

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

Z.D. Ermatov, N.S. Dunyashin

**SUYUQLANTIRIB PAYVANDLASH
TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARI
2-QISM**

Toshkent 2013

Suyuqlantirib payvandlash texnologiyasi va jihozlari. 2-qism: 5522700 – Payvandlash ishlab chiqarish mashinalari va texnologiyasi bakalavriat yo‘nalishi uchun ma’ruza matni/ Ermatov Ziyadulla Dosmatovich, Dunyashin Nikolay Sergeevich. Toshkent, 2013.

Ma’ruza matnida suyuqlantirib payvandlashning rivojlanish tarixi va zamonaviy jarayonlari nazariyasining asosiy ma’lumotlari keltirilgan. Suyuqlantirib payvandlashda qo‘llaniladigan turli xil payvandlash usullari va jihozlari yoritilgan. Metall va qotishmalarni kesish usullari ko‘rsatilgan. Ma’ruza matnning 2-qismida 11–21-ma’ruzalar keltirilgan.

Ma’ruza matni 5522700 – Payvandlash ishlab chiqarish mashinalari va texnologiyasi bakalavriat yo‘nalishi uchun mo‘ljallangan.

Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan nashr etilmoqda

Taqrizchilar:

F.N. Xikmatullayev – DAJ TAPOiCH O‘quv tajriba markaz direktori,

Sh.A. Karimov – TDTU «Metallar texnologiyasi va materialshunoslik» kafedrası mudiri, dots., t.f.n.

11 - MA'RUZA.

HIMOYA GAZLAR MUHITIDA PAYVANDLASH (HIMOYA GAZLAR MUHITIDA PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASI)

Reja

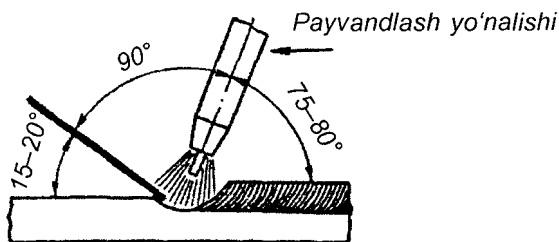
11.1. Inert gazlar muhitida payvandlash texnologiyasi

11.2. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash

11.1. Inert gazlar muhitida payvandlash texnologiyasi

Yuqori legirlangan po'latlar, titan va uning qotishmalarini to'g'ri qutbli o'zgarmas tokda payvandlanadi. Oksid pardasini buzilishi uchun aluminiy va magniy qotishmalari o'zgaruvchan tokda payvandlanadi.

Qo'lda argon-yoy bilan payvandlash gorelkani tebratmasdan bajariladi; payvandlash zonasi himoyasi buzulishi ehtimoli bo'lganligidan gorelkani tebratish tavsiya etilmaydi. Argon-yoy gorelkasi, mundshtugi bilan payvandlanadigan buyum orasidagi burchak $75-80^\circ$ bo'lishi kerak (11.1-rasm). Eritib qo'shiladigan sim gorelka mundshtugi o'qiga nisbatan 90° burchak hosil qilib joylashtiriladi, sim bilan buyum orasidagi burchak $15-20^\circ$ bo'lishi kerak.



11.1-rasm. *Qo'shimcha sim va gorelkaning payvandlanadigan buyumga nisbatan joylashish sxemasi.*

Argon yoki geliy gazlari o'rniga gaz aralashmalarini ishlatish ba'zi bir hollarda payvandlash yoyining turg'un yonishini oshiradi, metallning sachrashini kamaytiradi, chokning shakllanishini

yaxshilaydi, erish chuqurligini oshiradi, shuningdek, metallning o'tkazilishiga (ko'chirilishiga) ta'sir qiladi va payvandlashda ish unimini oshiradi.

Payvandlash uchun boshqa elementlar bilan kimyoviy birikmalar hosil qilmaydigan geliy va argon kabi inert gazlardan (ba'zi bir gidridlar bundan mustasno, ular harorat va bosimining kichik intervallaridagina barqaror bo'ladi) foydalaniladi. Sanoatda geliy tabiiy gazlarni suyuqlantirish yo'li bilan olinadi.

