

## **21- Modul: Quyma olish usullari**

### **Reja:**

1. Metall qoliplarda (kokil) quyma olish. .
2. Bosim ostida quyma olish. Erib ketadigan modellar asosida qolip tayyorlash va quyma olish
3. Metall quymalarda uchraydigan nuqsonlar, paydo bo'lish sabablari va oldini olish tadbirlari.

### **QUYMALAR OLISHNING MAXSUS USULLARI**

Metall qotishmalardan ko'plab miqdorda bir xildagn sifatli quymalarni olishga bo'lgan talabning ortishi natijasida mexanizatsiya va avtomatlashtirilgan zamonaviy yirik quyma korxonalar barpo etildi. Yuqorida tanishib o'tilgan an'anaviy usullarda quyma olishdagi kamchiliklar (qolipning bir marta quyma olishgagina yaroqliligi, quyma shakli va o'lchamlarining yetarli darajada aniqmasligi va yuza tekisliklarining talabga javob bermaydigan tarzda notekisligi, quyish tizimida metall sarfining ko'pligi, ish sharoitining og'irligi, ish unumining pastligi va boshqalar mavjudligi sababli bunday nuqsonlardan deyarli holi bo'lgan takomillashgan texnologik usullar yaratishni taqozo qildi. Quyidagi paragraflarda bu usullar haqida qisqaroq bo'lsada, ma'lumotlar keltirilgan.

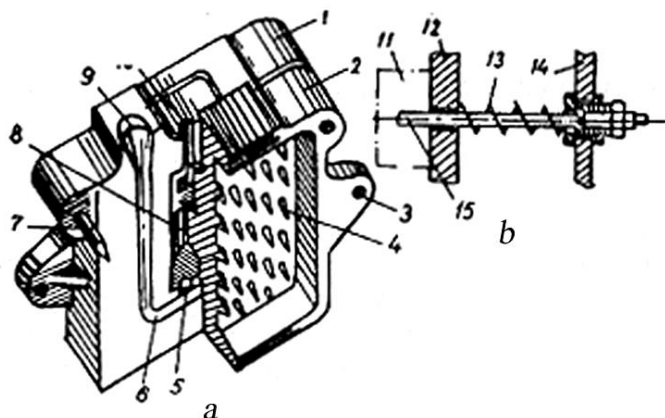
#### **Quymalarni metall qoliplarda erkin quyib olish**

Bu usulda metall qolipga metall erkin qo'yilib, aniq shaklli va o'lchamli, tekis yuzali, sifatli quymalar olinadi. Metall qolip (kokil) uchun eng yaxshi material kulrang cho'yan bo'ladi, chunki u o'zidan issiqdikni yaxshi o'tkazishi sababli deyarli qizimay, tob tashlamaydi, texnologik xossalari yaxshi (oquvchanligi, oson kesib ishlanishi), narxi u qadar qimmat emas, bu esa juda qo'l keladi.

Metall qoliplar konstruksiyasi olinuvchi quyma shakli va o'lchamiga ko'ra turlicha bo'ladi. Masalan, oddiy shaklli, kichik va o'rtacha o'lchamli quymalar olishga mo'ljallangan qoliplar vertikal yoki gorizontal tekisliklar bo'yicha ajraladigan bo'ladi. Murakkab shaklli, turli o'lchamli quymalar qoliplari bir necha qismlardan yig'iladigan bo'ladi.

Qora metall quymalar olishda sterjenlar yuqori sifatli sterjenъ materiallaridan, rangli metall quymalar uchun U7, U10 va boshqa markali po'latlardan tayyorlanadi. Qolipga kiritilgan metallarning bir tekis sovishini ta'minlash maqsadida qolipning tegishli joylariga maxsus quyma barmoqlar o'rnatiladi (171–rasm, a).

Qoliplarning ish muddatini oshirish, quyma sifatini yaxshilash maqsadida qoliplarga suyuq metall kiritilgunga qadar, ularni 100–300°S temperaturagacha qizdirib, ish yuzalariga o'tga chidamli bo'yoq purkaladi yoki o'tga chidamli materiallar nihoyatda yupqa qilib qoplanadi. Agar olinuvchi quyma yupqa devorli bo'lib, shakli murakkab bo'lsa, uning hamma qismini metall bilan bir tekisda to'ldirish maqsadida qolipni tebratib turish ham tavsiya etiladi.



Metall qolipning vertikal tekislik bo'yicha ajralishi:

1,2 – qolip pallalari; 3 – kulok; 4 – barmoqlari; 5, 6, 9– quyish sistemasi kanallari; 7– shtirg; 8– qolip; 10 – vipor; 11 – yarim qolip; 12– old babka; 13– prujina; 14– plita; 15 – turtki.

Metall qoliplar mexanik, pnevmatik va gidravlik yuritmalı stanoklarga o'rnatilib, ularning yig'ilish yoki ochilish jarayonlari mexanizatsiyalashtiriladi (171–rasm, *b*). SHuni qayd etish joizki, zamonaviy yirik quyuv tsexlarida metallarni eritishdan boshlab, quymalar olinguncha bo'lgan barcha jarayonlar avtomatlashtirilgandır.

Quymalarni olish texnologik jarayoni quyidagi asosiy bosqichlardan iborat bo'ladi:

- 1) qolipni metall quyishga tayyorlash;
- 2) qolipga zarur miqdorda suyuq metall kiritish;
- 3) quyma kotgach uni qolipdan ajratish;
- 4) quymadan quyish tizimida kotib qolgan metallni ajratib uni tozalash;
- 5) quymaning sifatini ko'zatisish.

## **Quymalarni metall qoliplarda bosim ostida quyib olish**

Bu usul quymalarni metall qoliplarda olish usulining bir turi bo'lib, bunda metall qolip (press forma)ga bosim ostida kiritiladi.

