

Materialshunoslik

2 - Bob

Quymakorlik asoslari. Quyma olish usullari. Payvandlash asoslari Payvandlash turlari

Ma'ruzachi: ass. A.R.Baymirzaev

Quymalar ishlab chiqarishda qoliplarning ish muddatlariga ko'ra bir martalik, bir necha martalik va ko'plab quymalar olishga yaroqlilarga ajratiladi. Ko'zatishlar shuni ko'rsatadiki, turli metall qotishmalardan olinuvchi quymalar massasi bo'yicha 70–80 foizi bir martalik quymalar olishga yaroqli nam va quruq qoliplarda, qolgan qismi esa bir necha unlab quymalar olishga yaroqli muvaqqat hamda yuzlab, minglab quymalar olishga yaroqli qoliplarda olinmoqda.

Bir marta quymalar olishga yaroqli qoliplar. Bu qoliplarda bir martagina quyma olingandan so'ng, ular bo'ziladi. Bu qolip materiali tarkibi olinuvchi quyma materiali, shakli va o'lchamlariga ko'ra belgilanadi. Bu qolip material asosi kvarts qumi bo'lib, ularning donlarini o'zaro bog'lovchilar sifatida tegishli bog'lovchilar (gil, spirt bardasi, tsement, suyuq shisha, termoreaktiv smolalar, bitum, kanifol), quymaga quyib yopishmasligining oldini olish uchun toshko'mir kukuni, changsimon kvarts, grafit, gaz o'tkazuvchanligini oshirish uchun yog'och qipig'i, torfdan foydalaniladi. O'lchami 0,25 dan 1 mm gacha bo'lgan qumlar ma'lum miqdorda tegishli qo'shimchalar qo'shib, maxsus aralastirgich qurilmada suv bilan yaxshilab aralastiriladi. Bu aralashma kutilgan xossaga ega bo'lgach, qurilmadan chiqarib, qolip tayyorlash uchastkasiga yuboriladi, u yerda qolip tayyorlanadi.

Muvaqqat qoliplar. Bu qoliplarda bir nechagina (unlab) quymalar olinadi. Bu qolip material asosi yuqori temperaturaga chidamli, shamot, magnezit, qum, asbest kabi boshqa materiallar kukunlariga ma'lum miqdorda tegishli bog'lovchilar (gips, tsement va boshqalar)ni qo'shib aralastirgich qurilmada suv bilan qorishtirib, kutilgan xossaga kelgach, uni qolip tayyorlash uchastkasiga o'zatiladi va u yerda qolip tayyorlanadi. Bu qoliplarda odatda turli shaklli kichik va o'rtacha o'lchamli quymalar olinadi.

Ko'plab quymalar olishga yaroqli qoliplar. Bu qoliplar cho'yan, po'lat, mis va alyuminiy qotishmalaridan tayyorlanadi. Bu qoliplarda oddiy shaklli kichik va o'rtacha o'lchamli yuzlab va ming-minglab quymalar olinadi. SHu boisdan ularga shartli ravishda doimiy qoliplar deb ham yuritiladi.

Texnologik moslamalar va asboblari

Quymlar qoliplarini tayyorlashda foydalaniladigan texnologik moslamalarga model, model tagligi, sterjen yashigi, suyuq metallni qolipga kiritish tizimi modellari, opoka va boshqalar kiradi.

Quyida asosiy texnologik moslamalar haqida ma'lumotlar keltiriladi.

Model. Model deb qolip materialida olinuvchi quymaning tashqi konturini hosil qiluvchi moslamaga aytiladi. Modelning tashqi shakli olinuvchi quyma shakliga o'xshash bo'lgani bilan o'lchamlari qolipga kiritilgan suyuq metallning sovib qotishida kirishuv qiymatiga va mexanik ishlovlarga beriladigan yuzalar qo'yimiga nisbatan kattaroq bo'ladi. Modellar va shuningdek boshqa texnologik moslamalar yengil, oson kesib ishlanadigan, chidamli, arzon materiallardan tayyorlanib, ular qolip materialiga yopishmay, undan osonroq ajraladigan bo'lishi kerak.

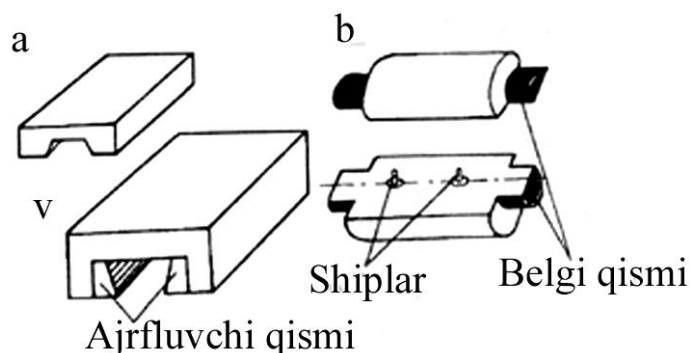
Quymlarni ko'plab ishlab chiqarmaydigan kichik tsexlarda texnologik moslamalar sifatli yog'ochlar (qarag'ay, archa, zang va boshqalar)dan tayyorlanadi. Buning uchun g'ola, taxta, brus tarzidagi yog'yuchlar pechda 60–70°S temperaturada (namligi 8–10% gacha kelguncha) bir necha soat quritiladida, keyin texnologik moslamalarni tayyorlash uchastkasiga o'zatiladi. Ular chizmalar asosida tayyorlanadi.

Odatda, oddiy shaklli, kichik va o'rtacha o'lchamli quymlar modellari yaxlit, murakkab shaklli quymlar modellari ajraluvchi va shuningdek ayrim–ayrim bulaklardan yig'ilgan bo'ladi (138–rasm).

Ko'pincha ajraluvchi modellar ikki (ustki va pastki) palladan iborat bo'lib, pastki pallaning ajralish yuzida ikkita konusli kichik teshigi bo'lsa, ustki pallaning ajralish yuzasida esa ikkita konusli kichik ortig'i bo'ladi. Qolip pallalari shu konusli teshiklarga konusli ortiqdan kiritilgan xolda yig'iladi.

Ma'lumki, yog'och arzon material va u yaxshi kesib ishlangani bilan nam tortib tob tashlashi, tez chirishi va deyarli puxtamasligi tufayli undan keng foydalanib bo'lmaydi. SHu boisdan ko'plab bir xildagi metall quymlarni ishlab chiqaruvchi yirik tsexlarda modellar va shuningdek boshqa texnologik moslamalar alyuminiy qotishmalar va plastmassalardan tayyorlanadi. Bu materiallar yog'ochga qaraganda ancha qimmat bo'lsada, o'zoq vaqt turli muhitlarda ishlashi davomida shakli va o'lchamlarini saqlashi, qolip materialida aniq model konturi olinishi kabi afzalliklarga ega. SHuni qayd etish joizki, modellar kaysi materialdan tayyorlanmasin, qolipdan osonroq chiqarish uchun uning vertikal tekisliklariga

kichik qiyalik beriladi, yuzalari nafis ishlanadi, qiyalik qiymati model materialiga, shakliga, o'lchamiga, qolip materialiga va qolipni tayyorlash usuliga bog'liq. Odatda, o'rtacha shaklli va o'lchamli yog'och modellarida bu qiyalik 12° , metallarda $0,5-1^\circ$ oralig'ida bo'ladi.



–rasm. Modellar xili:

a – yaxlit model; b – ikki bo'lak model; v – ajrfluvchi model.

Modellarning bir yuzadan ikkinchi yuzaga o'tish joylari o'tmas burchaklar bo'ylab tekis o'tishidan tashqari, zarur xollarda qolipda sterjenni o'rnatish uchun tayanch yuza hosil etish uchun modelda konusli ortiq, qilinib, u qora rangga bo'yab qo'yiladi. SHuningdek, modellarni olinuvchi quyma materialiga ko'ra ajratish maqsadida turli rangga bo'yab, harflar va raqamlar bilan markalanadi. Masalan, cho'yan quyma modellarini qizil rangga, po'lat quymalar modellarini yashil rangga va rangli metall quymalar modellarini sariq rangga bo'yaladi.

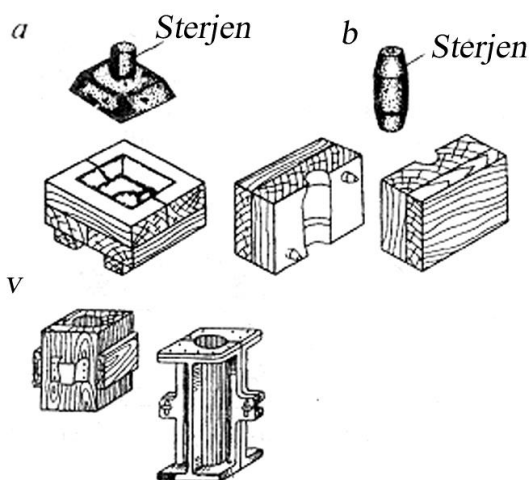
Sterjenn yashigi. Quymalarda turli shaklli teshiklar, o'yiqdan olish uchun yuqori sifatli gilli qum materiallaridan ularning shakliga va o'lchamiga mos sterjenlar tayyorlashda foydalanuvchi texnologik moslamalarga sterjenn yashigi deyiladi. Ular ham model materiallaridan tayyorlanadi. Ularning shakli va o'lchamlari esa, quymada olinuvchi teshik shakli va o'lchamidan, qolipda metalning kirishuvi va mexanik ishlanadigan yuzalar qo'yim qiymati hisobiga kichikroq bo'ladi.

Odatda, kam seriyali, oddiy shaklli, kichik o'lchamli sterjenlarni tayyorlashda foydalaniladigan sterjenn yashiklari modellar singari yaxlit, murakkab shaklli, katta o'lchamli sterjenn yashiklari ikki pallali va ayrim–ayrim bo'laklardan tayyorlanadi (139–rasm).

Suyuq metallni qolipga kirituvchi tizim modellari. Suyuq metallni qoliplarga ravon kiritishda, uni shlakdan, gazlardan bir muncha tozalab o'zatuvchi kanallar modellari majmuasiga modellar tizimi deyiladi.

Rasm, *b* da normal quyish tizimi modellari keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, u metallni quyish kosachasi 1, stoyak deb ataluvchi konus voronka 2, shlak tutkich 3, ta'minlagichlar va vipor deb ataluvchi konus voronkalardan iborat.

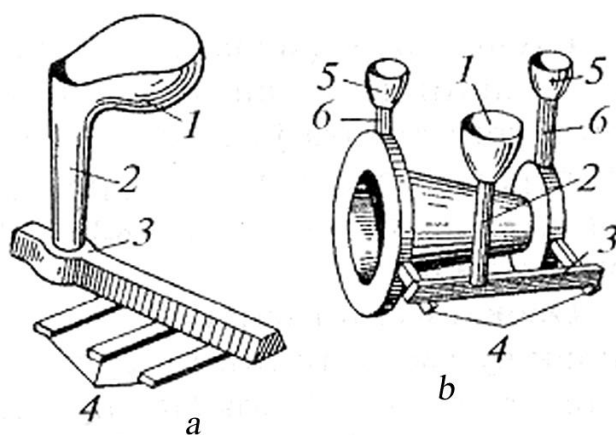
Bu modellar ham olinuvchi quymalar shakliga, o'lchamiga ko'ra model materiallaridan chizmalar asosida tayyorlanadi.



Sterjenn̄ yashiklari:

a – yaxlit sterjenn̄ yashigi; *b* – ikki bo'lak sterjenn̄ yashigi; *v*–echilgan sterjenn̄ yashigi

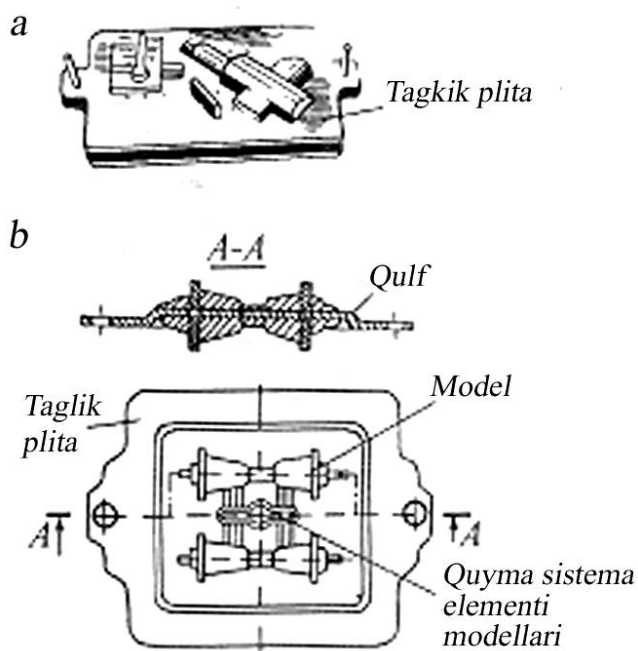
Model tagligi. Qoliplarni gilli qum materiallaridan tayyorlashda foydalaniladigan model tagligi yog'ochdan tayyorlansa, bu taglikka model taglik taxtasi deyiladi (agar model taglik metallaridan tayyorlangan bo'lsa, unga model plitasi deyiladi). Model plitalarda ma'lum tartibda ochilgan teshiklar bo'lib, zaruriyatga ko'ra ularga o'rnatiladigan modellar boshqa modellar bilan almashtiriladi (141–rasm).



Normal quyish tizimi:

1– quyish kosachasi; 2– stoyak; 3– shlak tutkich; 4– ta’minlagichlar; 5– vipor kosachasi; 6– vipor stoyaklari

Sterjenlar o’rindig’i. Sterjenlar sterjenъ yashiklarida tayyorlangan, ularni puxtalash maqsadida tashqi shakli va o’lchamiga mos sterjenъ o’rindig’iga o’tkazilib, quritish uchun pechga o’zatilib, ma’lum temperatura oralig’ida zarur vaqt davomida qizdiriladi. Bunda uning o’rindiqdagi kichik teshiklaridan havo o’tib, ular bir tekis qizib puxtalanadi.

