yan chiqindilar, 10–25% po'lat chiqindilar, ferro qotishmalar va ohak toshi porsiyalab kiritib boriladida havo bosimi esa normal bosimga yetkaziladi.

Bu sharoitda yonayotgan koks ( $2C+O_2=2CO$ ) hamda havo azoti va boshqa gazlar pechni yuqori qismiga ko'tarilib shixta materiallarini qizdira boradi, ma'lum vaqtdan keyin shixta materiallar suyuqlanib pastga oqa boradi va pechga shixta materiallari kiritib turiladi. Salt kolosha esa sirtidagi yonmagan koks hisobiga o'z hajmini tiklaydi va ustidagi shixta materiallarini ko'tarib turadi. Bu jarayonda suyuqlanayotgan shixtadagi metall salt kolosha oralig'idan o'ta koks hisobiga uglerodga to'yina borib o'txonada cho'yan yig'ila boshlaydi. Shuni qayd etish joizki, bu jarayonda Si, Mn quyadi, S miqdori koks hisobiga 40-50% ortadi, lekin P miqdori o'zgarmaydi. O'txonada yog'ilayotgan suyuq, cho'yandan har soatda namuna olinib, undagi C, Si, Mn va S miqdorlari spektral analiz qilib boriladi. Qachonki cho'yan kutilgan tarkibga kelgach, u pechdan chiqariladi.

Keyingi yillarda vagrankalarning ish unumini oshirish.

koksni tejash, cho'yan xossalariini yaxshilash, havoni zararli chiqindilardan muhofaza qilish maqsadida ajrayotgan gazlarni tozalash apparatlarida tozalash, ularni rekuperator qurilmalarda yoqish, havoni qizdirib pechga haydashdan foydalanish borasida qator ishlar amalga oshirilmoqda.



43-rasm. Vagranika pech sxemasi.

- 1 – poydevor, 2 – ustun, 3 – qopqoq, 4 – taglik, 5 – havo puflagich furmasi, 6 – ventilator, 7 – futerovka, 8 – g'lof, 9 – cho'yan plita, 10 – shixta solish darchasi, 11 – uchqun so'ndirgich, 12 – truba, 13 – badya, 14 – cho'yan chiqish no'vi, 15 – cho'yan yig'gich, 16 – shlak chiqish teshigi, 17 – cho'yanning yig'gichdan chiqish teshigi, 18 – kovsh.

Quyima olish sexlarida, Kichik konvertorlarda vagran-

kada olingan suyuq cho'yan kiritilib, uni yon teshigidagi furnalaridan metall sathiga havo ma'lum bosimda haydaladi. Konvertorda kechayotgan jarayonda ajralayotgan uglerod (II) oksid gazi havo kislorodi hisobiga to'la yonib, metallni o'ta qizdiriladi. Odatda bunday konvertorlar 0,5-3 t. gacha o'ta qizigan po'lat olish uchun mo'ljallangani sababli kichik bessemer konvertorlar deyiladi. Bu konvertorlarning ish unumi yuqori, biroq bunda cho'yandagi S va P dan qutilib bo'lmaydi.

### **XVIII bob. QUYMALAR OLISHNING MAXSUS USULLARI**

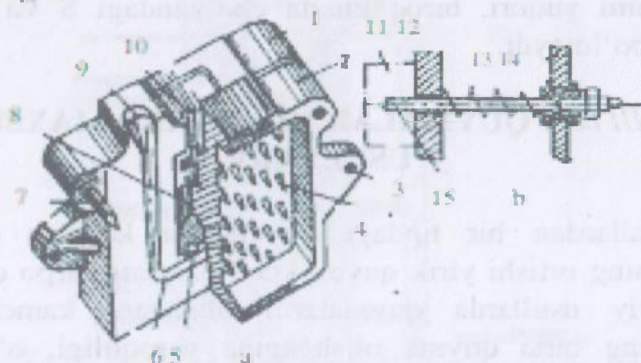
Metallardan bir tipdagi quymalarni ko'plab olishga ehtiyojning ortishi yirik quyuv korxonalarini barpo etishga, an'anaviy usullarda quymalarni olishdagi kamchiliklar (qolipning bitta quyma olishgagina yaroqliligi, o'lehamlarining u qadar aniq bo'lmashligi, qo'yim qiymatining kattaligi)dan holi bo'lgan usullar ustida izlanishlar quyidagi takomillashgan texnologik usullar yaratilishiga olib keldi.