Suyuq metallning bosim ostida qolipga kiritilishi tufayli tezrok va to'laroq to'lib, quymada g'ovakliklar deyarli bo'lmaydi. Mayda donali puxta quymalar olish bilan birga shakli va o'lchamlari aniq, yuzalari tekis bo'ladi. Bu usuldan yirik korxonalarda alyuminiy (AL2, ALZ, AL9 markalaridan), magniy (ML5, ML6 markalaridan), mis qotishmalari bo'lmish, latunъ (LS 591, LK 803 L, LMTSJ 5531 markalaridan) va boshqa qotishmalardan bir necha grammdan bir necha kilogrammgacha bo'lgan murakkab shaklli, yupqa devorli (6 mm gacha) quymalar olishda keng foydalaniladi.

Masalan, olinadigan quyma o'lchamlariga ko'ra cho'yanlar 1250–1400°S oralig'ida, po'latlar esa 1500–1600°S oralig'ida qolipga qo'yiladi. Ma'lumki, qolipga qo'yilgan metall vaqt o'tishi davomida sovib qota boradi. Quyma shakli qanchalik murakkab va o'lchami katta bo'lsa, bir tekisda sovimasligi oqibatida ichki zo'riqish kuchlanishlari hosil bo'ladi. SHu sababli quyma qoliplarni tayyorlashda ularda metallarning iloji boricha tekis sovishini ta'minlash tadbirlari qurilmog'i lozim.

Suyuqlanish temperaturasi ancha yuqori bo'lgan metallardan murakkab shaklli va yupqa devorli quymalar olishda ayrim qiyinchiliklar tug'iladi, bu esa mazkur usulning kamchiligidir.

Quymakorlik tsexlarida foydalaniladigan quyish mashinalari konstruktsiyasiga ko'ra:

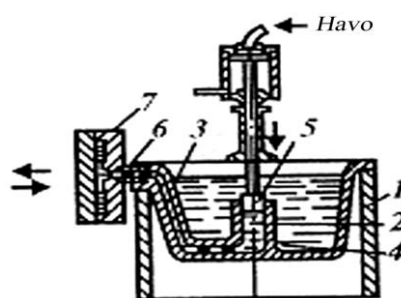
- 1) issiq va sovuq kamerali porshenli;
- 2) qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi kompressorli xillarga ajratiladi.

### **1. Issiq kamerali porshenli mashinalarda quymalarni olish.**

Odatda, bu mashinalardan suyuqlanish temperaturasi 450–500°S gacha bo'lgan ruh qalay, qo'rg'oshin asosidagi qotishmalardan kichik (25–30 kg gacha) quymalar olishda foydalaniladi. Mashinalar konstruktsiyalari jihatidan qo'lda ishlatiladigan, yarim avtomatik va avtomatik ravishda ishlaydiganlarga bo'linadi. Masalan, avtomatik ravishda ishlaydigan mashinalarda soatiga 3000 gacha va undan ortiq quymalar olish mumkin.

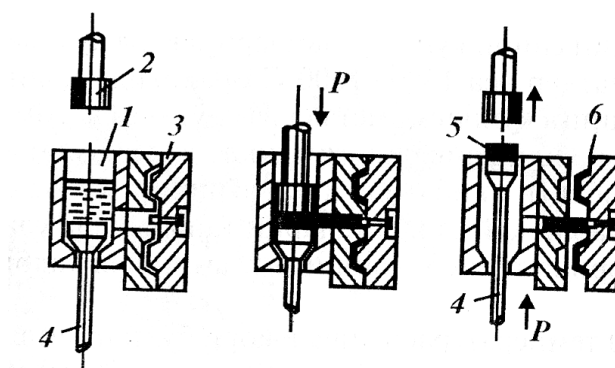
Mashinani ishlatishdan avval yig'ilgan qolip 7 bilan mundshtuk bo'lanadi. Mashina yurgizilganda porshenъ 5 siqilgan havo bosimida tsilindr 4 bo'ylab pastga

qarab harakatlanib, tsilindrdagi suyuq metallni qolipga 10–30 MPa bosim ostida haydaydi. Keyin porshen yuqoriga ko'tariladi, qolip ochilib, quyma ajratiladi. Bu mashinalarning asosiy kamchiligi shundaki, suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'lgan, masalan, Al, Su kabi metallar qotishmalaridan quymalar olishda tsilindr yuzasi bilan porshen orasida qotayotgan oksid pardalar mashinaning me'yorda ishlashini izdan chiqaradi, ya'ni bu oksid pardalardan mashinani tozalash uchun uni tez–tez to'xtatib turish kerak bo'ladi.



Issiq kamerali porshenli quyish mashinasining sxemasi:

1–vanna; 2– teshik; 3– komal; 4– tsilindr; 5– porshen; 6–mundshtuk; 7–qolip



Sovuq kamerali porshenli quyish mashinasining sxemasi:

1– tsilindr; 2, 4 – porshen; 3– qolip; 5–qoldiq metall; 6– quyma

## 2. Quymalarni sovuq kamerali porshenli quyish mashinasida olish.

Bu xil mashinalardan suyuqlanish temperaturasi yuqoriroq bo'lgan, masalan, alyuminiy, mis qotishmalaridan quymalar olishda foydalaniladi.

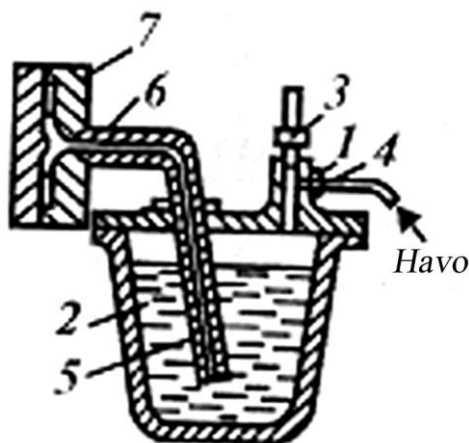
–rasmda bunday mashinaning to'zilishi va ishlashi sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, quyma olish uchun ma'lum miqdordagi suyuq metall tsilindr 1 ga qo'yiladi (–rasm, a).