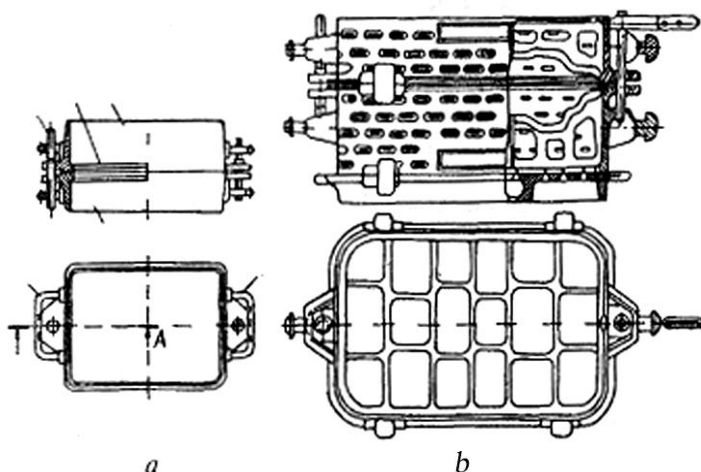


Modelъ plitalar:

a – bir yoqlama ishlaydigan modelʼ plita; b– ikki yokdama ishlaydigan modelʼ plita

Opoka. Qolip materiallarida model tashqi konturining olinishi bilan quyma qolipni tayyorlashga xizmat qiluvchi ochiq rama (quti)ga opoka deyiladi. Opokalar poʻlat, choʻyan va alyuminiy qotishmalaridan tayyorlanadi. Ular konstruksiyasiga koʻra yaxlit, boʻlaklarga ajraluvchi, qobirgʻasiz va kobirgʻali boʻlib, oʻlchamlari standart boʻyicha turlicha boʻladi (142–rasm). Odatda, yirik boʻlmagan quymalar qolipini tayyorlashda ajralmaydigan qovurgʻasiz opokalardan, yirik quymalar qolipini tayyorlashda ajraladigan qobirgali opokalardan foydalaniladi.

Quymalar qoliplarini tayyorlashda opokalar boʻshliqlaridan toʻgʻri foydalanish tufayli qolip materiallari tejaladi. Qoliplar tayyorlashda qolip materiallarining koʻplab sarflanishini hisobga olishning ahamiyati katta.



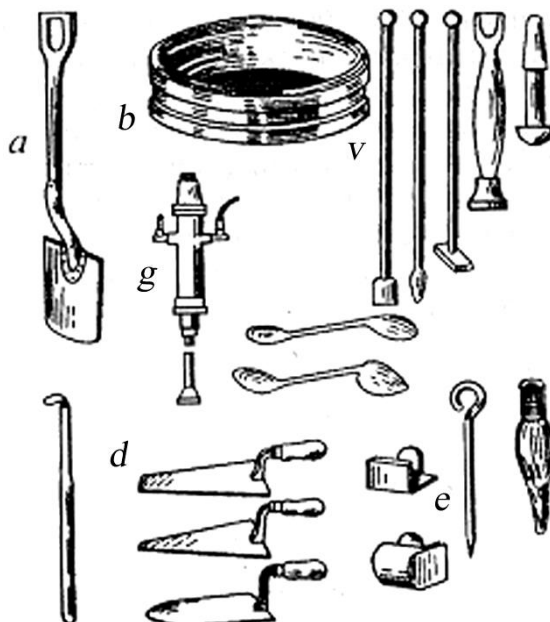
Opokalar:

a – kovurgʻasiz opoka; b – kovurgʻali opoka: 1 – ustki opoka; 2 – pastki opokalar;
3 – opokalar boʻshligi; 4– opokalar quloqlari; 5 – markalovchi shtirlar

Quymakorlik tsexlarida qolip materiallaridan qolip va sterjenlar tayyorlashda foydalaniladigan asboblarga **qoliplash asboblari** deyiladi. Ular shartli ravishda ikki guruhga ajratiladi:

1. Belkoʻrak tekislaydigan shibba va boshqalar.

2. Modelni qolipdan, sterjenni sterjenn yashigidan ajratib olishda, qoliplar va sterjenn sirt yuzalarini tuzatishda, tekislashda, ta'mirlashda foydalanadigan andava, tekislagich, qoshiq, ilgak va boshqalar (rasm).



Qoliplash asboblari:

a – belko'rak; b– g'alvir; v – shibbalar; g – pnevmatik shibba; d– ilgak qoshiq va andavalar; ye –tekislagich, uchli yumaloq sim va cho'tka

Bir marta quymalar olishga yaroqli qolip materiallariga qo'yiluvchi talablar, tarkibi va ularni tayyorlash

Qolip materiallari va ularga qo'yiluvchi talablar

Texnika–iqtisodiy talablarga javob beradigan qoliplar tayyorlashda ularning materiallari xossalarning ahamiyati g'oyat muhim. SHu boisdan ular quyidagi asosiy mexanik, texnologik, fizik xossalarga ega bo'lishi lozim.

Mexanik xossalari ga puxtaligi, plastikligi va qayishqoqligi, texnologik xossalarga oquvchanligi, termomexanik bardoshligi, namiqmasligi, ajraluvchanligi, gaz o'tkazuvchanligi, chidamliligi kirs, fizik xossalarga esa issiqlik o'tkazuvchanligi, solishtirma issiqlik sig'imlari kiradi.

Puxtaligi. Puxtaligi deb, qoliplarni tayyorlashda, ularni bir joydan boshqa yerga o'tkazishda, unga metall kiritishda o'z shakli va o'lchamini saqlash xossasiga

aytiladi. Nam qoliplar uchun ularning siqilishga puxtaligi $\alpha_s = 30-70$ kPa bo'lsa, quritilgan qoliplar uchun cho'zilishga puxtaligi $\sigma_e = 80-200$ kPa oralig'ida bo'ladi.

Plastikligi. Plastikligi deb, qolip materialiga modelni tashqi kuch ta'sirida bosilishda uning tashqi konturiga oson o'tib, undan model olingandan keyin esa olgan shaklini saqlash xossasiga aytiladi.

Qayishqoqlik. Kayishqoqligi deb, qolip materyalini qolip bo'shlig'iga kirayotgan metall ta'sirida ma'lum darajada siqilib, metallning sovib kirishishida esa dastlabki joyiga qaytish xossasiga aytiladi.

Agar metallarda qayishqoqlik xossasi kichik bo'lsa, quymada zo'riqish kuchlanishlar hosil bo'lib, tob tashlashiga va ba'zan darz ketishiga sabab bo'ladi.

Oquvchanligi. Oquvchanligi deb, qolip tayyorlashda materialni model tashqi konturiga mos bo'shliqqa bir tekisda osonroq o'tish xossasiga aytiladi.

Termomexanik bardoshligi. Termomexanik bardoshligi deb, materialni qolip ga yuqori temperaturali metall kirayotganda kuymay, erimay qolgan shakl va o'lchamlarini saqlash xossalariga aytiladi.

Namiqmasligi. Namiqmasligi deb qolip materialning havo namini o'ziga olmasligiga aytiladi.

Ajraluvchanligi. Ajraluvchanligi deb materialni quymadan oson ajralish xossasiga aytiladi.

Gaz o'tkazuvchanligi. Gaz o'tkazuvchanligi deb materialning qolipga metall kiritilayotganda undagi havoni va ajraluvchi gazlarni tashqariga chiqarish xossasiga aytiladi.

CHidamliligi. CHidamliligi deb qolipda qayta-qayta quymalar olishda materialning mexanik, texnologik va fizik xossalarini saqlashiga aytiladi.

Issiqdik o'tkazuvchanligi va solishtirma issiqdik sig'implari esa metallni qolipda sovitish tezligiga, binobarin, struktura (xossasiga ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun ham ushbu xossalarni bilmoq lozim.

Statistik ma'lumotlariga ko'ra, metall quymalarni ko'plab ishlab chiqaruvchi yirik korxonalarda bir tonna quyma olishda o'rtacha 47 tonna qolip material ishlatilishini e'tiborga olsak, ular narxining ahamiyati naqadar muhimligi ma'lum bo'ladi.

Qolip materiallar tarkibi

Qolip materiallarning yuqorida qayd etilgan xossalarga qanchalik javob berishi ular kimyoviy tarkibiga, donadorligi (strukturasi)ga, bog'lovchilar xiliga va miqdoriga, namlik darajasiga, qolipdagi zichligiga va boshqa ko'rsatgichlarga bog'liq. Yuqorida qayd etilganidek, bir marta quymalar olishga yaroqli qolip materiallarining asosiy qismi kvarts qumidir.

Qolip qumi. Bu material asosi tabiiy kvarts (SiO_2) bo'lib, unda ma'lum miqdorda gil va boshqa begona birikmalar (Fe_2O_3 , Na_2O_3 , CaO , MgO va boshqalar) bo'ladi.

Tabiiy kvarts zichligi $2,5\text{--}2,8 \text{ g/sm}^3$ oralig'ida bo'lib, suyuqlanish temperaturasi $1750\text{--}1780^\circ\text{S}$ oralig'ida bo'lgan puxta va qattiq modda. Lekin qumning shunday xususiyati ham borki, u 575°S temperaturagacha qiziganda allotropik o'zgarishi sababli hajmi birmuncha ortadi, natijada u yoriladi, parchalanadi. Bu esa qolip materialini changsimon zarrachalar bilan to'yintirib, sifatiga putur yetkazadi.

SHu boisdan, bir marta ishlatilgan qolip materiallarning xossalarini tiklash maqsadida ularga ma'lum miqdorda hali ishlatilmagan kvarts qumi qo'shiladi. Qolip materiallari tarkibidagi bog'lovchi moddalardan tashqari barcha begona birikmalar uning xossalari qumga yetkazadi. Qolip qumi tarkibidagi gilli moddalar miqdoriga ko'ra kvartsga va gilga ajratiladi. Agar qumlar tarkibida 2 foizgacha gil va 10 foizgacha begona birikmalar bo'lsa – kvarts, gilli moddalar miqdori 50 foizdan ortiq bo'lsa – gil deyiladi. Ularni qazib oluvchi joylar nomi bilan ataladi. Masalan, Lyubarets konida olinadigan qumni Lyubarets qumi deyiladi va hakazo.

Qolip gili. Yuqorida qayd etilganidek, qolip gili ham tabiiy birikma bo'lib, uning tarkibida gilli moddalar 50% dan ortiq bo'ladi. Uning suv bilan aralashmasi qum donlarini o'zaro bog'lash xususiyatiga ega. Gilli moddalar asosi plastik va qovushqoq kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{N}_2\text{O}$) dan iborat bo'lib, unda qisman Fe_2O_3 , SaSO_3 , K_2CO_3 , Na_2CO_3 va boshqa begona birikmalar ham bo'ladi, ular gilni bog'lash xususiyatini pasaytiradi.

Oddiy xossali gillarni qum donlarining o'zaro bog'lash xususiyatiga ko'ra uchta sortga, bir necha sinfga va guruhdarga ajratiladi. 46–jadvalda bu guruhlarning shartli belgilari, bog'lash qobiliyati, ishlatilishi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

SHuni qayd etish joizki, gillar tabiatda ko'p tarqalgan, arzon moddalardir. Ularni xossalari ko'ra oddiy sifatli (shartli ravishda F harfi) va yuqori sifatli (shartli ravishda B harfi) xillariga ajratiladi. Oddiy sifatli gillardagi suv molekulari qum zarrachalarini sirlari bo'yicha o'zaro bog'lasa, yuqori sifatli bentonit gillar ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot N_2O + N_2O$) esa qum zarrachalarni faqat sirlari bo'yicha emas, balki ichki qatlamlari bo'yicha ham bog'laydi. SHu boisdan ularning qum donlarini o'zaro bog'lash xususiyatlari oddiy gillarga qaraganda 2–3 marta ortiq bo'ladi.

Qolip (sterjenъ) materiallariga yuqorida qayd etilgan zaruriy xossalarga ega bo'lishi uchun qum donlarini bog'lovchi sifatida ma'lum miqdorda gildan tashqari spirt bardasi, tsement, suyuq shisha, qolip materialini quymaga yopishishining oldini olish uchun unga ma'lum miqdorda toshqumir kukuni, changsimon kvarts qumi va boshqalar, shuningdek gaz o'tkazuvchining qayishqoqligini orttirish uchun yog'och qipig'i va boshqa moddalar qo'shiladi.

Maxsus qolip materiallari

Keyingi yillarda sifatli quyma qoliplar tayyorlash bilan bog'liq ishlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish bilan ish unumini orttirish borasida olib borilayotgan ishlarda maxsus materiallar deb yuritiluvchi qolip (sterjenъ) materiallaridan foydalanilmoqda. Bu materiallar asosi kvarts qumi oz miqdorda bo'lib, qum donlarini o'zaro asosiy bog'lovchilar sifatida sintetik smolalar (karbomidlar, karbomid fenolli, karbomid furanli, fenollar va fenol furonli aralashmalar), shuningdek, suyuq shisha, tsement, sulfit spirtli barda va boshqalar bilan birga katalizatorlar sifatida benzosulfit va ortofosfor kislotalardan keng foydalanilmoqda. Hozirda ularning tegishli katalizatorlari bilan foydalanilayotganlarining 40 dan ortiq xili mavjud.

Maxsus sintetik bog'lovchi moddalar kutilgan qolip va sterjenъ materiallarini qotish sharoitiga ko'ra shartli ravishda quyidagi xillarga ajratiladi:

1. Tez qotuvchi aralashma materiallar.
2. Issiq xolatida qotuvchi aralashma materiallar.
3. Sovuq xolatida qotuvchi aralashma materiallar.
4. Suyuq xolatida qotuvchi aralashma materiallar.

1. Tez qotuvchi aralashma materiallar. Bu material tarkibida 95–97% qum, 35% gil, 37% suyuq shisha bo'ladi. Agar bu materialdan SO_2 gazi o'tkazilsa, unda $Na_2O \cdot 2SiO_2 + SO_2 = Na_2CO_3 + 2SiO_2$ reaksiyasi boradi va tez qotadigan gelъ – SiO_2

bepib, ortiqcha suv ajraladi. Gelъ esa qum donlarini o'zaro puxta bog'lab, tez qotadi. Ko'zatislar ko'rsatadiki, qolip materialiga 3–5% suyuq shisha qo'shilsa, bu materialning ham xolatida siqilishiga mustahkamligi $a = 15\text{--}30$ kPa ga, cho'zilishga puxtaligi $\sigma_e = 300\text{--}500$ kPa ga yetadi, qotish vaqti esa qoliplarning kesim qalinligiga bog'liq bo'ladi. Bu materialdan foydalanishda zaharli moddalar ajralmasligi, tez qotishi xossasini o'zoq vaqt saqlashi uning afzalligi bo'lsa, namiqishi yuqoriligi, qolipdan quymaning yomon ajralishi – kamchiligidir.