#### **I-§. Quymalarni metall qoliplarda olish**

Bu usulda po'lat qolipga metall erkin quyilib puxta, aniq o'lehamli, tekis yuzali sifatli quymalar olinadi. Metall qolip narxining qimmatligi, qolipda metallning tez sovishi sababli metallning oquvchanligining kamayib ketishi, quymalar yuzasida qattiq qatlamli struktura bo'lishi bu usulning kamchiligi bo'ladi. Metall qoliplar konstruksiyasi olinuvchi quyma shakli va o'lehamlariga ko'ra turlicha bo'ladi. Masalan, oddiy quymalar olishga mo'ljallangan qoliplar ajralmaydigan va murakkab quymalarning qoliplari vertikal, gorizontal yoki murakkab tekisliklar bo'yicha ajraladigan bir

necha bo'lakdan iborat bo'ladi.

Qora metall quymlar uchun sterjenlar sifatli qumgilli materiallardan yasalsa, rangli metall quymlar uchun qora metall qotishmalaridan tayyorlanadi. Qolipga quyilgan metallning bir tekis sovishini ta'minlash maqsadida uning sirt yuzalariga maxsus quyma-barmoqlar o'rnatiladi. 44-rasmda vertikal tekislik bo'yicha ajraluvchi metall qolip ko'rsatilgan.



44-rasm. Metall qolipni vertikal tekislik bo'yicha ajralishi:

1 va 2 – qolip pallalari; 3 – quloq; 5, 6 va 9 – quyish tizimi kanallari;

7 – shtir; 8 – qolip; 10 – vipor; 11 – yarim qolip; 12 – old batika;

13 – prujina; 14 – plita; 15 – turki.

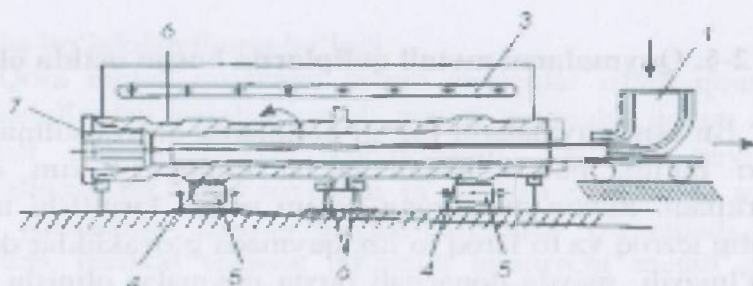
Shuni qayd etish lozimki, qoliplarning ajralish yuzalarida havo va gazlarni chiqaruvchi kichik kanalchalari bo'ladi. Qoliplarning ish muddatini oshirish bilan quyma sifatini yaxshilash maqsadida qolipga metall quyilgunga qadar ularni 100–300°C ga qizdirib, ichki yuzalariga o'tga chidamli bo'yoq surkaladi yoki o'tga chidamli qo'plama material yupqa qilib qoplanadi. Agar olinuvchi quyma yupqa devorli bo'lib, shakli murakkab bo'lsa, uning hamma qismini metall bilan bir tekisda to'ldirish maqsadida qolip tebratib turiladi.