Bunda pastki porshenъ 4 yuqoriga ko'tarilgan bo'lib, qolipga metall kiritish kanal teshigi berkitilgan bo'ladi. So'ngra ustki porshenъ 2 pastga harakatlenganda metall katta bosim (300 MPa gacha) bilan bosilishda, tsilindrda metall qolipga bosim bilan quyish kanali bo'ylab kiritilgan (–rasm, *b*).

Keyin porshenlar 2 va 4 yuqoriga ko'tariladi. Bunda qoldiq metall quyish kanalidagi metall dan ajralib, tsilindrda chiqarib qayta eritishga o'zatiladi (–rasm, *v*). Keyingi quyma olish uchun bu jarayon yana takrorlanadi.

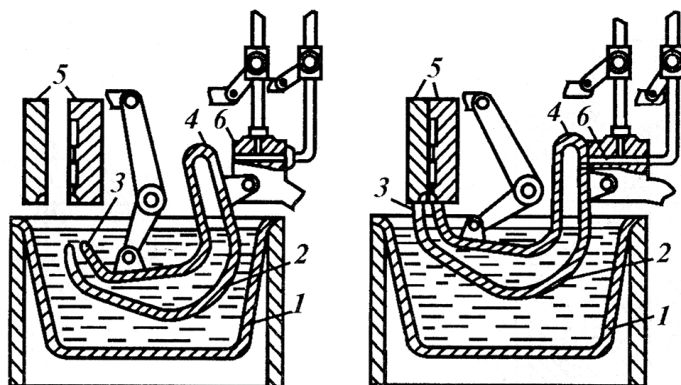
### Quymalarni qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi kamerali kompressorli quyish mashinalarda olish

qo'zg'almas kamerali mashinalardan birining to'zilishi va ishlashi sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, kamera 2 dagi suyuq metall qolip 7 ga havo bosimida patrubka 5 dagi mundshtuk 6 orqali kiritiladi.



Qo'zg'almas kamerali kompressorli quyish mashinasining sxemasi:

1, 4– teshik; 2 – kamera; 3– tikip; 5– patrubok; 6– mundshtuk; 7– qolip



## Qo'zg'aluvchi kamerali kompressorli quyish mashinasining

sxemasi: 1– vanna; 2– qo'zg'aluvchi kamera; 3– mundshtuk; 4– uchlik; 5– qolip; 6 – teshik

Bu mashinalar kamerasidagi metallning havo kislorodi bilan oksidlanishi, gazlarga tuyinishi sababli keng tarqalmadi. Bu mashinalarning kamchiligiga barham berish borasida olib borilgan izlanishlar natijasida qo'zg'aluvchi kamerali kompressorli mashinalar yaratildi.

–rasmda qo'zg'aluvchi kamerali mashinaning to'zilishi va ishlash sxemasi keltirilgan. Sxemadagi cho'yan vanna 1 ga qo'zg'aladigan kamera 2 tushirilgan bo'lib, uning bir uchiga mundshtuk 3, ikkinchi uchiga esa maxsus uchlik 4 o'rnatilgan. Mashina yurgizilganda tortqilar yordamida qo'zg'aluvchi kamera vannadan chiqadi. Bunda qolip yig'ilishida mundshtuk 3 qolip 5 bilan, uning ikkinchi uchi esa havo kelish teshigi 6 bilan bog'lanadi. SHundan so'ng kameraga siqilgan havo haydaladi. SHunda kameradagi metall bosim ostida qolipga kiradi. Keyingi quyma olishda tsikl yana takrorlanadi. Bu mashinalarda soatiga 50 tadan 500 tagacha quymalar olish mumkin.

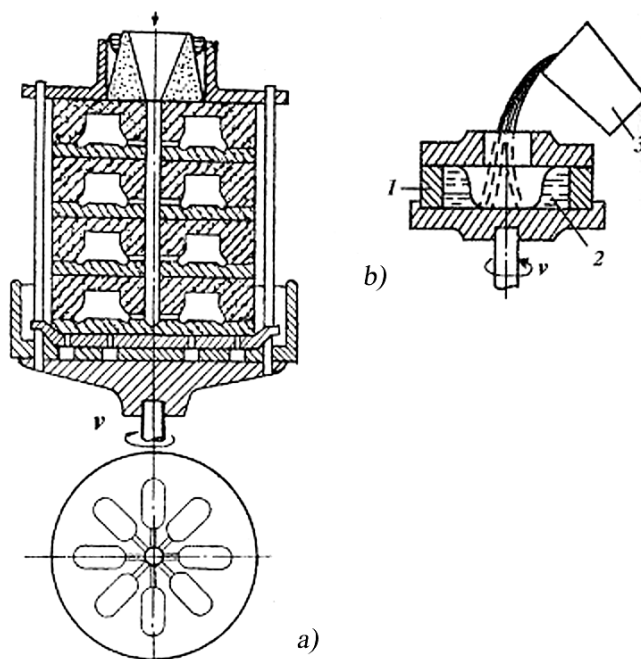
### **Quymalarni aylanuvchi metall qoliplarda olish**

Bu usulda metall aylanuvchi metall qolipga (ba'zan qolipning ish yuzi qolip materiali bilan qoplangan) kiritiladi. Bunda metall markazdan qochirma kuch ta'sirida qolip devoriga otilishida sovib, kristallanishi qolip devoridan boshlanib, quymaning ichki bo'sh yuzida tugaydi, bu jarayonda nometall materiallar (shlaklar, oksidlar), gazlar quyma sirtki bo'shlig'i tomon o'tadi. Natijada zich, mayda, donli, tekis yuzali quymalar olinadi.