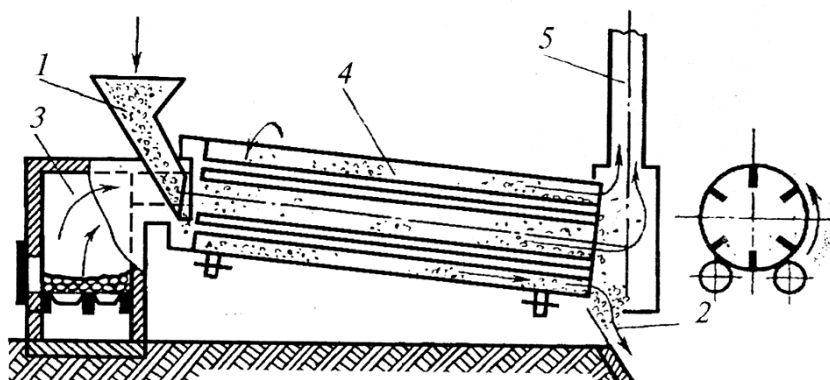
2. Issiq xolatida qotuvchi aralashma materiallar. Bu materiallarga qum donlarini bog'lovchi sifatida 3–4% karbomidfuran smolalar hamda tegishli katalizatorlar qo'shiladi. Bu materiallar $250\text{--}280^\circ\text{S}$ da 1–2 daqiqada qotadi. Ularning cho'zilishga mustahkamligi $\sigma_e = 1,5\text{--}2,5$ kPa ga yetadi. Qimmatbaho moslamalar, qizdirish qurilmalari talab etishi esa bu materialning kamchiligi hisoblanadi.

3. Sovuq xolida qotuvchi aralashma materiallar. Bu materiallar tarkibida 95% qum, 3% gil, 2% nefelin shlami, 1,5% natriy gidrooksid va 7% suyuq shisha bo'lib, ular maxsus shnekli mashinada aralashtirib tayyorlanadi.

4. Suyuq xolatida qotuvchi aralashma materiallar. Bunday materiallar tarkibida 95–97% qum bo'lib, unga bog'lovchi sifatida ma'lum miqdorda suyuq shisha, ferroxromli shlak (ba'zan tsement) va tegishli katalizatorlar qo'shiladi.

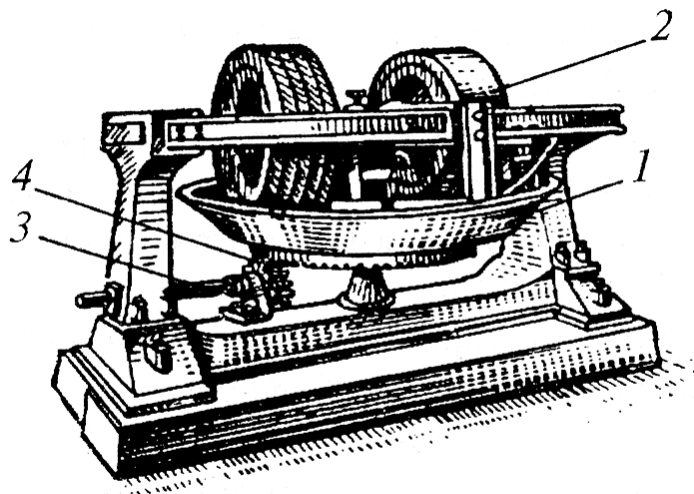
Qolip materiallarini tayyorlash

Karъerlardan keltirilgan qum va gillarni baraban xilli yoki bo'lak konstruksiyali pechlarda avvalo $200\text{--}250^\circ\text{S}$ temperaturada obdon qizdirib quritiladi.–rasmda baraban xilli quritish pechining sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, qum yoki gil barabanga voronka 1 orqali kiritiladi. Baraban o'ki atrofida aylanayotganda o'txonasidan chiqayotgan issiq gazlar issiqligi hisobiga qizib, qurib boradi. Agar kesaklanib qotgan bo'laklari bo'lsa, ular maydalanish mashinalarida maydalanadi (–rasm).



Baraban tipidagi quritish pechining sxemasi:

1– voronka; 2 – quritilgan materialning chiqish joyi; 3 – o'txona; 4– baraban; 5– mo'ri



Maydalash mashinasining sxemasi:

1 – tog'opa; 2– g'ildirak; 3 – val; 4– tishli g'ildirak.

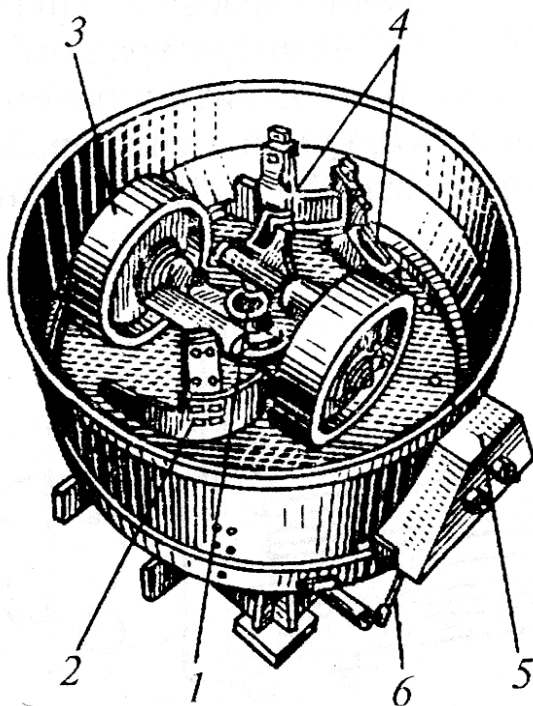
Bu mashina tog'orasi 1 ga kiritilgan kesaklangan materiallar uning og'ir g'ildiraklari 2 bilan ezilib uvalanadi. So'ngra ular elanadi. Keyin bu materiallardan belgilangan miqdorda olib, ularga ma'lum miqdorda bog'lovchi, qo'shiladigan materiallar va suv quyib, qorishtirish mashinasida ma'lum vaqt qorishtiriladi (146–rasm). Bu mashinalarga begunlar deyiladi. Uning zalvar g'ildiraklari tagligiga tegmagan xolda, qum donlariningo'lchamiga qarab rostlanadi. Bunda g'ildiraklar vertikal o'q atrofida va materiallarga ishqalanish hisobiga gorizontal o'q atrofida aylanadi.

Mashina vertikal o'q atrofida aylanuvchi surgichlari 2, 4 g'alvar g'ildiraklari tagiga materialni surib turadi. Qachonki, material yaxshi aralashtirilib, xossalari ko'zatuvdan o'tgach, uning tortkichi 6 tortilsa, material quti tagidagi teshikdan ishlatish joyiga o'zatiladi.

Agar bu materiallar yopishqoq bo'lib, bir tekis namlanmagan bo'lsa, ular titish mashinasida yana ishlanadi (147–rasm). 147–rasmdagi sxemadan ko'rinadiki, ma-

terial transportyor orqali mashina voronkasi 1 ga o'zatiladi, uni o'qi atrofida aylanib turuvchi ko'raklari 2, po'lat sim 3 yoki zanjirlarga otadi.

Material simlarga urilib sochilib, transportyorga tushadi. Materialning simlarga yopishib qolgan qismi, ekstsentrik 4 yordamida ajratiladi. Quyuq tsexlarida bir marta quyma oluvchi qolip materiallar tarkibi quymalar materiali shakliga va massasiga ko'ra belgilanadi (47, 48–jadvallarga qarang).



Qolip materialini ?orishtirish mashinasi:

1–vertikal o'q; 2– surgich; 3– g'ildirak; 4– surgich; 5–quti; b – tortqi

Kachonkim, tayyorlangan material talab etiladigan xossaga kelgach, qiya lentali tranportyor 11 ga, undan sochgich 12 ga, keyin esa tindirgich bunker 13 ga o'zatiladi va u yerda tindirilib, bir tekisda namlanadi. So'ngra qolip materiali bunker 13 dan ta'minlagich 14 ga, undan transportyorlar 17, 18, 19 orqali bunkerlar 20 ga, undan esa qoliplash mashinasi 21 ga o'tadi.

SHuni ham aytish joizki, qolip materiallari bajaradigan ishiga ko'ra quyidagi xillarga ajratiladi:

1. Qoplama materiallar. Bu materiallar opokadagi qolip bushlig'ining suyuq metall bilan bevosita munosabatda bo'ladigan yuzlarini qoplash uchun ishlatiladigan

material bo'lib, tarkibida 50–90% ishlatilmagan va 10–50% ishlatilgan material bo'ladi. Model shakli va o'lchamiga ko'ra uning sirtiga 10 dan 100 mm gacha qoplanadi.

2. To'ldirgich materiallar. Bu materiallar opokadagi qoplama material tagida bo'lib, u qolipning asosiy qismini tashqil etadi. Bu materiallar sifati qoplama materiallardan pastroq bo'ladi. Tarkibi bir marta ishlatilgan materiallar ma'lum miqdorda gil, qum va boshqa zarur qo'shimchalar aralashtirilib tayyorlanadi.

3. Umumiy materiallar. Bu materiallardan asosan yirik quyuv tsexlarida mashinalarda ko'plab qoliplar tayyorlashda foydalaniladi. Ular bilan opokalarning butun hajmi to'ldiriladi. SHu boisdan bu materiallarga umumiy materiallar deyiladi. Bu materiallar tarkibida to'ldirgich materiallar 80–90% bo'lib, qolgan qismi esa ishlatilmagan materiallar bo'ladi.

STERJENLAR VA ULARNING VAZIFASI, TAVSIFI, SINFLARI VA ULARNI TAYYORLASH

Sterjenlar va ularning materiali

Yuqorida qayd etilganidek, sterjenlar quymalardan turli shaklli va o'lchamli ochiq va berk teshiklar, chuqurchalar olishga xizmat etadi. Qolip materiallarga nisbatan og'ir sharoitda ishlatilishi sababli ular yuqori sifatli sterjen materiallardan tayyorlanadi. Qoliplarni yig'ish paytida sterjenlar qolipdagi tegishli tayanch yuzalarga o'rnatiladi.

Sterjenlar tayyorlashda kvarts qum donlarini o'zaro puxta bog'lovchilar sifatida sulfit, spirt, barda, sintetik smola, suyuq shisha va boshqa bog'lovchilardan, gaz o'tkazuvchanligi bilan qayishoqligining orttirilishi uchun yog'och qipig'i, torf maydalari va boshqalar qo'shiladi.

Sterjenlar tavsifi, sinflari va tarkibi

Sterjenlarning hajmlari 5 dm^3 gacha bo'lsa mayda, 5 dm^3 dan 50 dm^3 gacha bo'lsa – o'rtacha va 50 dm^3 dan ortiq bo'lsa yirik sterjenlar deyiladi. Ular shakli va o'lchamlariga qarab murakkab shaklli, yupqa qirqimli, kichik ortiqli sterjenlar I sinfga; murakkab shaklli, yirik kesimli bo'lgan yupqa qirqimli qobirg'ali sterjenlar II sinfga; murakkabligi o'rtacha bo'lgan sterjenlar III sinfga; oddiy shaklli sterjenlar IV sinfga; shakli oddiy bo'lgan yirik sterjenlar esa V sinfga kiritiladi.

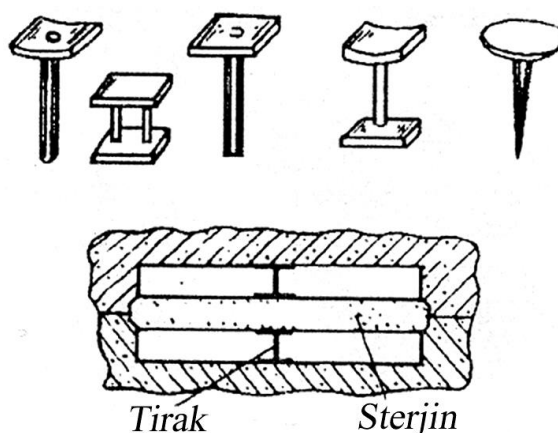
50—jadvalda sterjenn̄ sinflariga ko'ra ularning tarkibi va xossalari keltirilgan.

Sterjenlarni tayyorlash

Sterjenlar tayyorlashda ularning material tarkibini to'g'ri belgilashdan tashqari ayrim texnologik vositalardan ham foydalaniladi. Jumladan, oddiy shaklli mayda (ingichka, yupqa) sterjenlarni tayyorlashda ularning puxtaligini oshirish maqsadida ba'zan oralariga metall sim qo'yilsa, murakkab shaklli yirik sterjenlar tayyorlashda esa metall rama va karkaslardan foydalaniladi.

SHuni ham qayd etish lozimki, ingichka, puxtaligi pastroq sterjenlar qolipga metall kiritishda sinmasligi uchun tagiga turli xil metall tiraklar o'rnatiladi (–rasm).

Sterjenlarning gaz o'tkazuvchanligini oshirish maqsadida orasiga poxol, kanop piliklari ham qo'yiladi. Ular sterjenni quritishda quyib ketib, g'ovaklar hosil qiladi. rasmda troynik sterjenni yog'och sterjenn̄ yashigida qo'lda tayyorlashni qay ketma–ketlikda olib borish ishlari ko'rsatilgan.