## 2-§. Quymalarni metall qoliplarda bosim ostida olish

Bu usul quymalarni metall qoliplarda olish usulining bir turi bo'lib, bunda metall po'lat qolipga bosim ostida kiritiladi. Suyuq metallning bosim ostida kiritilishi tufayli qolip tezroq va to'laroq to'lib, quymada g'ovakliklar deyarli bo'lmaydi, mayda donachali puxta quymalar olinishi bilan birga o'lchamlari aniq, yuzalari tekis bo'ladi. Bu usuldan yirik korxonalarda alyuminiy, magniy, mis va boshqa qotishmalardan bir necha grammdan bir necha kilogrammgacha bo'lgan murakkab shaklli, yupqa devorli, aniq o'lchamli, tekis yuzali quymalar olishda keng foydalaniladi. Quyma murakkab va katta bo'lsa, bir tekis sovimashligi oqibatida ichki zo'riqish kuchlanishlari hosil bo'ladi. Shu sababli quyma qoliplar tayyorlashda ularda metallning iloji boricha tekis sovishini ta'minlash tadbirlari ko'rilmog'i lozim. Metall qolip narxining qimmatligi, murakkab shaklli va yupqa devorli quymalar olishning qiyinligi, suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'lgan metallardan quymalar olishda qolip materiali chidamliligining yuqori emasligi, bu usulning kamchiliklari hisoblanadi.

## 3-§. Quymalarni aylanuvchi metall qoliplarda olish

Bu usulda metallarni gorizontal va vertikal o'q atrofida aylanuvchi metall qolipga (ba'zan ular yuzi qolip materiali bilan qoplanadi) quyiladi. Bunda metall markazdan qochirma kuch ta'sirida qolip devoriga urilib, sovib zich, mayda donachali, tekis yuzali, puxta quymalar olinadi.



**45-rasm.** Gorizontal o'q atrofida aylanuvchi qolipda cho'yan trubani tayyorlash sxemasi.

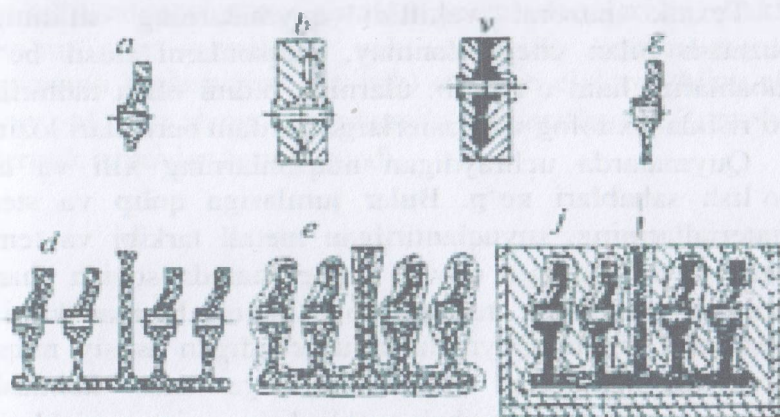
Bu usul yuqori unumdorligi, olingan quyma sifatining yaxshiligi, quyish tizimini talab etmasligi bilan boshqa usullardan ajralib turadi. Lekin qimmatbaho uskuna talab etishi, faqat doiraviy quymalar olinishi kabi kamchiliklari bor. Bu usuldan cho'yan, po'lat va rangli metall qotishmalardan bir necha kg dan bir necha tonnagacha quymalar olinadi, olinadigan quyma turiga ko'ra qoliplar gorizontal, vertikal, qiya o'qlar, bo'ylab aylanadigan bo'ladi.

#### **4-§. Quymalarni suyuqlanadigan modellar yordamida tayyorlanadigan qoliplarda olish**

Bu usuldan boshqa texnologik usullarda olish qiyin bo'lgan murakkab shaklli, aniq o'lchamli, tekis yuzali quymalar (tikuv mashina mokisi, miltiq tepkilari, frezalar va boshqalar) ishlab chiqarishda keng foydalaniladi (46-rasm).