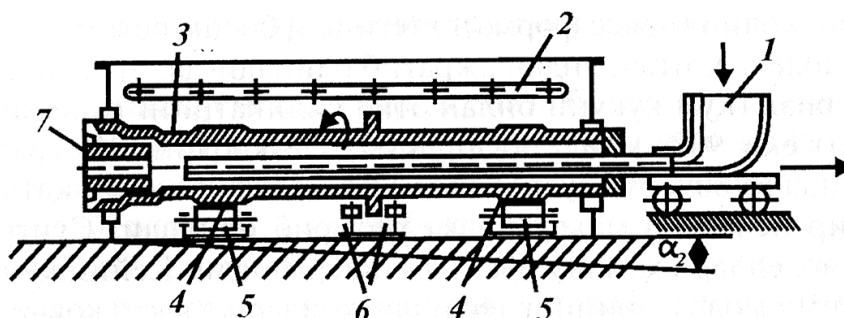
Bu usul yuqori unumliligi, olingan quyma sifatining yaxshiligi, quyish tizimi talab etilmaslik kabi afzalliklari bilan yuqorida qurilgan usullardan ajralib turadi. Lekin qimmatbaho uskuna talab etishi, faqat doiraviy quymalar olinishi kabi kamchiliklari ham bor.

Odatda, bu usulda cho'yan, po'lat va rangli metall qotishmalardan bir necha kilogrammdan bir necha tonnagacha bo'lgan turli xil qalinlikdagi va o'zunlikdagi quymalar olinadi. Olinadigan quyma turiga ko'ra metall qoliplar gorizontal, vertikal va qiya o'qlar bo'ylab aylanadigan bo'ladi. Masalan, vodoprovod, kanalizatsiya trubalari gorizontal o'q atrofida aylanuvchi metall qoliplarda, diametri buyidan katta bo'lgan quymalar (shkivlar, tishli gildiraklar) vertikal o'q atrofida aylanuvchi metall qoliplarda olinadi. SHuni aytish joizki, vertikal qo'

atrofida aylanuvchi qoliplarda qo'yilgan metall markazdan qochirma kuch ta'sirida ichki sirti tobora parabola shakliga o'xshash bo'la boradi (-rasm).



Rasmda gorizontol ukatrofida aylanuvchi metall qolipda cho'yan truba quymalarini olish sxemasi keltirilgan. SHuni hamaytish kerakki, bunday qoliplar cho'yandan tayyorlanib, olinuvchi quymalar sifatini yaxshilash, qoliplarning ish muddatlarini oshirish maqsadida ular metall kiritilguncha 150–300°S atrofida qizdirilib, ish yuzalari himoya qoplama material bilan qoplanadi. Rasmdan ko'rindiki, qolip rolik 5 lar orqali o'z o'qi atrofida aylanadi.



Gorizontol o'q atrofida aylanuvchi qolipda cho'yan trubani tayyorlash sxemasi

Qolipga so'riladigan kovsh novi 1 orqali suyuq metall qo'yiladi (Bunda quymaning bir uchida talab etilgan shaklli va o'lchamli trubalar olish uchun gilli

qumdan tayyorlangan sterjenъ o'rnatiladi). Mazkur usulda trubalar olishda sirtining tez sovishi sababli qattiqdigi ortadi. Bu esa qolipning ish yuzasi sifatiga putur yetkazadi.

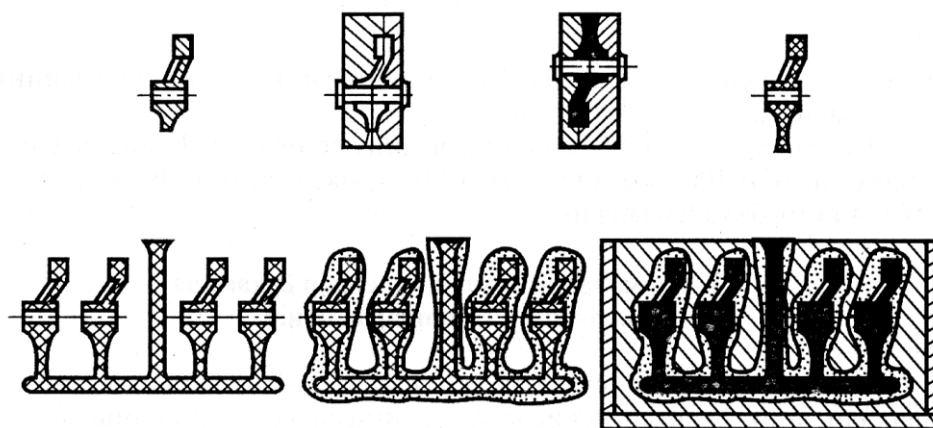
### **Quymalarni eruvchi modellar yordamida tayyorlangan qoliplarda olish**

Boshqa texnologik usullarda olish ancha qiyin bo'lgan murakkab shaklli, aniq o'lchamli, tekis yuzali quymalar (tikuv mashinasining mokisi, miltiktepkisi, frezalar, parmalar va h.k) ishlab chiqarishda mazkur usuldan keng foydalaniladi. Bu usulda quyma olish texnologiyasining bir necha variantlari bor. Quyida bir xili keltirilgan. Buning uchun avval quyma va quyish tizimi modellari chizmalari chizilib, ular asosida metall qolip tayyorlanadi, keyin oson suyuqlanadigan materiallar (masalan, 30% sham va 70% steorin) avtoklavada eritilib qolip (press forma)ga tegishli bosim ostida kiritiladi. So'ngra model qotgach undan ajratib olinadida. o'tga chidamli maxsus material (*qum* kukuni bilan etil silikatning suyuq shisha aralashmasi) yoki 90% mayda kvarts *qum*, 7% kaolin, 3% grafit, 20% suyuq shisha na 80% suv suspenziyami idishga 56 mm li qatlam olinguncha bir necha bor ma'lum vaqt botirib olinadi. So'ngra quyish tizimi molellari ham shu yo'sinda tayyorlanadi. Keyin quyma va quyish tizimi molellarining tegishli joylari elektr kovъya yordamida qizdirilib yomishtirilali. SHu yo'sinda tayyorlangan bloklarda quyma modellar soni ularning massasiga ko'ra 100 tagacha bo'lishi mumkin. Keyin ularni uy temperagurasida quritiladi. Olingan qobiqdan eruvchi modelni ajratish uchun qizdirilgan havo, issiq suv yoki bug'dan foydalaniladi.