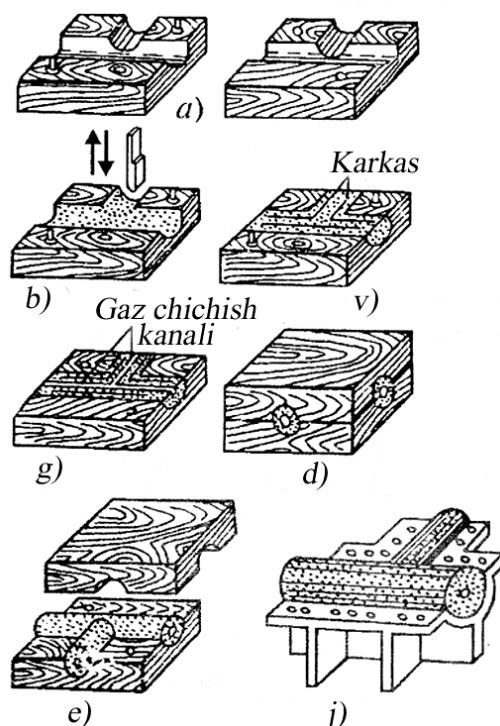


Tiraklarning xili va o'rnatilishi

SHuni qayd etish kerakki, sterjenn̄ tayyorlashni boshlashdan avval sterjenn̄ yashik yarim pallalarining ish yuzalari qoldik materiallar va changlardan tozalanib, sterjenn̄ materialining devorga yopishmasligi uchun yuzalariga kerosin purkaladi yoki grafit kukuni sepiladi (–rasm, *a*). So'ngfa qolip yarim pallalarini sterjenn̄ materialini bilan to'ldirib, yaxshilab shibbalanadi (–rasm, *b*). Keyin sterjenn̄ materialiga karkas quyilib, ajralish yuzalaridan bir oz pastga botiriladida, gaz chiqarish kanalchalari ochiladi (rasm, *g*). So'ngra sterjenn̄ yashigi pallalari yig'iladi (–rasm, *d*). SHundan keyin sterjenn̄ yashigining devorlariga yog'och bolg'acha bilan

oxista urib, ustki padla pastki palladan ajratiladi (–rasm, ye). Keyin uni pastki pallasi ustiga sterjenning shakliga mos quritish urindig’i qo’yilib, uni pastki pallasi bilan birgalikda 180°S aylantirib, sterjen urindigiga o’tkaziladi (–rasm, j). So’ngra uni tabiiy gazda yoki boshqa yoqilg’ida ishlaydigan pechda shakli va o’lchamiga ko’ra 130–240°S temperaturada ma’lum vaqt qizdirilib puxtalanadi.

Ma’lumki, quritish paytida sterjenlarning shakli va o’lchamlari ba’zan o’zgarishi mumkin. Bunday xillarda ular ta’mirlanadi, keyin maxsus taglikka terilib, quruq xonada saqlanadi. Yirik tsexlarda sterjenlar qurituvchi pechlar turli konsfuktsiyali (vertikal va gorizontal) bo’lib, o’zluksiz ishlaydi.



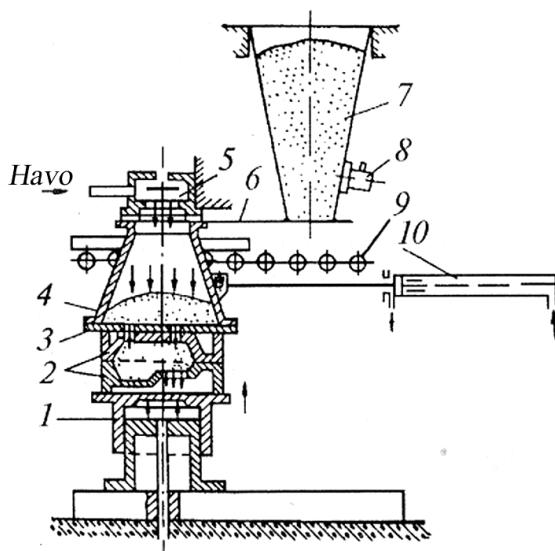
SHuni ham qayd etish joizki, murakkab va katta o’lchamli sterjen yashiklari xuddi modellar singari ayrim–ayrim bo’laklardan tayyorlanib, keyin ularni o’zaro dekstrin yoki sul’fat yelimi bilan yelimlab yig’iladi. Yirik quyimakorlik tsexlarida sterjenlarni tayyorlashda uning sifatini yaxshilash, og’ir jismoniy ishlarni osonlashtirish, ish unumini oshirish uchun turli konstruktsiyali (mundshtuktli, presslash, silkitish, qum purkash va qum otish) mashinalaridan keng foydalaniladi.

–rasmda qum purkash mashinasining to’zilishi va ishlash sxemasi keltirilgan. Rasmdan ko’rinadiki, mashina stoli 1 yuqoriga ko’tarilganda uning ustidagi sterjen yashigi 2, qum purkash rezervuari 4, taglik plitasi 3 orasiga 150–rasm. Sterjenni qo’lda qisiladi. Qum purkash rezervua tayyorlash riga taqsimlovchi klapan 5 orqali 5–6 atmosferagacha siqilgan havo haydalganida undagi sterjen materiali

tagligidagi maxsus teshiklari orqali sterjenn yashigiga bir tekisda zichlanadi. Sterjenn yashik tagidagi setka bilan berkitilgan juda mayda teshikchalaridan havo tashqariga juda katta tezlikda chiqib, undagi materialni yanada zichlaydi. Rezervuarni sterjenn materiali bilan to'ldirish zarur bo'lganda uni pnevmatik so'rg'ich 10 yordamida rolganglar 9 da surib, bunker 7 tagiga keltirilgach, bekitgichi 6 ochiladi va rezervuar material bilan to'lgach, bekitgich bekitilib, u yana avvalgi joyiga qaytariladi. Bunday mashinalarda soatiga 200–300 tagacha murakkab shaklli, mayda va o'rtacha kattalikdagi sterjenlar tayyorlanadi.

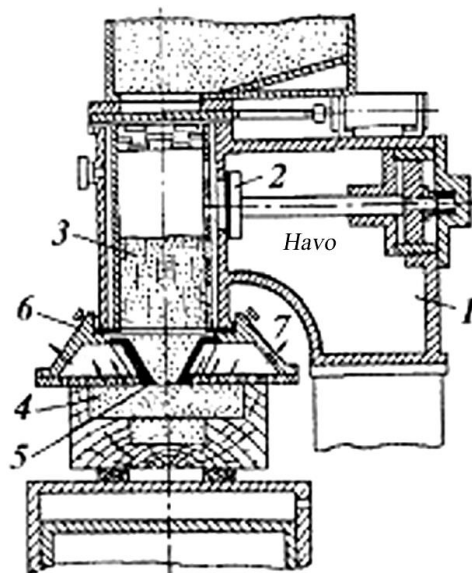
Yirik sterjenlarni tayyorlashda esa yanada serunum qum haydash mashinalaridan foydalaniladi.–rasmda bu mashinaning to'zishi va unda sterjenn tayyorlash sxemasi ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinadiki, u siqilgan havo rezervuari 1, havo klapani 2, sterjenn material rezervuari 3, konussimon soplo 5, havo chiqarish teshiklari 7 bo'lgan qopqoq plita 6 dan iborat.

Mashinani ishga tushirishdan avval stoliga sterjenn yashigi 4 o'rnatiladi. Keyin stolini yuqoriga ko'tarib, sterjenn yashigi qopqoq plita 6 tagiga ko'tarish bilan qisiladi. Keyin bunker to'sgich ochilib, undan rezervuar 3 ga ma'lum miqdorda sterjenn material tutilgach, tuskich bekitiladi. Keyin rezervuar 1 klapani 2 ochilib, u orqali siqilgan havo rezervuari 3 ga o'tib, u orqali sterjenn yashigiga sterjenn materiali haydab to'ldiradi.



Qum purkash mashinasining sxemasi:

1–stol; 2–sterjenn yashigi; 3 – taglik plita; 4 – rezervuar; 5–klapan; 6–bekitgich; 7–bunker; 8–tebratkich; 9– rolgant; 10– surg'ich



Qum haydash mashinasining sxemasi:

1– havo rezervuari; 2– klapan; 3 – material rezervuari; 4– sterjens yashik; 5– konussimon soplo; 6 – qopkoq plita; 7– havo chiqarish teshiklari

Havo qopkoq taglikdagi kichik teshikchalar orqali tashqariga o'tadi. Keyin havo haydash to'xtatilib, stolni pastga tushirib, sterjens yashigi olinib, undan sterjens ajratiladi. Sterjens tayyorlash shu tariqa takrorlanaveradi.

Odatda, quritilgan sterjenlarning cho'zilishga puxtaligi cho'yan quymalar uchun $4-6 \text{ kg/sm}^2$, gaz o'tkazuvchanligi $70-130 \text{ sm}^3/\text{kg min}$ bo'lishi bilan, o'tga chidamli, qayishoq va quymadan oson ajraladigan bo'ladi.

METALLARNI QOLIPGA KIRITUVCHI TIZIM TURLARI, ULARNING SHAKLI VA O'LCHAMLARINI AHIQLASH

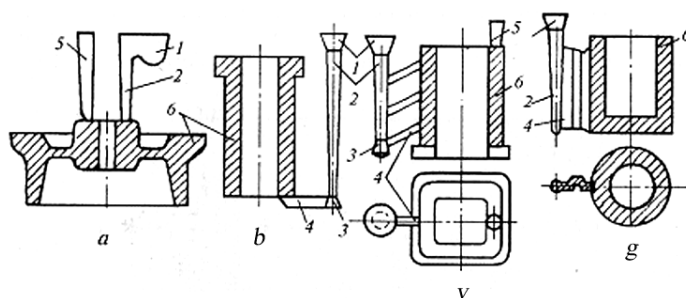
Metallarni qolipga kiritish tizimi

Suyuq metallni shlak va gazlardan deyarli tozalab, uni qolipga ravon kirituvchi kanalchalar majmuiga quyish tizimi deyiladi. Rasmda ko'p uchraydigan quyish tizimi turlari keltirilgan.

Ma'lumki, odatda kovshdan qolipga kiritilgan metall kosacha 1 dan stoyak deb ataluvchi vertikal konusli voronka 2 bo'ylab shlak tutgich deb ataluvchi gorizontal kanal 3 orqali ta'minlash kanalchalari 4 ga va ular orqali qolipga o'tadi.

SHuni qayd etish kerakki, suyuq metall quyish tizimi va qolipning devorlarini yuvmasdan, shikastlamasdan tekis to'ldirishi lozim. Aytaylik, kulrang cho'yandan murakkab shaklli, buyli, masalan, stanok staninasi kabi quymalar olishda qolipga suyuq metallni bir necha joydan kiritiladigan yarusli (kavatli) quyish tizimidan foydalanish ma'qul (154–rasm, v).

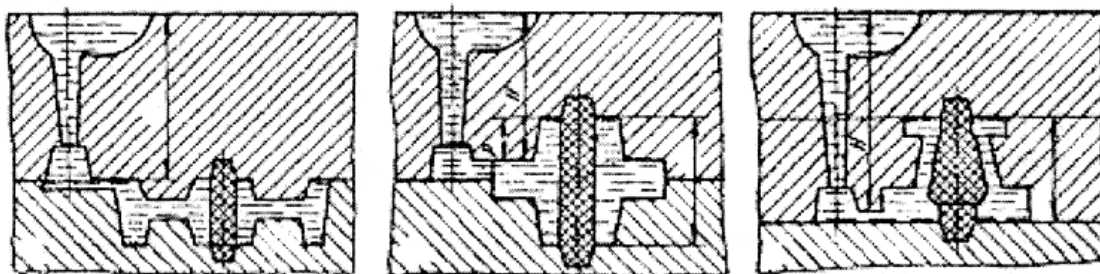
Olinuvchi quyma sifati quyish tizimining qanchalik ma'qul tanlanganligiga va ular kanallarining shakli va ko'ndalang kesim yuzi o'lchamlarining tufi belgilanganligiga bog'liq.



Ko'p uchraydigan quyish tizimi turlari

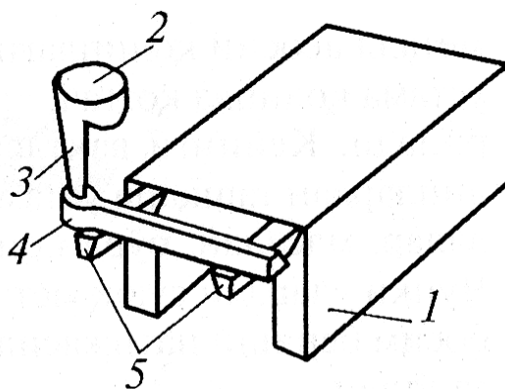
Metallarni qolipga kiritish tizimi shakli va o'lchamlarini aniqlash

Odatda, olinuvchi quyma uchun quyish tizimining kanalchalar shakli trapetsiya yoki tsilindrik bo'lib, ularning kesim yuzalarini aniqlashda avvalo ta'minlagich kanalchalarining kesim yuzi aniqlanadi.



SHuni kam qayd etish kerakki, ayniqsa, yirik quymalar olishda qolipdagi havo hamda ajraluvchi gazlarni tashqariga chiqarish va Qolipni metall bilan tulganligini ko'zatishda vipor deb ataluvchi konusli voronka soni va o'lchamlarining (sifatli quymalar olishda) ahamiyati katta. Odatda, oddiy shaklli mayda va o'rtacha

kattalikdagi quymalar olishda u, bitta, murakkab shaklli yirik quymalar olishda bir necha bo'ladi va ularni k o'lipning eng yuqori qismiga o'rnatiladi. Uning diametri devori quyma devorlar qalinligining 0,5–0,7 qismiga teng bo'ladi, ko'pincha sifatli, aniq o'lchamli yirik po'lat quymalar olishda qolip ustiga qo'shimcha (ustama qolip deb ataluvchi) qolip o'rnatiladi va u orqali asosiy qolipga kiritilayotgan metallning hajmiy kirishuvida ustama qolipdagi suyuq metall asosiy qolipni butunlay to'ldirib turadi. Natijada asosiy qolipda xrsil bo'ladigan kirishuv bushliga ustama qolipga o'tadi. Ustama qolip asosiy qolip ustida bo'lgani uchun unga gazlar va metallmas qo'shimchalar kam o'tadi. Uning shakli va o'lchami shunday belgilanishi kerakki, undagi



Quyma olish sxemasi:

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

metall asosiy qolipdagi metall dan keyin kotsin. Metall asosiy va ustama qolipda kotgach, ortma metall ajratilib, qayta eritishga yuboriladi. Keyingi vaqtlarda yuqorida qurilgan odatdagi ustama qoliplardan tashqari ustama qolipga metall qo'yilguncha aralashma moddalar, masalan, burli birikmalar ma'lum miqdorda kiritilmoqda. Chunki ulardan suyuq metall ta'sirida gazlar ajralib, ular metallga bosim berishi natijasida suyuq metallning ortiqmasi ustama qolipga o'tadi.

Quyma olish usullari

Quymalar olishning maxsus usullari

Metall qotishmalardan ko'plab miqdorda bir xildagi 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 aniqlanishi va yuz 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.