Model va quyish tizim elementlari chizmalari bo'yicha oson suyuqlanadigan (masalan, 30% sham va 70% stearin) moddalarni metall qolipga presslash yo'li bilan tayyorlanadi. So'ngra ular har biri o'tga chidamli maxsus material, masalan, qum kukuni bilan etil silikat va suyuq shisha aralashmali idishga 5-6 mm li qatlam olinguncha bir necha bor ma'lum vaqt botirib olinadi. Keyin ularni elektr kovya

yordamida qizdirilib kovsharlab blok hosil etiladi. Bu bloklarda modellar soni 100 tagacha bo'lishi mumkin. Keyin uy temperaturasida quritiladi. Olingan qobiqdan eruvchi modelni ajratish uchun qizdirilgan havo, issiq suv yoki bug'dan foydalaniladi. Masalan, issiq suvli vannaga tushirilsa, bu material erib suvga o'tadi. Keyin olingan qobiqli qolipni puxtalash uchun uni opokaga joylab atrofiga qura to'ldirib, zichlanadi. So'ngra uni pechda 800–860°C haroratda 3–4 soat qizdiriladi. Bunda materialdan gazga o'tuvchi moddalar ajralib, u puxtalanadi.



46-rasm. Suyuqlanuvchi modellar yordamida olingan qoliplarda quyimalar olish sxemasi:

a – quyima; b – metalldan tayyorlangan quyima qolip; d – qolipga quyilgan ossoxi suyuqlanadigan modda; e – model; f – modellarning umumiy quyima tizim hosil qiluvchi modeli bilan vopishtirilgan blok; g – qum qoplamali model bloki; h – model suyultirilgandan keyin opokaga o'rnatilgan model blokiga metall quyilishi.

Quyimalarning muhimligiga qarab bu nuqsonlar tuzatib bo'ladigan va tuzatib bo'lmaydigan turlarga ajratiladi:

1. *Tuzatish mumkin bo'lgan nuqsonlar.* Bunday nuqsonlar ancha mayda, tuzatilishi birmuncha oson bo'lgan nuqsonlar bo'lib tuzatilgan detalning normal ishlashiga deyarli ta'sir etmaydi.

2. *Tuzatib bo'lmaydigan nuqsonlar.* Bunday nuqsonlar yirik nuqsonlar bo'lib, ularni yo mutlaqo tuzatib bo'lmaydi yoki tuzatish mumkin bo'lsa-da, iqtisodiy jihatdan qimmatga tushadi. Bu xil nuqsonli quyma yaroqsizga chiqarilib qayta suyuqlantiriladi.

Texnik nazorat vakillari quyimalarning sifatiningina kuzatish bilan chegaralanmay, nuqsonlarni hosil bo'lish sabablarini ham o'rganib, ularning oldini olish tadbirlarini ko'rishda texnolog va masterlarga yordam berishlari lozim.

Quyimalarda uchraydigan nuqsonlarning xili va hosil bo'lish sabablari ko'p. Bular jumlasiga qolip va sterjen materiallarining, suyuqlantirilgan metall tarkibi va temperaturasi, uni qolipga quyish tezligi hamda sovish sharoitlarining texnologik talabga to'la javob bermashliklari va boshqalar kiradi. Quyimalarda uchraydigan asosiy nuqsonlarga quyimalarning chizma talabiga mos kelmasligi, qolipning metall bilan chala to'ldirilishi, uning tirgishlaridan metall oqishi, qolip materialining quyma kuyib yopishishi, gaz, shlak kovakliklari metallning kirishuvi bo'shliqlari, tob tashlash, darz va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

## 2-§. Nuqsonlarni tuzatish yo'llari

Quyimalar materialiga, nuqsonlarning xiliga, shakliga, o'lchamlariga ko'ra tuzatishda turli texnologik usullardan foydalaniladi. Masalan, muhim bo'lmagan cho'yan va po'lat quyimalardagi kichik g'ovaklar bakelit laki yoki grafit kukuni qorishtirilgan zamazka bilan toidiriladi. Buning

uchun g'ovak joylar iflosliklar, moy va zangdan tozalan-gach, zamakalanib, ustidan grafit yoki koks bo'lagi bilan tekislab pardoatlanadi.