Ma'lumki issiq suvli vaniaga tushirilganda model materiali erib suvga o'tadi. Keyin olingan kobiqli qolipni puxtalash uchun uni opokaga joylab, atrofiga qum to'ldirib zichlangach, uni pechga kiritib. 800–860<sup>0</sup>S tsmpsaturala 3–4 soat qizdirib pishiriladi. Bunda model materiallaridan gazga o'tuvchi moddalar ajratib, u puxtalanadi. Bunday kolipga metall qo'yiladi.

Metall qolipda kristallanib, quyma olinib, keyin undagi quyish tizimi metali ajratiladi. Bu qoliplar bir marta quymalar olishga yaraydi, xolos.

–rasmda oson suyuqlanadigan modellar yordamida tayyorlangan kolinlarda quymalar olish sxemasi ko'rsatilgan.



Suyuqlanuvchi modellar yordamida qoliplarda quyular olish sxemasi:

a –quyma; b– metalldan tayyorlangan quyma qolip; v– kolipga qo'yilgan oson suyuqlanadigan modda; g–model; d– modellarning umumiy quyma sistema hosil qiluvchi modeli bilan yopishtirilgan blok; ye– qum qoplamali model bloki; j– model suyultirilgandan keyin opokaga o'rnatilgan model blokiga metall quyilishi

### Quyularni qobiqli qoliplarda olish

Qobiqli qoliplar mayda kvarts qumiga bog'lovchi sifatida 58% pulber bakelit (urotropin qo'shilgan fenolformaldegid smola kukuni) yoki boshqa bog'lovchi moddalar aralashmasi qo'shib, ikki pallali qolip tayyorlanadi. Bunday bog'lovchi smola moddalarining xarakterli xususiyati shundaki, ular 140–160°S gacha qizdirilganda slimga o'xshash massaga aylanib, qum donlarini cho'lg'aydi. Temperaturasi 250–300°S ga ko'tarilganda esa bir necha sekundda qotadi. Ularning bu xossasi qoliplar tayyorlashda qo'l keladi. Ko'pila umumiy holda qobiqli qolipni tayyorlash texnologiyasi jarayoni ketma-ketligi keltirilgan:

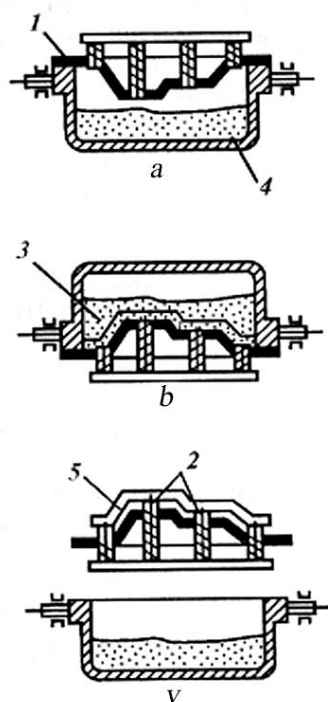
1. Modellarning bir pallasi sirti turli qoldiq materiallardan yaxshilab tozalangach, unda olinuvchi qobiqning oson ajralishi uchun sirtiga kerosin yoki maxsus emulsiya purkalib, model plitasiga o'rnatilib, 200–250°S temperaturagacha qizdiriladi Keyin uni model plitasi bilan 180°S aylantirib, ish yuzasini pastga qaratib, bunker ustiga o'rnatiladi (rasm, a).

2. Bunkerni model plita bilan birgalikda 180°ga aylantiriladi. Bunda bunkerdagi qobiq material qizigan model sirtiga to'kilgach, 10–25 sekunddan 12 minutgacha tutib turiladi. Bunda bog'lovchi material erib, qum donlarini puxta bog'lab, 68 mm li qobiq hosil qiladi. (rasm, b).

3. Bunker model plita bilan birga 180°ga aylantirilib, dastlabki holiga qaytariladi.

4. Qobiqli model plita bunkerdan ajratilib, 300–350<sup>0</sup>S temieraturali pechga kiritilib, shu temperaturada 1–3 daqiqa saqlanali. Bunda qobiq zarur puxtalikka o'tadi.

5. Model plita pechdan chiqarilib, yarim qolip qobig'i ajratib olinadi (rasm, v).



Qobiqli qolip tayyorlash texnologik jarayoni sxemasi:

1 – model yarim pallasi; 2– shtirь; 3– qolip materiali; 4– bunker; 5– qolip pallasi

Qolipning ikkinchi pallasi ham xuddi shu tarzda tayyorlanadi. Keyin ularni yig'ishda sterjenlar bo'lsa, o'z joylariga qo'yilib, pallalar skoba yoki strubtsinalar bilan yoki tez qotuvchi termorsaktiv yelim bilan biriktiriladi.

Odatda quymatar olishda qobiqli qoliplarning bir nechtasini opokaga joylab, atrofi qum bilan yoki kichik zoldirchalar bilan to'ldiriladi. Keyin esa ularga har biriga metall qo'yilali. SHuni qayd etish zarurki, bu usulla turli materiallarlan, murakkab shaklli, sirt yuzasi tekis mayla (ko'pincha 5–15 kg li) quymalar olinadi.