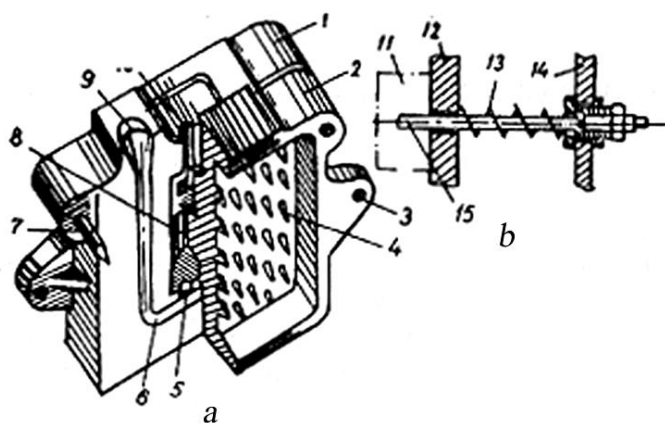
Quymalarni metall qoliplarda erkin quyib olish

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 issiqdiki 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 gorizont 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 sterjen 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– shtirъ; 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'zatish.

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.

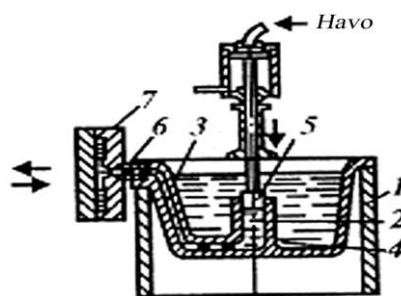
1. Issiq kamerali porshenli mashinalarda quymalarni olish.

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.

–rasmda issiq kamerali porshenli quyish mashinasining to'zilishi va ishlash sxemasi keltirilgan.

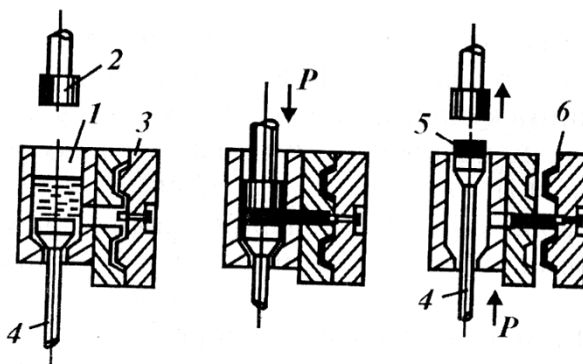
Mashinani ishlatishdan avval yig'ilgan qolip 7 bilan mundshtuk bo'lanadi. Mashina yurgizilganda porshenъ 5 siqilgan havo bosimida tsilindr 4 bo'ylab pastga qarab harakatlanib, tsilindrdagi suyuq metallni qolipga 10–30 MPa bosim ostida

haydaydi. Keyin porshenъ 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 porshenъ 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– porshenъ; 6–mundshtuk; 7–qolip



Sovuq kamerali porshenli quyish mashinasining sxemasi:

1– tsilindr; 2, 4 – porshenъ; 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.

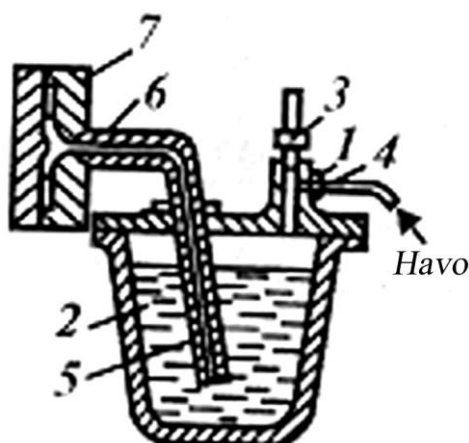
–rasmda bunday mashinaning to'zilishi va ishlashi sxemasi keltirilgan. Sxemadan ko'rinadiki, quyma olish uchun ma'lum miqdordagi suyuq metall tsilindr 1 ga qo'yiladi (–rasm, a).

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.

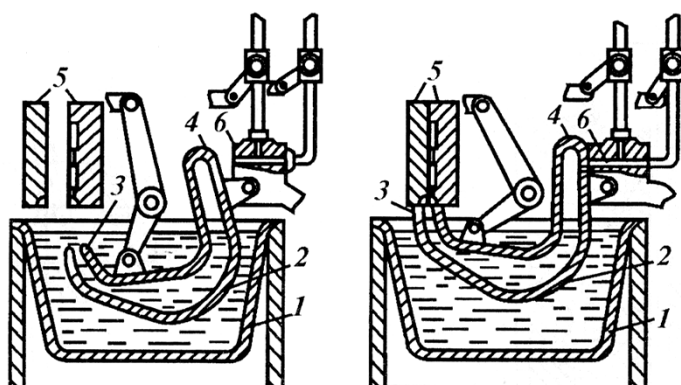
Quymalarni qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi kamerali kompressorli quyish mashinalarda olish

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.

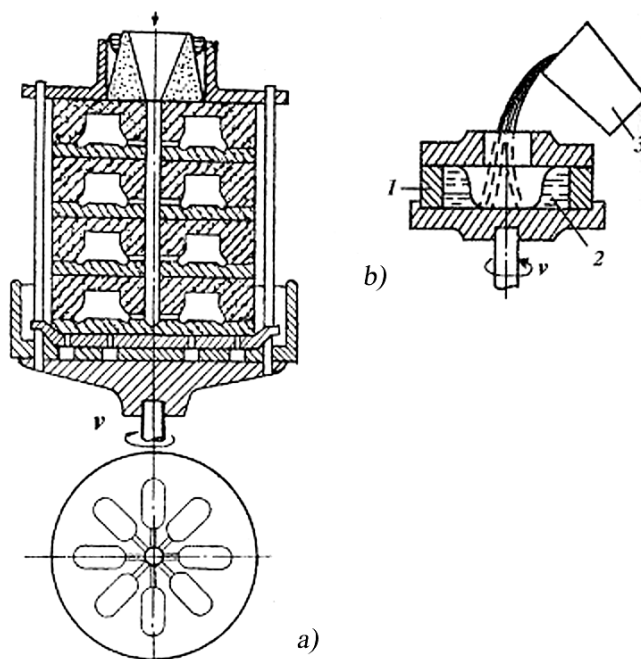
Quymalarni aylanuvchi metall qoliplarda olish

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.

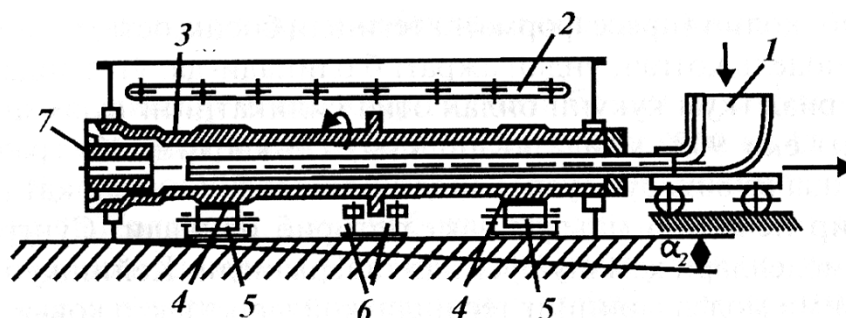
Bu usul yuqori unumliligi, olingan quyma sifatining yaxshiligi, quyish tizimi talab etilmaslik kabi afzalliklari bilan yuqorida qurilgan usullardan ajralib turadi. Lekin qimmatbaho uskuna talab etishi, faqat doiraviy quymalar olinishi kabi kamchiliklari ham bor.

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 gorizontaal 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.



Gorizontaal 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'ratiladi). Mazkur usulda trubalar olishda sirtining tez sovishi sababli qattiqdigi ortadi. Bu esa qolipning ish yuzasi sifatiga putur yetkazadi.

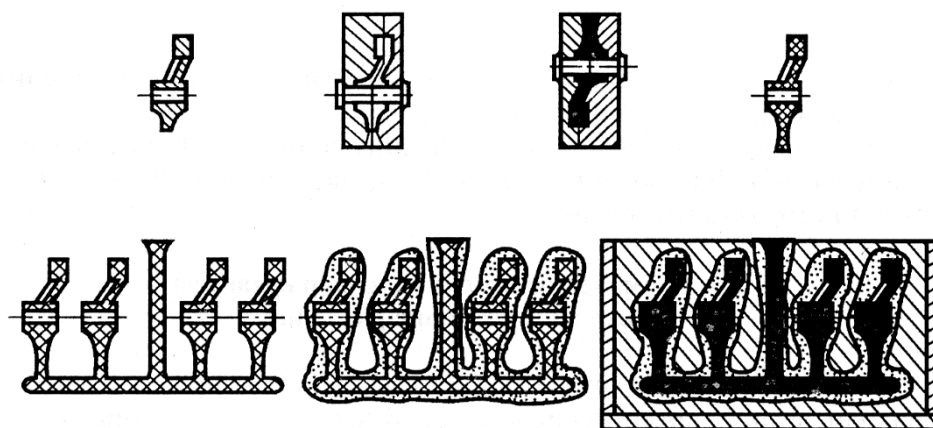
Quymalarni eruvchi modellar yordamida tayyorlangan qoliplarda olish

Boshqa texnologik usullarda olish ancha qiyin bo'lgan murakkab shaklli, aniq o'lchamli, tekis yuzali quymalar (tikuv mashinasining mokisi, miltiktepki, 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 modelъ 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 modelъ materiali erib suvga o'tadi. Keyin olingan kobiqli qolipni puxtalash uchun uni opokaga joylab, atrofiga qum to'ldirib zichlangach, uni pechga kiritib. 800– 860⁰S tsmpraturala 3–4 soat qizdirib pishiriladi. Bunda modelъ 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 blok; 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:

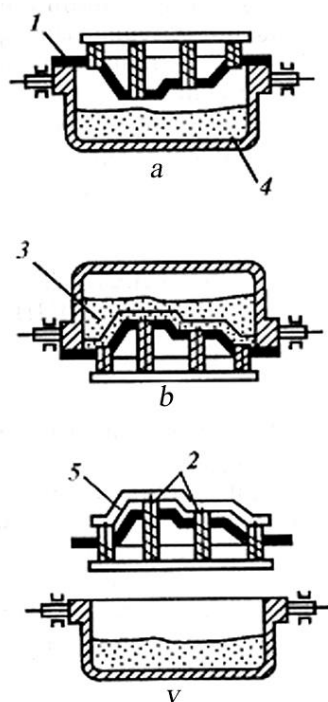
1. Modellarning bir pallasi sirti turli qoldiq materiallardan yaxshilab tozalangach, unda olinuvchi qobiqning oson ajralishi uchun sirtiga kerosin yoki maxsus emulsiya purkalib, model plitasiga o'rnatilib, 200–250°S temperaturagacha qizdiriladi Keyin uni model plitasi bilan 180°S aylantirib, ish yuzasini 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 modelъ plita bunkerdan ajratilib, 300–350^oS temieraturali pechga kiritilib, shu temperaturada 1–3 daqiqa saqlanali. Bunda qobiq zarur puxtalikka o'tadi.

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



Qobiqli qolip tayyorlash texnologik jarayoni sxemasi:

1 – modelъ yarim pallasi; 2– shtirъ; 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.

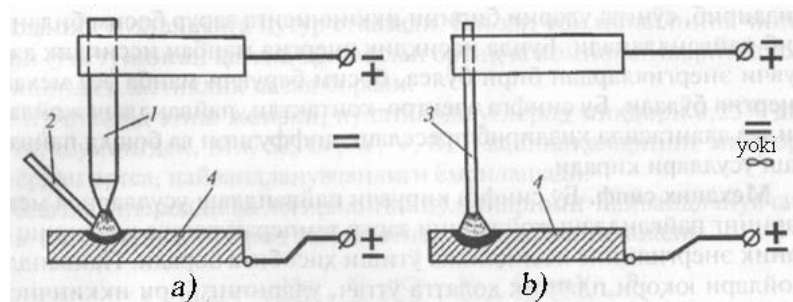
Oddiy qoliplarda quymalarni olishga qaraganda bu usulda olingan quymalar o'zining aniqligi, mexanik ishlovlarga berilmasligi va qolip materiallar sarfi kamligi bilan ajralib turadi va uni avtomatlashtirish oson bo'lganligi sababli ish unumdorligi ham keskin ortadi.

Payvandlash asoslari Payvandlash turlari

Materiallarni payvandlash, rivojlanishi, tasnifi

Materiallarni o'zaro atomar yoki molekulyar bog'lanishi hisobiga ajralmaydigan qilib biriktirilishiga *payvandlash* deyiladi. Amalda bu maqsad uchun payvandlanuvchi metallarni payvandlash joylari eritilib, kichik vanna hosil etiladi va uni havoda sovishida kristallanib chok olinadi yoki payvandlash joylari yuqori plastik holga kelguncha qizdirilib, bosim ostida o'zaro yaqinlashtiriladi. Bunda yuzalaridagi oksid pardalar parchalanib, iflosliklar ajralib, yuza g'adir–budurliklari ezilib, atomlararo tortishish kuchlari hisobiga bog'lanib chok olinadi. Bu usullarda har xil qalinlikdagi metallar va ularning qotishmalarini, nometall materiallar yerda, suv ostida va koinotda payvandlanadi. Chunki bu usul ajralmaydigan birikmalar olishdagi boshqa usullar (kovsharlash, mixni porchinlab biriktirish)ga qaraganda puxta birikmalar olinishi, tejamligi, ish unumining yuqoriligi va boshqa afzalliklariga ko'ra texnikaning barcha sohalarida keng qo'llaniladi.

Metallarni payvandlash usuli odamlarga juda qadimdan ma'lum bo'lib o'sha zamonlarda metallarni yer o'choqlarda qizdirilib, ularni birikish joylarini birini ustiga ikkinchisini qo'yib zarblab payvandlaganlar. Lekin bu usulning nazariy asoslari faqat XIX asr oxiri XX asr boshlaridagina yaratila boshlandi. Bu borada V. V. Petrovning xizmatlari g'oyat katta, u 1802 yilda elektr yoyining xususiyatini o'rganib, yoy issiqligida metallarni payvandlash mumkinligini aytdi. 1882 yilda N. N. Benardos elektr yoy yordamida ko'mir elektrod bilan metallarni payvandlashni (1–rasm, a), 1888 yilda esa N. G. Slavyanov elektr yoy yordamida metall elektrod bilan metallarni payvandlash usulini, metall vannani havo tarkibidagi chok sifatiga zararli O_2 , N_2 , H_2 , gazlarni ta'siridan himoya qilish uchun flyus sifatida maydalangan shishadan foydalanishni, shuningdek, metallarni payvandlash vaqtida payvandlash joyi tomon elektrodni sarflanishiga ko'ra bir tekisda uzatib turuvchi mexanizmni ham ixtiro etdi (1–rasm, b).