Kichik gidravlik bosimda ishlatiladigan kanalizatsiya cho'yan trubalaridagi g'ovaklikni yo'qotishda u ammoniy xloridning suvdagi eritmasiga 8-12 soat botiriladi. Bunda eritma metall donachalari orasiga o'tib g'ovaklikni to'ldiruvchi oksidlar hosil qiladi.

Ma'lumki, cho'yan quymalarning mo'rtligi, undagi nuq-sonlarni tuzatishda birmuncha qiyinchiliklar tug'diradi. Shu sababli nuqsonlarning xarakteriga (o'lchamlari va shakliga) ko'ra, ular sovuqlayin yoki qizdirilib (ayrim paytlarda nuqsonli joylarnigina qizdirib) cho'yan elektrod bilan elektr yoy yoki gaz alangasi yordamida payvandlanadi. Zarur holda termik ishlovlar ham beriladi.

## TO'RTINCHI BO'LIM

### KONSTRUKSION MATERIALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH

#### XX bob. MATERIALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH VA UNING ASOSIY USULLARI

##### 1-§. Umumiy ma'lumot

Konstruksion materiallarni tashqi yuklama (nagruzka) ta'sirida plastik deformatsiyalash natijasida kutilgan shakl va o'lchamli buyumlar olish texnologik jarayonga bosim bilan ishlash deyiladi. Odamlar eramizdan bir necha ming yil avval metallarni bolg'a bilan dastaki bolg'alab uchliklar, yer va yog'ochga ishlov beradigan qurollar tayyorlaganlar. Asrlar osha metallarni bosim bilan ishlash usullari takomillasha va rivojlana bordi. Natijada quymalardan yuqori geometrik aniqlikli, xilma-xil buyumlar ishlab chiqarila boshlandi. Keyingi yillarda esa qator istiqbolli usullar, texnologik jarayonlar mexanizatsiyalashtirilib avtomatlashtirilishi ish unumini keskin oshirib, sifatli, raqobatbardosh buyumlar ko'plab ishlab chiqariladigan bo'lindi.

Metallarni bosim bilan ishlashni boshqa ishlov usullaridan ancha unumligi, ularni zarur shakli o'lchamli buyumlar olinishi, metall hajmining o'zgarmasligi, mexanik xossalarning yaxshilanishi, ko'p hollarda kesib ishlashga ehtiyoj qolmasligi va boshqa afzalliklariga ko'ra mashinasozlikda keng qo'llaniladi.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan po'latlarning ~ 90%i, rangli metallarning 50% dan ortiqrog'i bosim bilan ishlanishi bu usulning sanoatda ahamiyatining muhimligini ko'rsatadi.

## 2-§. Metallarni bosim bilan ishlashning asosiy usullari

Materiallarni bosim bilan ishlashning asosiy usullariga prokatlash, kiryalash, presslash, erkin bolg'alash, hajmiy va list shtamplashlar kiradi.