Oddiy qoliplarda quymalarni olishga qaraganda bu usulda olingan quymalar o'zining aniqligi, mexanik ishlovlarga berilmasligi va qolip materiallar sarfi kamligi bilan ajralib turadi va uni avtomatlashtirish oson bo'lganligi sababli ish unumdorligi ham keskin ortadi.

## Quyma po‘lat

Temir metallurgiyasi tarixida, butun bashariyat sivilizatsiyasiga katta ta'sir o'tkazgan uchta inqilobiy burilishlar yuz bergan. Ulardan birinchisi juda qadim zamonlarda, rudadan temirni ajratib olishni va unga termik ishlov berishni yo'lga qo'yilgan maxsus gorn pechlarining o'ylab topilishi bo'lgan bo'lsa, ikkinchisi o'rta asrlarda o'zlashtirilgan temir va cho'yanni o'zaro qayta ishlash jarayoni bo'lgan. Uchinchi inqilobiy burilish esa XIX asrning ikkinchi yarmiga tegishli bo'lib, u quyma po'latning yalpi ishlab chiqarila boshlashi bilan bog'liq.

Hamma zamonlarda ham po'latga doimiy kuchli talab mavjud bo'lgan. Chunki, ushbu metall turli detallar, qurol-aslaha va asbob-uskunalar, hamda, mashinalar yasash uchun zarur bo'lgan darajadagi pishqlik, mustahkamlik va qattqlikka ega. Lekin, metalldan po'lat buyum yoki uskuna yasashdan avval, unga bir qator mashaqqatli texnologik jarayonlar orqali ishlov berish zarur bo'lgan. Avvaliga, rudadan cho'yan eritib olishgan. Keyin esa cho'yandan sof yumshoq temir tiklangan. Keyin esa, temir krtitsasiga uzoq vaqt mobaynida bolg'alab ishlov berish yo'li bilan, po'lat buyum yoki detal tayyorlangan. Ushbu jarayon po'lat mahsulotlari tayyorlashdagi eng nozik va ko'p mehnat talab qiladigan, uzoq vaqt oladigan jarayon bo'lgan. Ustiga-ustak, jarayon yakunida har doim ham ko'zlangan muddaoga erishilmagan. Ushbu omillarning barchasi birlashib, po'latning tannarxi juda qimmat bo'lishiga sabab bo'lgan.

XIX asr o'rtalariga kelib, butun jahon bo'ylab sanoat va transport tarmoqlarining keng taraqqiy eta boshlashi natijasida, po'latga bo'lgan talab keskin ortib ketdi. Po'latni keng miqyosda va ko'p miqdorlarda ishlab chiqarilishini yo'lga qo'yish zarur edi. Biroq, hatto talabga muvofiq miqdorda ishlab chiqarish uddalangan taqdirda ham, eng katta muammo – po'latning juda qimmat ekanligini hal qilish zarur bo'lardi. Chunki, yumshoq temirga bolg'alab qo'lda, yoki, mexanik ishlov berish yo'li bilan po'lat buyum tayyorlashni shunchaki arzonlashtirishning imkoni bo'lmagan. Bu o'rinda, qimmat narx hosil bo'lishidagi eng katta omil – ishchi kuchi va energiya sarfining juda ko'pligi bo'lgan.

Albatta, kun sayin o'sib borayotgan talab yuzasidan o'sha paytning eng ilg'or muhandis-metallurlari va olimlari jiddiy bosh qotira boshlashgan. Ular orasida muammoga eng yaxshi yechim bo'ladigan g'oyani ingliz muhandisi va ixtirochisi Genri Bessemer (1813-1898) taklif etgan edi. Uning g'oyasiga ko'ra, po'lat buyum yoki detal yasash uchun, temirning barcha xossalariga ega bo'lgan metallni suyuq holatda olish va keyin uni maxsus qoliplar vositasida kerakli shaklda quyish usuli - arzon po'lat olishning eng maqbul yo'li bo'lishi kerak edi. Albatta, g'oya ajoyib. Lekin, uni amalda uddalash va haqiqatan ham arzon po'lat olish uchun yana bir

necha o'n yillar va ko'plab metallurg mutaxassislarning mashaqqatli mehnati singishi talab etildi. Bessemerning mazkur g'oyasini amalga oshishi yo'lida bir necha muhim kashfiyotlar ham amalga oshirildi va ularning hammasi metallurgiya tarixida muhim o'rin tutgan kashfiyotlarga aylandi.

XVIII asr oxirlariga qadar cho'yanni yumshoq temirga aylantirish faqat kritsa gornlarida amalga oshirilar edi. Lekin, bu usulda olingan metall bir jinsli bo'lmay, balki, tarkibida muayyan boshqa aralashmalar bilan chiqardi. Boz ustiga, bunday metallning ba'zi joylari yumshoq temirga, ba'zi joylari cho'yanga va yana ayrim qismlari po'latga o'xshash bo'lib, undan yasalgan buyumning qay darajada pishiq chiqishi – ishlov berish texnologiyasidan ko'ra, ko'proq lotereyadagi omadga o'xshagan. Jarayonning o'zi esa ko'p kuch va vaqt oladigan qiyin mehnatdan iborat bo'lgan. Bu yo'l bilan metall olishda ko'mirning ham eng a'lo sifatlisini tanlash zarur bo'lar edi. Chunki, ko'mir va ishlov berilayotgan temir to'g'ridan-to'g'ri o'zaro kontaktda bo'ladi. Bu esa, ko'mir tarkibidagi aralashmalarning temirga o'tib qolishi xavfini keltirib chiqaradi. Mazkur jarayondagi ko'mir sarfining o'zi ham juda katta bo'lgan. 1 kg temirni tiklash uchun o'rtacha 4 kg ko'mir sarflangan. Hatto eng katta gornlarda ham 24 soat uzluksiz ish evaziga ko'pi bilan 400 kg temir olish mumkin edi xolos. Vaholanki, bozor va iste'mol talabi bundan chondon martalab yuqori bo'lgan. Bunday katta miqdordagi talabni qondirish uchun esa, cho'yanni qayta ishlashning yanada mukammalroq, arzon va tez bajariladigan usulini o'ylab topish zarur edi.