Metallarni elektr yordamida payvandlash usullari sxemasi:

a - N. N. Benardos usuli: 1 – ko'mir elektrod; 2 – chok bob sim; b - N. G.

Slavyanov usuli: 1 – metall elektrod.

1907 yilda esa O. Kelberg maxsus qoplamali metall elektrodlardan foydalanishni tavsiya etdi. Bunday elektrodlar bilan metallami elektr yoy yordamida dastaki payvandlashda qoplama erib yoyni barqaror yonishi ta'minlanib, vanna havoning zararli gazlari ta'siridan himoyalaniib, sifatli choklar olindi. Keyinchalik zarur payvandlash mashinalar, yangi-yangi payvandlash usullar va texnologiyalar (masalan, metallami flyus qatlami ostida elektr yoy yordamida, elektroshlak, elektron nur, plazma yordamida payvandlash va boshqa usullar) yaratildi. Hozirda 70 dan ortiq usullar mavjuddir.

Payvandlash usullarining tasnifi

Metallami payvandlash usullarini GOST 19521-84 ga ko'ra quyidagi sinflarga ajratiladi:

Termik sinf. Bu sinfga kiruvchi usullarning barchasi (elektr yoy yordamida, elektr shlakda, elektron nurida, gaz alangasida, plazmada va boshqalar) da metallarni payvandlash joylarini qizdirishda ajraluvchi issiqlik energiyadan foydalaniladi.

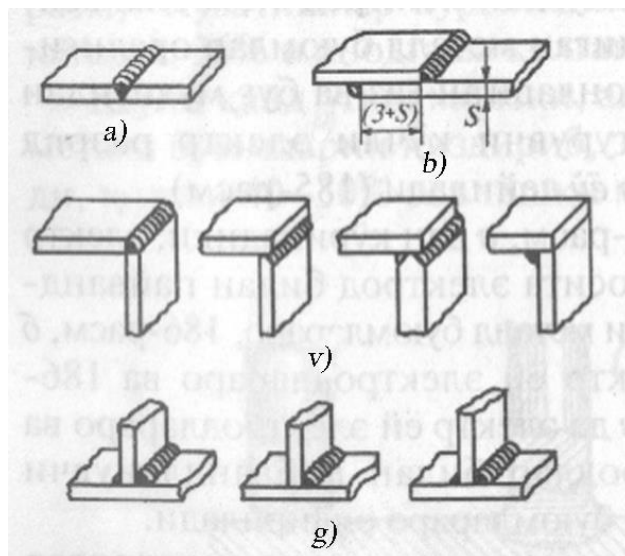
Termomexanik sinf. Bu sinfga kiruvchi usullarning barchasi (elektrokontakt, gaz alangasida qizdirib presslash va boshqalar) da metallarni payvandlash joylari ajraluvchi issiqlik energiyada qizdirilib, yuqori plastik holatga keltirilib bosim bilan siqib payvandlanadi.

Mexanik sinf. Bu sinfga kiruvchi usullarning barchasi (ultra tovush yordamida, portlovchi moddalarni portlatib, sovuqlayin ishqalab va boshqalar)da metallarni payvandlash joylari mexanik energiyani issiqlikka aylanishida qizib yuqori plastik holatga keltirilgach bosim bilan siqib payvandlanadi.

Payvand birikmalar va ularning asosiy turlari

Payvand chok bilan biriktirilgan bir necha elementlar yig'indisiga payvand birikma deyiladi.

Payvandlash yo'li bilan ajralmaydigan xilma-xil metall konstruksiyalar tayyorlashda ko'proq uchma-uch, ustma-ust, burchakli va tavrosimon payvand birikmalar uchraydi.

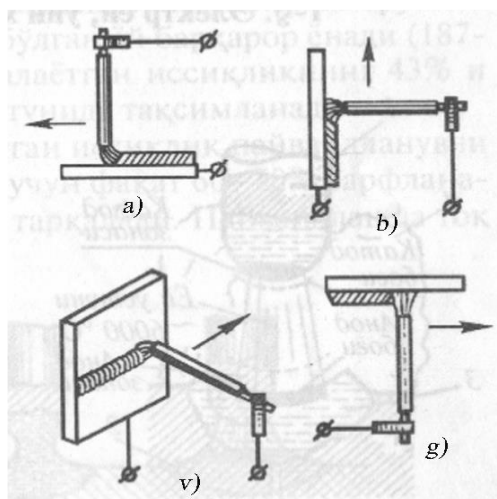


Payvand birikmalarining asosiy turlari:

a – uchma-uch birikmalar; b – ustma-ust birikmalar;

v – burchak hosil qilgan birikmalar; g – tavrsimon birikmalar.

CHoklarni fazodagi holatiga ko'ra ularni pastki, vertikal, gorizontal va ship choklarga, shuningdek ularni uzluksiz va uzluklilarga ajratiladi.



CHoklaming fazodagi holati va ularni hosil qilish sxemasi;

a – pastki chok; b – gorizontal chok; v – vertikal chok; g – ship chok.

Metallarning payvandlanuvchanligi va payvandlashda struktura o'zgarishlari

Metallarning turli usullarda texnik talablarga javob bera oladigan darajada payvandlanish xususiyatiga payvandlanuvchanligi deyiladi.

Metallarning payvandlanuvchanligi ularni kimyoviy tarkibiga, strukturasi, payvandlash usuliga, rejimiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Odatda, metallarning payvandlanuvchanligini aniqlashda bostirilgan chok puxtaligi payvandlanadigan metall puxtaligiga taqqoslanadi. Agar chokda nuqsonlar (g'ovaklik, darz, toblanish) hollar bo'lmay payvandlanayotgan metallar puxtaligiga yaqin bo'lsa, bunday metallar yaxshi payvandlanuvchan hisoblanadi. Ma'lumki, turli metall konstruksiyalar tayyorlashda asosiy material sifatida po'latlardan foydalaniladi.

Aniqlanganki, tarkibida uglerodi 0,25% kam boigan uglerodli va kam legirlangan po'latlar barcha payvandlash usullarda yaxshi payvandlanadi.

O'rtacha uglerodli po'latlarni payvandlashda chokka yondosh zonada toblangan struktura, chok metallarda kristalizatsion darzlar berishi sababli cheklangan holda payvandlanuvchanlikka ega bo'ladi. Ko'p uglerodli po'latlar esa yomon payvandlanadi. Agar bunday po'latlarni payvaridlashga zaruriyat bo'lsa avvalo payvandlanuvchi buyumlarni 300–450 gacha qizdirib, payvandlab bo'lingach termik ishlanmog'i kerak. O'rtacha va ko'p legirlangan po'latlarning issiqlik o'tkazish va issiqlikdan kengayish koeffitsientini kam uglerodli po'latlardan pastligi payvandlashda o'ta qizib, havoda sovishida karbidlar hosil bo'lib, qattiqligi ortadi va bu hoi darz ketishiga ham olib kelishi mumkin. Po'latlarda legirlash elementlarni ortishida payvandlanuvchanligi yomonlashadi. SHu sababli bu po'latlarni payvandlashda, avval, ma'lum temperaturagacha qizdirib, payvandlab bo'lingach termik ishlovlarga berilishi lozim.

Barcha cho'yanlar esa yomon payvandlanadi. Ularda nuqsonlar (darzlar, kentik joylari, katta g'ovakliklar va boshqalar) uchraydi.

Payvandlashda havoda sovishida chokda va chokka yondosh-gan joyi toblangan boiishi natijasida, darz ketishi asosiy qiyinchilikni tug'diradi. CHo'yanlar xilini ko'pligi va xossalarini xilma–xilligi sababli payvandlash usulini to'g'ri tanlash muhimdir. CHO'yan quymalardagi nuqsonlarni payvandlab tiklashda qator usullar

bo'lib, bularning ichida payvandlanuvchi quymani qizdirib payvandlash va qizdirmay payvandlash usullaridan foydalaniladi.

1) Payvandlanuvchi quymalarni qizdirib payvandlashda nuqsonli joy 90° li burchak bo'ylab kesilib, uni atrofi qolip material bilan qoplangan, buyum 600–650 gacha asta qizdiriladi. Keyin payvandlovchi material sifatida, masalan, cho'yan chiviq, flyus sifatida bura olinib gaz alangasida eritib payvandlanadi.

1) Quymani qizdirmay payvandlashda esa, avvalo, payvandlash joyiga po'lat shpilkalar shaxmat tartibda rezbaga o'rnatilib, ularni qoplamali kam uglerodli po'lat elektrod bilan kichik tokda (150A gacha) payvandlab, keyin qolgan joylari payvandlab to'ldiriladi.

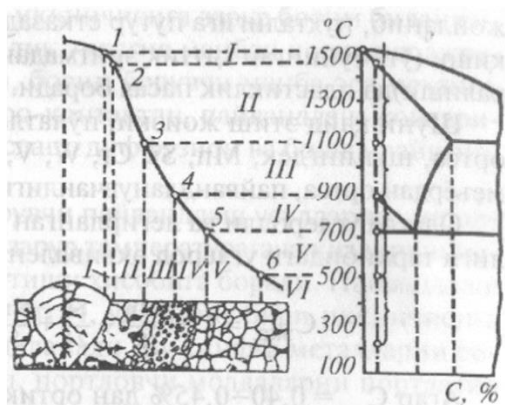
Rangli metallar va ularning qotishmalariga kelsak, ularning issiqlikni va elektrni yaxshi o'tkazishi, oson oksidlanishi, gazlarni yutishi va boshqa xususiyatlari payvandlashda ma'lum qiyinchiliklar tug'diradi.

Kam uglerodli po'lat buyumlarning metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida payvandlashda struktura o'zgarishlari

Aniqlanganki, kam uglerodli po'latlarni suyultirib, metall elektrodlar bilan payvandlashda kichik hajmli suyuq metall vanna va unga yondoshgan joylari havoda soviyotganda struktura o'zgarishi $F-F_3$ holat diagrammasi bo'yicha kechadi. Bujida chok metallidan to payvandlanuvchi metallgacha boigan zonalarni quyidagi uchastkalarga ajratish mumkin:

I. CHpk metalli uchastka. Payvandlashda bu uchastkada metall elektrodning va payvandlanuvchi metallarning payvandlash joylarining eritishidagi hosil bo'lgan kichik vannaning havoda sovib kristallanishida bu uchastka hosil bo'ladi. SHu sababli bu uchastka strukturasi kam uglerodli quyma po'lat strukturasiga yaqin bo'lib, uzunchoq dendrit kristallardan iborat 'ladi.

II. CHokka yondoshgan uchastka. Payvandlashda bu uchastka metallning ayrim joylarigina erib, qolgan joylari o'ta ziydi. SHu sababli bu uchastka metallni havoda sovishida hosil qilgan strukturasi qisman yirik donali ferrit va perlitlardan iborat bo'ladi.



Kam uglerodli po'latlarning metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida payvandlashda struktura o'zgarishlari sxemasi.

III. O'ta qizigan uchastka. Payvandlashda bu uchastka metalli o'ta qizib, havoda sovishida struktura donalari ferrit va yirik perlit strukturadan iborat bo'ladi, negaki o'ta qizishida austenit ionalari yiriklashadi.

IV. Normallangan uchastka. Payvandlashda bu uchastka metalli A_{s3} kritik temperaturadan 30–50 yuqoriroq temperaturada qizib, havoda sovishida ferrit va perlitni mayda donali strukturasiidan iborat bo'ladi.

V. CHala qayta kristallangan uchastka. Payvandlashda bu uchastka metalli A_{s1} va A_{s3} kritik temperaturalar orasida qizib, havoda sovishida yirik donali ferrit va perlit donalari hosilbo'ladi.

VI. Rekristallangan uchastka. Payvandlashda bu uchastka metalli A_{s1} kritik temperaturadan pastroq haroratda qizib, havoda sovishida strukturada o'zgarishlar bormaydi. (Agar po'lat zagotovka payvandlashgacha sovuqlayin bosim bilan ishlangan boisa, fizik puxtalikdan holi boiadi.) 500 dan past temperaturagacha qizigan uchastkalarda po'latning strukturasiida hech qanday o'zgarish sodir bo'lmaydi.

Metall buyumlarni termik sinfga kiruvchi usullarda payvandlash

Metallarni bu sinfga kiruvchi usullar ichida ularni metall elektrodlar bilan elektr yoy yordamida payvandlash usuli oddiyligi, turli qalinlikdagi xilma-xil metallarni payvandlash mumkinligi va ayniqsa, yuqori ish unumiga ega bo'lganligi uchun sanoatning barcha sohalarida keng qo'llaniladi.

Elektr tok manbalari

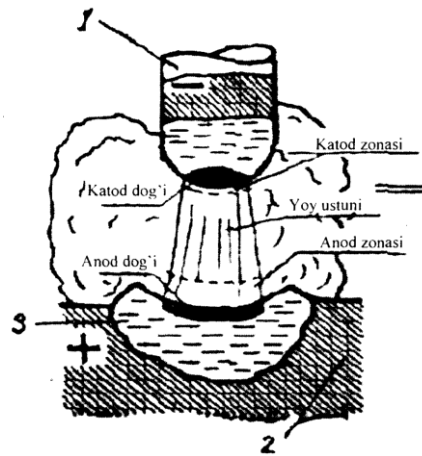
Payvandlash yoyini uzluksiz tok bilan ta'minlovchi agregatga tok manbai deyiladi.