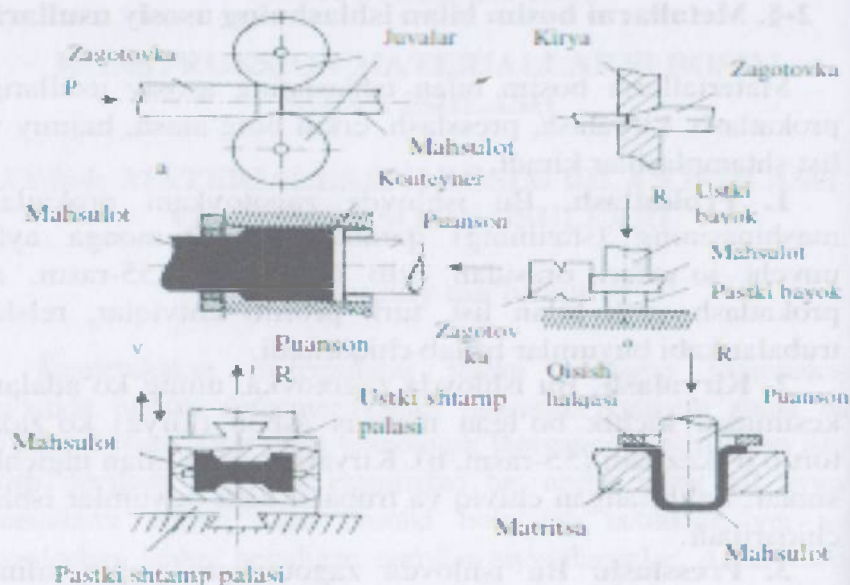
**1. Prokatlash.** Bu ishlovda zagotovkani prokatlash mashinasining (stanining) qarama-qarshi tomonga aylanuvchi jo'valari orasidan ezib o'tkaziladi (55-rasm, a), prokatlash yo'li bilan list, turli profilli chiviqlar, relslar, trubalar kabi buyumlar ishlab chiqariladi.

**2. Kiryalash.** Bu ishlovda zagotovka, uning ko'ndalang kesimidan kichik bo'lgan maxsus asbob (kirya) ko'zidan tortib o'tkaziladi (55-rasm, b). Kiryalash yo'li bilan ingichka simlar, kalibrlangan chiviq va trubalar kabi buyumlar ishlab chiqariladi.

**3. Presslash.** Bu ishlovda zagotovkani yopiq silindr (konteyner) matritsasi ko'zidan siqib chiqarish bilan buyumlar ishlab chiqariladi (55-rasm, d). Presslash yo'li bilan chiviq, trubalar kabi buyumlar ishlab chiqariladi.

**4. Erkin bolg'alash.** Bu ishlovda bolg'aning pastki qo'zg'almas bo'yog'iga qo'yilgan zagotovka bolg'a babasining ustki harakatlanuvchi hayogi bilan zarblab ishlanadi (55-rasm, g). Bu ishlovda val, shatun, tishli g'ildirak kabi buyumlar ishlab chiqariladi.

**5. Hajmiy shtamplash.** Bu ishlovda zagotovkani maxsus asbob (shtamp)ni qo'zg'almas yarim pallasi o'yiqli bo'shlig'iga qo'yib, qo'zg'aluvchi ustki yarimpallasi bosim bilan (bolg'alarda yoki presslarda) ishlovga aytiladi. Bu ishlovda bo'shliq materialning plastik deformatsiya-lanishi hisobiga to'ladi (55-rasm, e). Shtamp bo'shlig'ining shakli va o'lchamlari olinadigan buyum shakliga va o'lchamlariga mos bo'ladi. Bu ishlovlarda tirsakli vallar, shkiylar, klapan, bolt kabi xilma-xil buyumlar ishlab chiqariladi.



48-rasm. Metallarni bosim ostida ishlash usullarining asosiy turlari: a – bo'ylama prokatlash; b – kiryalash; d – presslash; g – bolg'alash; e – shtamplash; f – list shtamplash.

6. List shtamplash. Bu ishlovda list, lenta, polosa, tarzidagi zagotovkalarни matritsaga o'tatib, puansonni yurgizishda uni deformatsiyalab matritsa o'yig'i o'tqaziladi. Bu usulda elektrotexnikaviy apparatura detallari, xo'jalik anjomlari va boshqa buyumlar ishlab chiqariladi (48-rasm, f).