Ushbu yo'ldagi dastlabki katta qadamni 1784-yilda ingliz metallurgi Kort tomonidan qo'yildi. Pudling jarayoni deb atalgan maxsus usul va pech yordamida, u cho'yanni qayta ishlash jarayonini sezilarli tezlatgan edi.

Pudling pechining ishlash tamoyili quyidagicha bo'lgan: o'choqda yoqilg'i yoqilgan. Yonish mahsulotlari toshtuynuk orqali pechning ishchi maydoniga kelib tushgan. Bu yerda avvaldan yuklangan temir chiqindilari va cho'yan tayyor turgan. Alanga ta'sirida temir chiqindilari xamirga o'xshash holatga o'tgan va qisman erigan. Harorat ortishi bilan cho'yan eriy boshlagan va uning aralashmalari chiqindilar tarkibida avvaldan mavjud kislorod evaziga kuyib keta boshlagan. Shu tarzda, cho'yan ugleroddan mosuvo bo'lgan. Ya'ni, u dag'al temir kritsasiga aylangan. Pudling pechining odatiy kritsa gorn pechidan eng muhim afzalligi shunda ediki, pudling pechida istalgan yonuvchi narsani yoqilg'i sifatida ishlatsa bo'lardi. Shu jumladan, pudling pechlarida arzon va tozalanmagan oddiy toshko'mirdan ham keng foydalanish mumkin edi. Pudling pechlaridan foydalanish amaliyoti temir xom-ashyosining tannarxi sezilarli pasayishiga olib keldi. Boz ustiga, Kort loyihalangan bunday pudling pechlariga ataylab havo puflab turish

shart emasdi. Havo yetkazib turilishi va tutunning tezkor yaxshi soʻrilishi – baland chiqarilgan uzun quvurlar evaziga taʼminlangan. Bu jihati bilan, pudling pechlari tez orada gornlarni chetga surib qoʻydi va butun dunyoda keng qoʻllanila boshladi. Biroq, bunday pechlarning kamchilik tarafi shunda ediki, ularda qayta ishlanayotgan choʻyanning faqat yuza qismigagina havo yetib kelib taʼsir qilar edi xolos. Temirning choʻyandan mukammal tiklanishi va sifatli poʻlat olinishi uchun esa, havo choʻyanga bir meʼyorda va teng taqsimlangan tarzda yetib kelishi kerak boʻlgan. Shu sababli, pudling pechlarida davriy ravishda pech ogʻzini ochib, ishlov berilayotgan choʻyan massasini aralashtirib turish shart boʻlgan. Bu esa oʻta ogʻir va koʻp kuch talab qiladigan qoʻl mehnati evaziga bajarilar edi. Ishchi kuchi miqdori va imkoniyatlarni hisobga olgan holda, pechning quvvatini ham shunga moslab yasashga toʻgʻri kelardi va bu esa, pech imkoniyatlarini sezilarli cheklab qoʻyardi. Biroq, shunday boʻlsa-da, Kortning pudling pechlari oʻz davri uchun munosib yechim sifatida, dunyo boʻylab uncha-muncha poʻlat miqdorini yetkazib berdi va deyarli yarim asr mobaynida insoniyatga xizmat qildi.

Lekin, XIX-asrning 40-yillariga kelib, endi pudling pechlari ham tobora ortib borayotgan talabni qondirishga ulgurmay qoldi. Kun sayin oʻsib borayotgan talabni qondirish uchun borgan sari koʻproq pudling pechlari qurishga toʻgʻri kelardi va bu esa, ishlab chiqarishni murakkablashtirib, narxning oshishiga sabab boʻlardi. Endilikda, oʻsha zamonning eng kuchli muhandislari qanday qilib pudling pechlarining samaradorligini oshirish ustida ishlay boshladilar. Masalaga oʻzgacha yondoshuv bilan muammolarga eng yaxshi yechim topa olgan dastlabki metallurg – ingliz muhandisi Bessemer boʻldi.

Metallurgiya sohasiga qadam qoʻyishdan avval, Bessemer koʻp yillar davomida artileriya qurollari va snaryadlarini tayyorlash bilan shugʻullangan edi. Shu nuqtai nazardan, Bessemerning yuqori sifatli quyma poʻlat olish texnologiyasi ustida ish boshlashiga sabab ham, quvurlarining chidamliligi yuqori boʻlgan toʻplarni tayyorlashgan qaratilgan edi. U choʻyanni quyish jarayonini juda koʻp marta kuzatgach, temirning oʻta pishiq boʻlib qotishi hammadan yaxshi va tez sodir boʻladigan jarayon bu – havo puflab turiladigan quvurlarni quyish jarayoni ekanini aniqladi. Aynan shu holat Bessemerda erigan choʻyanga kuchli havo oqimi puflash yordamida yuqori sifatli poʻlat olish mumkinligi haqidagi fikr uygʻotdi. Bessemer oʻzining bu boradagi ilk tajribalarini gorn pechida koks bilan qizitilgan yopiq tiglda bajargan. Tajriba natijalari esa kutilganidan ham aʼlo boʻlib chiqdi. Bir soatga yaqin kuchli havo oqimi bilan puflash orqali, Bessemer oddiy erigan choʻyandan juda yuqori sifatli poʻlat olishning uddasidan chiqdi. Boz ustiga, uning keyingi tajribalari shuni koʻrsatib berdiki, metallurgik jarayonga issiqlikni tashqaridan (boshqa manbalardan) uzatishga aslo hojat yoʻq ekan. Gap shundaki,

cho‘yan o‘z tarkibidagi marganets, uglerod, kremniy va ho kazo aralashmalar ko‘rinishida o‘z ichki yoqilg‘i moddasiga ega bo‘lib, ular har bir tonna cho‘yanda o‘rtacha 45 kg miqdorgacha bo‘ladi. Aynan ushbu moddalarning yonishi evaziga, cho‘yanning erish harorati ancha ortadi va natijada suyuq holatdagi po‘lat olish imkoni yuzaga keladi.