Amalda metallarni payvandlashda ko'proq o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi, chunki o'zgaruvchan tok transformatorlarning konstruksiyasi oddiy, boshqarish qulay, F.I.K. yuqori, magnit maydoni ta'siriga beriladi va narxi arzon. SHu sababli STSH, TS, TD, TSK tip transformatorlardan keng foydalaniladi, o'zgaruvchan tok manbalari bo'lmagan joylarda esa o'zgarmas tok manбайдan foydalaniladi. Lekin, o'zgarmas tok elektr yoyi o'zgaruvchan tokka qaraganda barqarorroq yonadi. (Agar elektrod tok manbaining manfiy qutbiga ulansa to'g'ri ulash, musbat qutbiga ulansa, teskari ulash deb yuritiladi.) Zarur hollarda o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirib beradigan PS-300, PS-500 va boshqa tip tok o'zgartkich agregatlardan, shuningdek, o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka to'g'rilovchi to'g'rilagich agregatlaridan ham foydalaniladi. To'g'rilagichlar ishlashida yarim o'tkazgich elementlari metall bilan kontaktlanganda tokni bir tomonga yaxshi o'tkazadi. Tok to'g'rilagichlarning selenli, kremniyli va boshqa xillari bor. Ularning F.I.K. yuqori, aylanuvchi qismlari yo'q va shovqinsiz ishlaydi. Sanoatimiz VSU-300, VSU-500 va boshqa tipdagi tok to'g'rilagichlar ishlab chiqaradi.

Elektr yoyi va uning quvvati

Elektr yoy. Elektr yoy deb elektrod bilan payvandlaniladigan metallar oralig'idagi ionlashgan gaz va bug' muhitidan o'tib turuvchi kuchli elektr razryadlariga aytiladi.

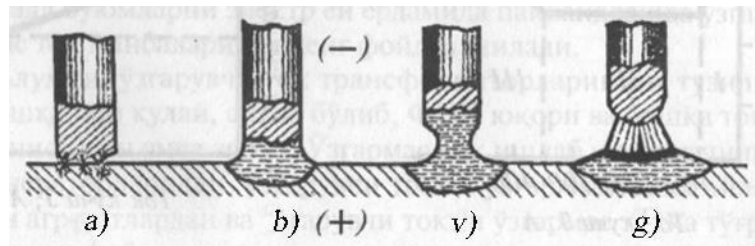
Yoyni hosil qilish uchun elektrod uchini payvandlanadigan metall (zagotovka)ga qisqa tutashtirib darhol 3-4 mm ga uzoqlashtirmoq lozim. Elektrod zagotovkaga qisqa tutashganda uning kichik yuzadan katta kuchli tokni o'tishida yuzalar o'ta qizib, tezda eriydi va eriyotgan elektrod uchi elektromagnit, sirt tortish kuchi va gazlar bosimi ta'sirida siqilib, ingichka tortib, pirovardida uziladi. Bu sharoitda elektrod (katod) yuzidan ajrayotgan elektronlar juda katta tezlikda zagotovka (anod) tomon harakatlanib oraliqdagi gaz va bug'atom (molekula)larni bombardimon qilib, manfiy va musbat ionlarga parchalaydi. Manfiy zaryadli ionlar anod yuziga, musbat zaryadli ionlar esa katod yuziga kelib urilishda kinetik energiyalari issiqlikka va yorug'iik energiyalarga aylanadi va yoy barqaror yonadi. Aniqlaganlarki, ajralayotgan issiqlikning - 43%i katodda, 36%i anodda va qolgani yoy ustunida taqsimlanadi.



Payvandlash yoyining sxemasi: 1 – elektrod;

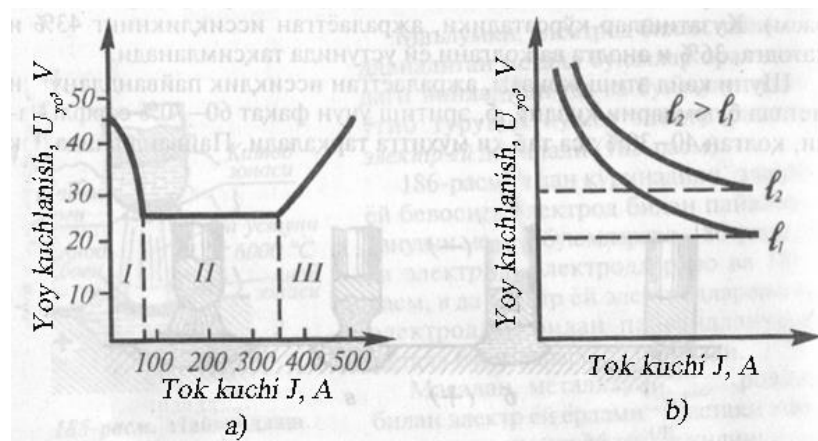
2 – payvandlanadigan metall; 3 – metall vanna; 4 – gaz arozoli.

SHuni qayd etish joizki, metallarni payvandlashda tok kuchini $I = 3000 \text{ A}$, va kuchlanishining $10\text{--}50 \text{ V}$ oralig'ida o'zgartirila olinishi, uning quvvatini $0,01$ dan 150 kVt gacha rostlash mumkinligi turii qalinlikdagi har xil metallarni payvandlashga imkon beradi.



Metall elektrod bilan payvandlanuvchi metall orasida elektr yoini oldirish sxemasi: a – elektrodning qisqa tutashuvi; b – yupqa suyuq metall pardasining hosil bo'lishi; v – bo'yin hosil bo'lishi; g – elektr yoyining hosil bo'lishi.

6–rasmda yoy kuchlanishining tok kuchiga va yoy uzunligiga nisbatan o'zgarish grafiki shuningdek, 6.6–rasm, b da yoyning tashqi (statik) xarakteristikasi keltirilgan.



a–yoy kuchlanishining lok kuchiga va yoy uzunligiga nisbatan o'zgarish grafigi; b – yoyning statistik xarakteristikasi.

Agar yoy uzunligi o'zgarmas ($l_y = \text{const}$) bo'lib, tok kuchi 100 A gacha oshganda zaryadlangan zarrachalar soni ortib, yoy ustuni qarshiligi kamayadi. SHuning uchun yoy pasayuvchi statik xarakteristikali bo'ladi (I-uchastka).

Agar tok kuchi 100–350 A boisa, yoy ustini siqilib, gaz hajmi kamayadi. Natijada zarrachalar sonining ortish tezligi kamayadi. SHu sababli yoy kuchlanishi tok kuchiga bog'liq bo'lmaydi va yoyning statik xarakteristikasi qat'iy bo'ladi (II-uchastka). Agar tok kuchi 350 A dan ortsa yoy ustuni yanada kuchliroq siqiladi va gaz hajmi kamayadi va qarshiligi ortadi. SHu sababli yoyning statik xarakteristikasi ortuvchi bo'ladi (III-uchastka).

Yoy quvvati. Yoy quvvati tok kuchiga, kuchlanishiga, elektrodlar materialiga, elektrodlararo muhit va boshqalarga bog'liq. Agar elektrodlar materiali, oraliq muhitni bir deb olsak, yoy ajratgan issiqlik quvvatini quyidagi formula bo'yicha ifodalash mumkin:

$$Q_y = K \cdot I \cdot U, \quad \text{J/s}$$

bo'ladi.

Bu yerda, K – tok kuchlanishining nosinusoidal koeffitsienti (o'zgarmas tokda $K=1$, o'zgaruvchan tokda $K=(0,7-0,9)$); I – tok kuchi, A; U – tok kuchlanishi, V.

Maiumki, metallarni elektr yoy yordamida payvandlashda ajralayotgan barcha issiqlik zagotovka va elektrodni suyultirishga sarflanmaydi. Bevosita payvandlashga sarflanadigan quvvat effektiv quvvat deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = Q_y \cdot \eta, \text{ J/s}$$

Bu yerda η – yoy issiqligidan foydalanish koeffitsienti (raasalan, metallarni qoplamali metall elektrod bilan elektr yoy yordamida dastaki payvandlashda bu koeffitsient 0,7–0,85, flyus qatlami ostida metall elektrod sim bilan elektr yoy yordamida avtomatik payvandlashda esa (0,83–0,93 orasida bo’ladi).

Payvandlash elektrodlari

Metallarni payvandlashda ishlatiladigan elektrodlar suyuqlanadigan (metall) va suyuqlanmaydigan (grafit, volfram) turlarga ajratiladi. Metall elektrodlar uglerodli va legirlangan poiat, cho’yan, rangli metall va ularning qotishmalari simlaridan tayyorlanadi.

Ularning kimyoviy tarkibi payvandlaniladigan metall tarkibiga yaqin bo’lishi, chok sifatiga salbiy ta’sir etadigan elementlar kam bo’lishi lozim.

Masalan, uglerodli po’latlarni payvandlashda Sv–08A, Sv–08GS, Sv–10G2 markali, legirlangan po’latlarni payvandlashda Sv–18XGS, Sv–IOXMFIT, Sv–12XV va boshqa markali simlardan foydalaniladi.

Po’latlarni dastaki payvandlashda elektrod simlar diametri 0,3–12 mm gacha boiib, uzunligi 350–450 mm bo’ladi.

Qoplamali elektrodni elektrod tutqichga kontaktlash joyi elektrod simni 30–40 mm gina faqat qoplamaydi.

Qoplama tarkibi shunday bo’lishi kerakki, payvandlashda u erib yoyni barqaror yonishini ta’minlashi, eriyotgan metall elektrodni va vannani tashqi muhitdan muhofaza etishi va oksizlantirib shlak hosil etib, vannani sekin sovishini ta’minlash bilan uni gaz va nometall materiallardan tozalanishga, legirlash bilan chok sifatini yaxshilashga ko’maklashmog’i lozim. Elektrod simga qoplama maxsus mashinada yoki vannadagi qoplama massaga botirib tegishli qalinlikda qoplanadi.

Elektrod qoplamalarni quyidagi xillarga ajratiladi:

1.Kislota xarakterli qoplama (shartli belgisi A). Bu qoplama asosi *Fe, Mn, Si* oksidlari va ferromarganesdan iborat bo’lib, qoplamaga ularning bog’lovchi sifatida suyuq shisha qo’shiladi.

Bu qoplamali elektrodlardan kamdan–kam uglerodli va kam legirlangan po’latlarni payvandlashda foydalaniladi. CHunki, payvandlashda chok metalli

deyarli oksidlanadi. Bu qoplamali elektrod(lar)ga AN-2, AN-3, SM-5 va boshqa markalar kiradi.

2. Rutii qoplama (shartli belgisi – R). Bu qoplama asosi rutil (TiO_2) bo'lib, qolgan SiO_2 , Al_2O_3 , ferromarganes va boshqalar bo'ladi. Ularni bog'lovchi sifatida qoplamaga suyuq shisha qo'shiladi. Bu qoplamali elektrod(lar)ga AN-2, AN-3, SM-5 va boshqa markalar kiradi.

3. TSelyulozali qoplama (shartli belgisi – S). Bu qoplama asosi sellyuloza, organik smolalar, ferroqotishmalar va boshqalar bo'ladi. Ularni bog'lovchi sifatida qoplamaga suyuq shisha qo'shiladi. Bu qoplamali elektrod(lar)dan uglerodli, legirlangan po'latlarni payvandlashda foydalaniladi. Bu qoplamali elektrod(lar)ga VSS-1, VSS-2, SL-11 va boshqa markalar kiradi.

4. Asosli qoplama (shartli belgisi – B). Bu qoplama tarkibiga marmar, kvarS, ferrosilitsiy, ferromarganes va boshqalar bo'ladi. Ularni bog'lovchi sifatida qoplamaga suyuq shisha qo'shiladi. Bu qoplamali elektrod bilan barcha sinfdagi uglerodli va legirlangan po'latlar payvandlab masuliyatli konstruksiyalar olinadi. Bu qoplamali elektrod(lar)ga UONI-18/45, OZS-2 va boshqa markalar kiradi.

Elektrod qoplamalarini qalinligiga ko'ra yupqa, o'rtacha, qalin va juda qalin xillarga ajratiladi. Yupqa qoplamalar bo'lib va suyuq shishadan iborat bo'lib, yo'ni barqaror yopishiniga ta'minlaydi. Qolganlari esa yuqorida qayd etilgandek yoy barqarorligini, eriyotgan elektrod va metall vannani tashqi muhitdan muhofaza qilib chok sifatini yaxshilaydi.

UONI 13/45 – elektrod markasi; 3,0 – elektrod diametri, mm da; *U* – uglerodli po'latlarni payvandlash uchun; D3 – qalin qoplama yuqori sifatli choklarni bostiruvchi qoplama; *E* – elektrod; 432(5) – GOSTga ko'ra belgilangan indekslar bo'lib; chok metallni xarakteristikalarini ko'rsatadi; 43 – chokning cho'zilishga ko'rsatgan vaqtli qarshiligi bo'lib, kamida 43 kgk/mm²; 2 – nisbiy uzayishda kamida 22%; 5 – zarbiy qovushoqligi kamida 34 j/snr; B – asosli qoplamaligini; 1 – barcha fazoviy vaziyatda payvandlash mumkinligi; O – o'zgarmas tokda teskari qutbli ulanganligini bildiradi.

Shuningdek, ГОСТ bo'yicha elektrod(lar) payvandlanadigan metallarga qarab uglerodli va kam legirlangan konstruksion po'latlarni yuqorida aytilganidek – *U*, legirlangan konstruksion po'latlarni – *L*, legirlangan issiqbardosh po'latlarni – *T*, ko'p legirlangan maxsus xossaligi po'latlarni – *V*, sirt yuzaga eritib qoplanadigan maxsus xossaligi po'latlarni – *N* harflar bilan shartli belgilanadi.

SHuni ham qayd etish kerakki, chok metaliga qo'yilgan talabga ko'ra elektrodni tiplarga ajratiladi. Bu yerda elektrod uchun chok metallning cho'zilishga vaqtli qarshiligi (σ_v), nisbiy uzayishi (δ) va zarbiy qovushoqligi (*ksi*) keltiriladi. Konstruksiya poiatlarni *U* va *L* guruhga kiruvchi elektrod bilan payvandlashda E38, E42, E42A, E46, E150 tipidagi elektrodlardan foydalaniladi. Har bir tip elektrodga bir necha markali elektrod to'g'ri keladi. Bu tipdagi elektrodlarda – elektrodligini, raqamlar chok metallning cho'zilishiga boigan vaqtli qarshiligi, MPa, A harfi chok metallning yuqori plastikligini bildiradi.

Metallarni qoplamali metall elektrod bilan

elektr yoy yordamida dastaki payvandlash

Poiatlarni payvandlashgacha ularni qalinligiga qarab payvandlash joylari ma'ium tarzda masalan, pastki choklarni uchma–uch payvandlashda qalinligi ≤ 6 boisa kertilmay, 5–22 mm orasida boisa V simon, ≥ 20 mm boisa X simon va > 22 boisa U simon kertilish tavsiya etiladida zang, tuproqlardan tozalanib payvandlash stoliga o'ratiladi. Keyin tegishli elektrod tipi, markasi, diametri, payvandlash rejimi belgilanadi.