### 3-§. Metallarni bosim bilan ishlash oldidan qizdirish va qizdirish qurilmalari

Metallar ma'lum temperaturagacha qizdirilganda sovuqligiga nisbatan deformatsiyalanishga qarshiligi 10–15 marta kamayadi. Binobarin, metallarni bosim bilan ishlashdan

## MUNDARIJA

Soʻz boshi.....	3
Kirish.....	4

### BIRINCHI BOʻLIM

#### QORA VA RANGLI METALLAR METALLURGIYASI

I bob. Materiallar xili va ularning qoʻllanish sohalari.....	6
1-§. Metallar haqida maʼlumot.....	6
II bob. Donna pechida choʻyan ishlab chiqarish.....	7
1-§. Shixta va oʻlga chidanli materiallar.....	7
2-§. Rudalarni boyitishning asosiy usullari.....	8
3-§. Yoqilgʻi va ularning xillari.....	9
4-§. Flyustlar va ularning metallurgik jarayondagi roli.....	12
5-§. Oʻlga chidanli materiallar, ularning xillari va ishlatish joylari.....	12
6-§. Donna pechining tuzilishi.....	13
7-§. Donna pechining yordamchi uskunalari.....	16
8-§. Donna pechini ishga tushirish va unda sodir boʻladigan jarayonlar.....	20
9-§. Donna pechining mahsulotlari va ularni pechdan chiqarish.....	23
10-§. Donna pechi ishining texnika-iqtisodiy koʻrsatkichlari.....	26
III bob. Poʻlat ishlab chiqarish usullari.....	28
1-§. Umumiy maʼlumot.....	28
2-§. Konvertordagi suyuq choʻyan sathiga kislorod haydash yoʻli bilan poʻlat ishlab chiqarish.....	29
3-§. Marten pechlarida poʻlat ishlab chiqarish usullari.....	32

4-§. Marten pechlar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularning ish unumini oshirish yo'llari.....	35
5-§. Elektr pechlarda po'lat ishlab chiqarish.....	36
<b>IV bob. Rangli metallar va ularni qotishmalarini ishlab chiqarish.....</b>	<b>40</b>
1-§. Mis ishlab chiqarish.....	40
2-§. Alyuminiyni ishlab chiqarish.....	47

## IKKINCHI BO'LIM

### MATERIALSHUNOSLIK ASOSLARI

<b>V bob. Materiallarning tuzilishi, kristallanishi va allotropik shakl o'zgarishlari.....</b>	<b>52</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	52
2-§. Materiallarning kristallanishi.....	56
<b>VI bob. Qotishmalar.....</b>	<b>58</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	58
2-§. Qotishmalarning holat diagrammalari va ularning tuzilishi.....	60
3-§. Fazalar qoidasi haqida ma'lumot.....	61
4-§. Temir-uglerod qotishmasining holat diagrammasi.....	62
5-§. Uglerodli po'latlarning tasnifi va markalari.....	65
6-§. Legirlangan po'latlar tasnifi va markalari.....	70
7-§. Cho'yanlarning xili, tasnifi va markalanishi.....	71
<b>VII bob. Rangli metall qotishmalari.....</b>	<b>76</b>
1-§. Mis qotishmalari.....	76
2-§. Alyuminiy qotishmalari.....	79
3-§. Antifriksion qotishmalar.....	81
<b>VIII bob. Qotishmalarni termik ishlash.....</b>	<b>82</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	82