1856-yilda Bessemer o‘zi ixtiro qilgan konverter qurilmani mutaxassislarga ommaviy namoyish qildi. Uning konverteri unchalik baland bo‘lmagan pechdan iborat bo‘lib, tepasidan tutun va gazlarni chiqarib tashlash uchun tuynuk-mo‘riga ega bo‘lgan. Pechning yon tarafidan cho‘yanni solish uchun yana bir tuynuk qilingan. Tayyor suyuq quyma po‘latni pechning pastki qismiga qilingan maxsus tuynukdan quyib olishgan. Pech ishlayotgan paytda bu tuynukni loy bilan suwab qo‘yilgan. Konverter qo‘zg‘almas ko‘rinishda bo‘lgan. Unga cho‘yan solishdan avvalroq havo haydashni boshlash kerak edi. Havo haydovchi quvurlar (furmlar) pechning yoniga joylashtirilgan. Agar havo haydashni avvalroq boshlamasa, unda solingan cho‘yan erish jarayonida furmlarni yopib qo‘yishi mumkin edi. Aynan shu sababga ko‘ra ham, erib turgan suyuq po‘latni quyib olishdan avval, furmlarni ertaroq chiqarib olish zarur bo‘lgan. Shunga qaramay bir sikl mahsulot olish davri uzog‘i bilan 20 daqiqani tashkil etgan. Lekin, jarayonda juda xushyor bo‘lish va tezkor ishlash talab etilgan. Chunki, vaqtni cho‘zib yuborilsa, yoki, erta tugatib qo‘yilsa, mahsulot nobop bo‘lib chiqar va yaroqsiz metallga aylanardi. Shu kabi ayrim noqulayliklarni e‘tiborga olib, Bessemer pechni yanada mukammallashtirishga qaror qildi va ko‘p o‘tmay, u aylanuvchan pechli quyma po‘lat dastgohini tayyorlab, namoyish etdi. Uning aylanuvchan pechli konverteriga 1860-yilda hukumat maxsus patent bergan.

Bessemer usuli metallurgiya sohasida haqiqiy olamshumul inqilob bo‘lgan. Uning konverteri o‘sha zamon uchun aql bovar qilmas qandaydir 8-10 daqiqa ichida 10-15 tonna cho‘yanni yumshoq temir yoki, yuqori sifatli po‘latga aylantirib berardi. Avvallari usta temirchilar xuddi shu miqdorda po‘lat olish uchun pudling pechlarida bir necha kunlab uzluksiz ishlashlari, yoki, gorn pechlarida bir necha oylab ter to‘kishlari zarur bo‘lardi. Bu esa, yangicha usulda po‘lat quyish usulini ixtiro qilgan Bessemerga olamshumul shuhrat keltirdi.

Biroq, tez orada Bessemer usulining injiqliklari va kamchiliklari ham ma‘lum bo‘la boshladi. Bessemer konverterlarining tajriba namunalari asosida sanoat uchun maxsus konverterlar ishlab chiqarila boshlagach, sanoat konverterlarida olinayotgan po‘latning sifati tajriba-sinov konverterlari, yoki, laboratoriyada o‘rnatilgan Bessemer konverterlarida olingan po‘latnikidan ancha past sifatli bo‘lib chiqdi. Bu muammoning yechimi ustida Bessemer naq ikki yil bosh qotirishga

to'g'ri keldi. Konverter va pech ichida u kalla suqmagan murvat qolmadi hisob. Oxiri, Bessemerga kimyogarlar yordamga kelishdi. Ma'lum bo'lishicha muammo konverter konstruksiyasi yoki quyish usulida emas, balki temir rudasining kimyoviy tarkibida ekan. Bessemer o'zining tajriba-sinov ishlarida qo'llagan cho'yan tarkibida fosfor elementi juda kam miqdorda bo'lgan. Sanoat miqyosida po'lat eritish uchun Angliyaning turli konlaridan olib kelingan temir rudasida esa fosfor va shuningdek, oltingugurt miqdori ancha baland bo'lgan ekan. Ushbu elementlar cho'yanni eritish jarayonida yonmagan va keyinchalik, erigan po'lat tarkibiga aralashib, uning sifatini keskin pasayishiga olib kelgan. Shu sababli, endilikda metallurglar oldida, cho'yanni eritishdan avval uning tarkibidan oltingugurt va fosforni ajratib olish muammosi ham yuzaga keldi. Boz ustiga, Bessemer konverterlarining tannarxi ham juda qimmat bo'lib, uni amaliyotga joriy qilishda moliyaviy qiyinchiliklarga sabab bo'lar edi. Shu kabi omillar evaziga, Bessemer o'zining qoyilmaqom ixtirosiga patent olganidan qariyb 15-yil o'tib ham, Angliyada hali hanuz pudling pechlarida po'lat tayyorlash asosiy usul bo'lib qolaverdi. Bessemer konverterlari esa Angliyadan ko'ra, Germaniya va AQSHda ko'proq tarqaldi va sanoatga tadbiiq etildi.