Amalda uglerodli poiatlarni dastaki payvandlashda ularning qalinligi (*S*) ga ko'ra elektrod diametri (*D*) ni jadvalga ko'ra:

S, mm	0,5	1–2	2–5	5–10	12–24	30–60
D, mm	1,5	2–2,5	2,5–4	4–6	5–6	6–8

Tok kuchini esa quyidagicha belgilanadi:

$$I=(40-50) \cdot D, \text{ A.}$$

Yoy oldirilgandan keyin esa payvandlashda yoy uzunligini saqlashga harakat qilib, elektrodni o'qi, payvandlash yo'nalishi va chok enini qamrab siljitib boriladi.

Bunda yoyning barqaror yonish rejimi 6.8–rasmdagi «D» nuqtada to'g'ri keladi. Agar qandaydir sabablarga ko'ra yoy uzunligi o'zgarsa, yoyning barqaror yonish rejimi ham o'zgarishi muqarrar.

Payvandlashda, elektrod uchi va payvandlash joyi erib vanna hosil bo'lib, sovishida kristallanib chok bostiriladi. 6.9–rasm, *a* da metallarni metall elektrod

bilan elektr yoy yordamida pastki chokni dastaki payvandlash sxemasi 6.9–rasm, *b* da esa elektrodni harakat yo'li keltirilgan.

Ma'lumki, payvandlashda ish unumdorligi chokni hosil qilishga sarflangan vaqt bilan aniqlanadi.

Agar umumiy sarflangan vaqtni – T_y bilan belgilasak unda uni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$T_y = T_{yo} / K$$

bu yerda, T_y – yoyning yonish vaqti, min; K – payvandchini ishi bilan bandlik koeffitsienti (ish xarakteriga ko'ra 0,4–0,8 bo'ladi).

T_y - ni quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$T_y = G / J \cdot K$$

bu yerda, G – payvandlashda chokka o'tgan suyuq metall miqdori gr;

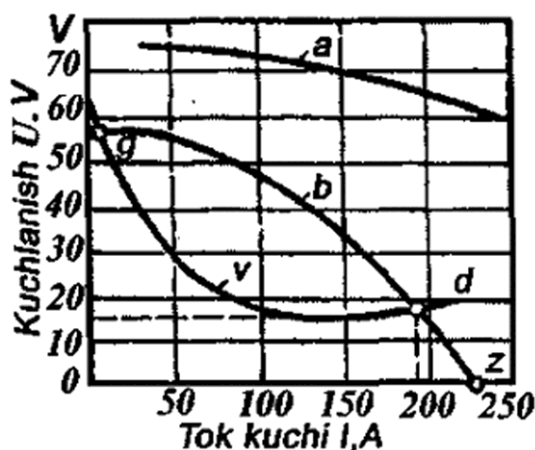
I – payvandlash toki, A;

K – 1 A tokda bir soat ichida erib vannaga o'tgan metall elektrodni ko'rsatuvchi koeffitsient.

Qoplamali metall elektrodlarda K – 8–12 g/A oralig'ida bo'ladi.

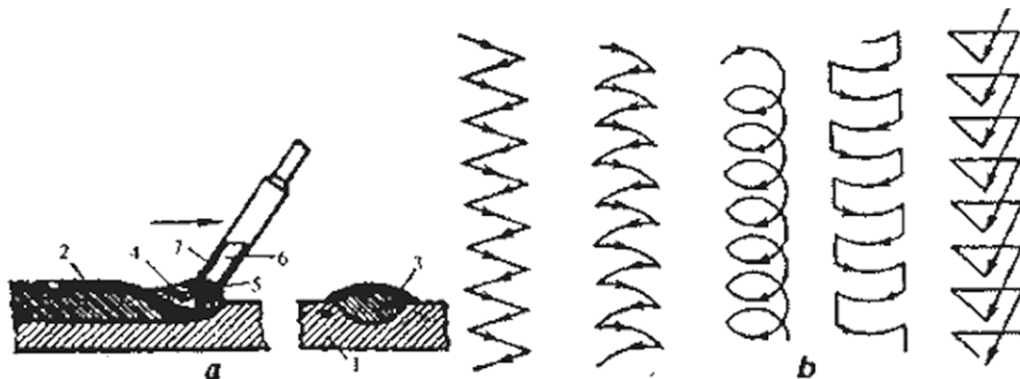
G ni esa quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$G = K_e \cdot J \cdot T_{yo},$$



Tok manbai va payvandlash yoyining tashqi xarakteristikasi.

a – odatdagi tok manbaining xarakteristikasi; b – payvandlash tok mavbaining xarakteristikasi; v – yoyning xarakteristikasi; g – salt kuchlanish; d – yoyning barqaror yonishi.



Metall elektrod bilan elektr yoy yordamida dastaki payvandlash va elektrod harakati traektoriyasi sxemasi: a – payvandlash sxemasi; b – elektrod harakati traektoriyasi; 1 – payvandlanuvchi metall; 2 – shlak po'stloq; 3 – chok; 4 – shlakli metall vanna; 5 – himoya gaz muhiti; 6 – elektrod; 7 – qoplama.

Payvandlash tezligini esa quyidagicha aniqlanadi.

$$v = L / T_y \quad m / s$$

bu yerda: L – bostirilgan chok uzunligi, m.

Bu usulning ish unumdorligining pastligi, elektrodni 20–25% ni qiyindiga o'tishi, sachrashi, malakali ishchini talab etishi kabi kamchiliklari bor.

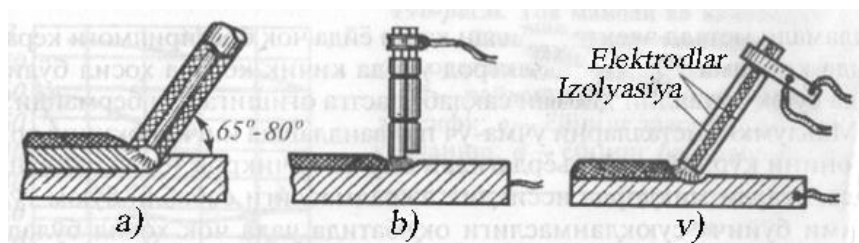
Metallarni qoplamali metall elektrodlar

bilan elektr yoy yordamida dastaki payvandlashning yuqori unumli usullarining ba'zilar haqida ma'lumot

1. Metall buyumlarni chuqurroq eritib payvandlash. Bu usulda elektrod qoplamasi odatdagidan qalinrog'i olinib payvandlash toki esa odatdagidan kattaroq ($I=(60-70)D$) olinadi. Payvandlashda eriyotgan elektrod uchida konussimon qalpoqcha hosil bo'lib, u tokni qisqa tutashuvidan saqlab, kichik uchastkada issiqlik konsentratsiyasini oshirib metallni chflqurroq eritadi. Natijada ish unumi odatdagi dastaki payvandlashga qaraganda 1,2–2 marta ortadi (6.10–rasm, a).

2. Metall buyumlarni tutam qoplamali elektrodlar bilan payvandlash. Bu usulda bir necha elektrodni elektrod tutqichga birini ikkinchisidan 30–40 mm uzunlikda oʻrnatib, avvaliga uzuni bilan payvandlanuvchi metallar aro yoy oldirib payvandlash boshlanadi. Payvandlash vaqtida elektrod maʼlum miqdorda sarflangach, ikkinchisi, keyin uchinchisi ishga tushadi va shu tartibda payvandlash olib boriladi. Bunda yoy issiqligidan toʻlaroq foydalaniladi, yoyni qayta-qayta oldirishga va elektrodni almashtirishga hojat qolmasligi natijasida ish unumi oddiy dastaki usulda payvandlashga qaraganda 1,5–2 marta ortadi (6.10–rasm, b).

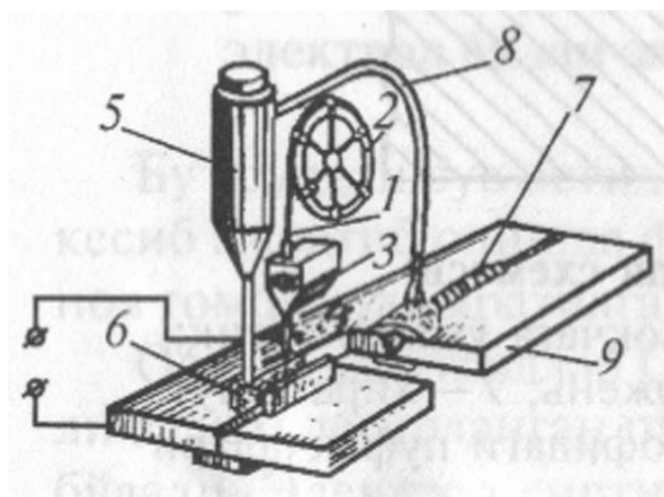
1. Metall buyumlarni qoplamali metall elektrodlar bilan uch fazali tokli yoy yordamida payvandlash. Bu usulda payvandlashda oʻzgaruvchan tok manbaining ikki fazasi qoplamali metall elektrodlar tutqichiga uchinchi fazasi payvandlovchi metallga ulanadi. Payvandlashda har ikkala elektrod va elektrodlar bilan payvandlanuvchi metall orasida yoy yonadi. Payvandlashda ajralayotgan issiqlikning ortishi natijasida ish unumini odatdagi dastaki payvandlashga qaraganda 2–3 marta ortishi bilan elektr energiyasi 25% gacha tejaladi (6.10–rasm, v).



Dastaki payvandlashda ish unumini oshiruvchi usullar sxemasi: a – metallni chuqurroq suyuqlantirib chok hosil qilish; b – elektrodlar tutarai bilan payvandlash; v – uch fazali tokda payvandlash

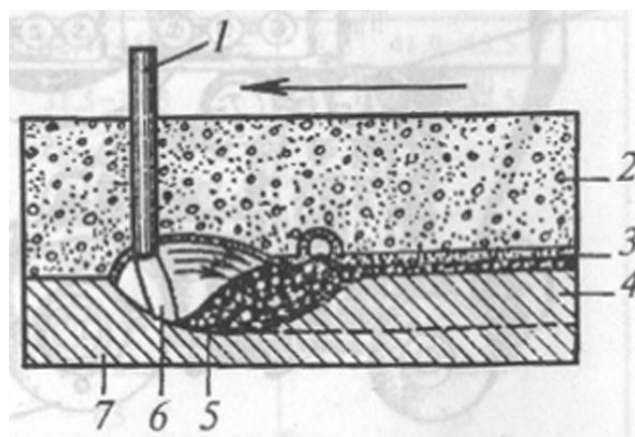
Metallarni flyus qatlami ostida metall elektrod sim bilan elektr yoy yordamida avtomatik payvandlash

Metallarni dastaki usulda payvandlashning yuqori ishi unumli usullari yaratilganligiga qaramay ayniqsa, qalin metallarni sifatli, yanada unumliroq payvandlash usullari ustida olib borilgan izlanishlar natijasida ayni payvandlash usuli yaratildi. Bu usuldan qalinligi 2–100 mm gacha boʻlgan poʻlatlar, *u*, *Al*, *Ti* va ularning qotishmalarini payvandlashda keng qoʻllaniladi. Quyidagi 6.11–rasmda payvandlash avtomatning sxemasi keltirilgan.



Flyus qatlami ostida metallarni avtomatik payvandlash avtomatining sxemasi: 1 – elektrod; 2 – uzatish mexanizmi; 3 – bunker; 4 – flyus; 5 – shlak; 6 – erimagan flyusni soʻrish trubkasi; 7 – payvandlanuvchi metall.

Sxemadan koʻrinadiki, uzatish mexanizmi (kallagi) 2 uzatmalari yordamida kassetaga oʻralgan 1–6 mm li elektrod sim 1 ni payvandlash zonasiga uzatadi. Payvandlashda kallak bilan yoy va bunker 3 hali payvandlanmagan tomon avtomatik suriladida undan flyus toʻkiladi. Flyus qatlami ostida yoy barqaror oldirib yonib, chok bostirila boradi. Bunda flyus metall vannani havodan muhofaza qilish bilan chok sifatini yaxshilashga koʻmaklashadi.



Metallarni flyus qatlami ostida elektrod sim bilan yoy yordamida uchma–uch qilib avtomatik payvandlashni boʻylam qirqim sxemasi: 1 – elektrod sim; 2 – flyus; 3 – suyuq shlak; 4 – payvand chok; 5 – metall vanna; 6 – elektr yoy; 7 – payvandlanuvchi metall.

6.12–rasmda metallarni flyus qatlami ostida metall elektrod sim bilan elektr yoy yordamida uchma–uch qilib avtomatik payvandlashni bo‘ylama qirqimi keltirilgan. Sxemadan ko‘rinadiki, elektr yoy elektrod sim i bilan pay vandlanuvchi metall 7 orasida yonib, u ajratayotgan issiqlikda payvandlash joyi va flyusning bir qismi eriydi. Yoy yonish joyida erigan flyus bilan metall orasida ularni bug‘lari gazlari bilan to‘lgan zona hosil bo‘ladi. Yoy esa vertikal hplatdan pay vandlash yo‘nalishiga teskari tomonga biroz og‘ib, siiyuq metallni og‘gan tomonga siqa borib vanna hosil bo‘ladi

Ajralayotgan suyuq shlak metalldan engilligi sababli uning sirtiga ko‘tariladi. SHlakning issiqlikni yomon o‘tkazishi tufayli vanna sekin sovish natijasida vanna o‘zida erigan gazlardan va nometall qo‘shimchalardan deyarli tozalanadi.

Payvandlashda chok sirtidagi erimagan flyus pnevmatik qurilma yordamida bunkerga surila boradi. Payvandlanadigan metall xiliga, qalinligiga ko‘ra flyus (masalan, OSS–45 yoki AN–348), olinib, tegishli elektrod sim markasi va payvandlash rejimi belgilanadi. CHok bostirib bo‘lingach uning sirtidagi shlak qatlami ajratiladi. Bu usul metallarni dastaki payvandlashga qaraganda 5–10 marta unumlidir.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Umarov E.O. “Materialshunoslik” o‘quv fanidan laboratoriya va amaliyot ishlari o‘quv qo‘llanmasi.
2. Umarov E.O. Materialshunoslik. Darslik.
3. Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik.

Qo‘shimcha adabiyotlar

Адаскин А.М. Материаловедение. Учебник. - М.: “Машиностроение”