2-§. Legirlangan po'lat buyumlarni termik ishlashning xususiyati haqida ma'lumot.....	89
3-§. Po'lat buyumlarni toblash usullari.....	90
<b>IX bob. Po'lat buyumlarni kimyoviy-termik ishlash.....</b>	<b>91</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	91
2-§. Po'lat buyumlarni sirt qatlamini uglerodga to'ydirish (sementitlash).....	91
3-§. Po'lat buyumlarning sirtqi qatlamini azotga to'yintirish (azotlash).....	93
<b>X bob. Cho'yanlar va rangli metallarni termik hamda kimyoviy-termik ishlash.....</b>	<b>94</b>
1-§. Cho'yanlarni termik ishlash.....	94
2-§. Rangli metall qotishmalaridan olingan buyumlarni termik ishlash.....	97
<b>XI bob. Korroziya, uning xillari va oldini olish tadbirlari.....</b>	<b>99</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	99
2-§. Korroziyaning oldini olish tadbirlari.....	100
<b>XII bob. Kukun materiallardan detallar tayyorlash.....</b>	<b>102</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	102
2-§. Metall va nonmetall materiallar kukunlarini tayyorlash.....	102
3-§. Kukun materiallardan detallar tayyorlash texnologiyasi....	103
<b>XIII bob. Kompozitsion materiallar.....</b>	<b>104</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	104
<b>XIV bob. Nonmetall materiallar.....</b>	<b>105</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	105
2-§. Plastik massalar va ulardan detallar tayyorla.....	106
4-§. Moylovchi materiallar va ularning vazifasi.....	108

**UCHINCHI BO'LIM**  
**METALL VA UNING QOTISHMALARIDAN**  
**QUYMALARNI O'LISH**

<b>XV bob. Quymakorlik, uni mashinasozlikdagi o'rni, quyma detallar konstruksiyasiga va materiallariga qo'yiluvchi talablar.....</b>	<b>110</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	110
2-§. Quymakorlikning mashinasozlikdagi o'rni.....	111
<b>XVI bob. Qoliplar xili, ularning materialiga qo'yiladigan talablar, tarkibi, tayyorlash usullari.....</b>	<b>112</b>
1-§. Qolip va ularning xillari.....	112
2-§. Qolip va sterjen materiallariga qo'yiluvchi talablar.....	113
3-§. Qolip va sterjen materiallarini tayyorlash.....	114
4-§. Qolip materiallarining turi.....	115
5-§. Qoliplar tayyorlashda foydalaniladigan texnologik moslama va asboblari.....	116
<b>XVII bob. Quyish tizimi va qolip tayyorlash usullari.....</b>	<b>120</b>
1-§. Quyish tizimi.....	120
2-§. Qoliplarni dastaki tayyorlash usullari.....	123
3-§. Qoliplarni mashinalarda tayyorlash.....	129
4-§. Qoliplarning quritish.....	132
5-§. Metall qotishmalarini erituvchi pechlar.....	133
<b>XVIII bob. Quymalar olishning maxsus usullari.....</b>	<b>136</b>
1-§. Quymalarni metall qoliplarda olish.....	136
2-§. Quymalarni metall qoliplarda bosim ostida olish.....	138
3-§. Quymalarni aylanuvchi metall qoliplarda olish.....	138
4-§. Quymalarni suyuqlanadigan modellar yordamida tayyorlanadigan qoliplarda olish.....	139
<b>XIX bob. Quymalarda uchraydigan asosiy nuqsonlar.....</b>	<b>141</b>

1-§. Umumiy ma'lumot.....	141
2-§. Nuqsonlarni tuzatish yo'llari.....	142

## TO'RTINCHI BO'LIM

### KONSTRUKSION MATERIALLARNI BOSIM BILAN ISHLASH

<b>XX bob. Materiallarni bosim bilan ishlash va uning asosiy usullari.....</b>	<b>144</b>
1-§. Umumiy ma'lumot.....	144
2-§. Metallarni bosim bilan ishlashning asosiy usullari.....	145
3-§. Metallarni bosim bilan ishlashning fizik asosi.....	146

50.000

Кунушова

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY  
VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

Norxodjaye F.R.

## MATERIALSHUNOSLIK

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rtta maxsus ta'lim vazirligi  
O'rtta maxsus kasb-hunar ta'limi markazi ilmiy-uslubiy kengashi  
tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

(Qayta nashr)

“Fan va taraqqiyot”

Toshkent-2014