Argon havodan og'irroq, shuning uchun uning oqimi yoyni va payvandlash zonasini yaxshi himoyalaydi. Argon muhitidagi yoy juda turg'unligi bilan farq qiladi.

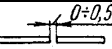
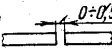
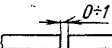
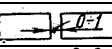
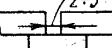
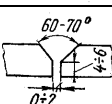
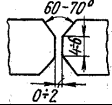
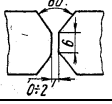
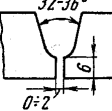
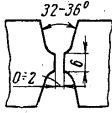
Azot muhitida payvandlash. Mis va zanglamas po'latlarning ba'zi bir xillarini payvandlashda yoy zonasini himoya qilish uchun kislorod qurilmalarida rektifikatsiya yo'li bilan hosil qilingan azotdan foydalanish mumkin. Azot ba'zi materiallarga nisbatan inert gaz hisoblanadi. Azot qora rangli, sariq halqasimon chizig'i bo'lgan po'lat ballonlarda 15 MPa bosim bilan saqlanadi va tashiladi.

Azot-yoy vositasida payvandlash ko'mir yoki grafit o'zakli elektrod bo'lib bajariladi, volfram elektrodlar ishlatish maqsadga muvofiq emas, chunki ularning sirtida hosil bo'ladigan volfram juda ko'p sarf bo'ladi. Azot-yoyda ko'mir elektrod bilan payvandlashda yoyning kuchlanishi 22–30 V bo'lishi lozim. Payvandlash to'g'ri qutbli o'zgarmas tokda diametri 6–8 mm li ko'mir elektrod bilan tok 150–500 A bo'lganda bajariladi. Azotning sarfi 3–10 l/daq ni tashkil qiladi. Azot muhitida payvandlash qurilmasi argon muhitida payvandlash qurilmasining aynan o'zi. Ko'mir o'zaklarni mahkamlash uchun gorelkada almashtiriladigan maxsus uchliklar bo'lishi lozim.

11.2. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash

Uglerodli va kam legirlangan po'latlariing chetlarini tayyorlash va uchma-uch ulanadigan choklarini taxminiy payvandlash rejimlari 11.1-jadvalda keltrilgan.

**Uglerodli va kam uglerodli po‘latlarning uchma-uch
ulanadigan choklarini karbonat anhidrid gazida
payvandlashda chetlarini tayyorlash va payvandlashning
taxminiy rejimlari**

Metall qalinligi, mm	Chetlarni tayyorlash	Qatlam soni	Sim diametri, mm	Tok, A	Kuch- lanish, V	Payvand- lash tezligi, m/s	CO ₂ sarfi, dm ³ /daq
0,6–1,0		1	0,5–0,8	50–60	18	20–25	6–7
0,6–1,0		1	0,5–0,8	50–60	18	25–35	6–7
1,2–2,0		1-2	0,8–1,0	70–110	18–20	18–24	10–12
3–5		1-2	1,6–2,0	160–200	27–29	20–22	14–16
6–8		2	2	280–300	28–30	25–30	16–18
6–8		1-2	2	280–300	28–30	18–22	16–18
8–12		2-3	2	280–300	28–30	18–20	16–18
12–18		2	2	380–400	30–32	16–20	18–20
> 20		2	2–2,5	440–460	30–32	16–20	18–22
		4	2–2,5	420–440	30–32	16–20	18–22
> 25		10 va undan ko‘p	2–2,5	440–500	30–32	16–20	18–22
> 40		12 va undan ko‘p	2-2,5 3	440–500 400— 750	30–32 34–36	16–20 16–20	18–22 18–22

Chetlari payvandlashdan oldin iflosdan, moy, zang va temirchilik quyindilaridan, shuningdek kislorod yordamida kesgandan keyin qoladigan shlaklardan yaxshilab tozalanadi. Uglerodli po‘latlardan yasalgan detallarni karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash uchun o‘zaro tutashtirish yoki $\Theta 42$ yoki $\Theta 42A$ turidagi elektrodlar bilan, yoki karbonat angidrid gazi muhitida yarimavtomatik payvandlab amalga oshirilishi mumkin. Legirlangan po‘latlardan yasalgan detallarni o‘zaro tutashtirish tegishli elektrodlar bilan bajariladi.

Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash hamma fazoviy vaziyatlarda bajariladi. Payvandlashda teskari qutbli o‘zgarmas tokdan foydalaniladi.

Yoyning yonish barqarorligini oshirish, metall kamroq sachrash, chuqurroq erishi hamda ish unumi ortishi uchun elektrodagi tok nihoyatda zich bo‘lishi, ya’ni tanlab olingan tokda nisbatan ancha ingichka sim ishlatib payvandlash ma’qul.

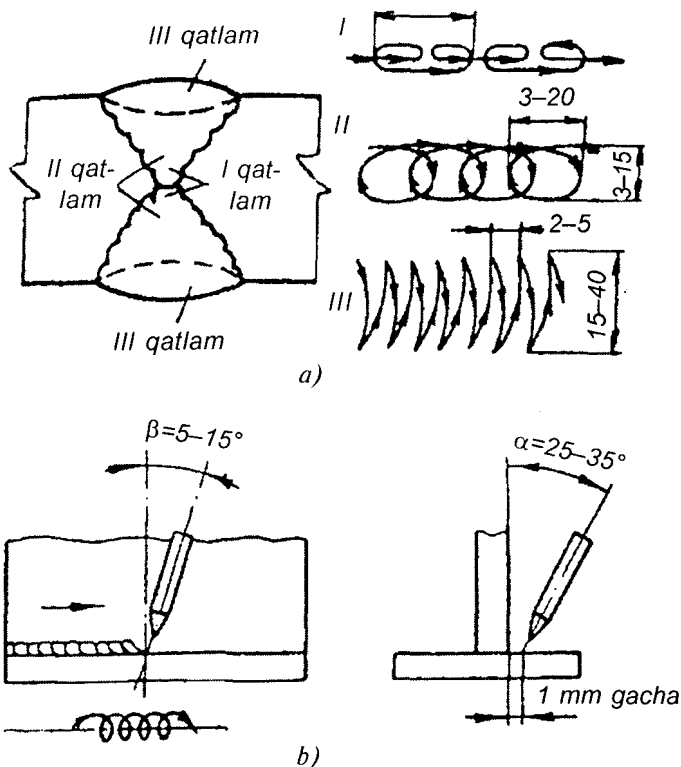
Kuchlanishga qarab ma’lum zichlikdagi tokda ishlatiladigan yoy uzunligi aniqlab olinadi. Kuchlanishni jadvalda ko‘rsatilgan chegaralardan kattaroq yoki kichikroq olish yoyning haddan tashqari kaltalanishiga yoki uzayishiga olib keladi va payvandlash jarayonini buzadi (yoy uzilib qoladi, metal sachraydi, g‘ovaklashish hollari ro‘y beradi va h. k.). Yupqa (kamida 2 mm) metalni payvandlashda kuchlanish kattaligi muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.

Simni uzatish tezligi amalda mazkur tokda va kuchlanishda yoy barqaror yonadigan qilib tanlanadi. Karbonat angidrid gazi sarfi payvandlash vannasining atrofdagi havo ta’siridan yaxshi muhofazalanishini ta’minlashi kerak. Mundshtukning payvandlash vannasi yuzasiga nisbatan eng ma’qul holati (qiyalash burchagi, masofa) ham shu shart-sharoitlarga qarab aniqlanadi. Mundshtuk bilan buyum orasidagi masofa tok 60–150 A, kuchlanish 22 V bo‘lganida odatda 7–14 mm, tok 200–500 A va kuchlanish 30–32 V bo‘lganida esa 15–25 mm bo‘ladi. Elektrodni vertikalga nisbatan qiyalatish burchagi 15–20° ni tashkil etishi lozim.

Payvandlashdan oldin gaz uzatila boshlanadi va uning sarflanishi sarf o'lchash asbobi bo'yicha rostlanadi, shlanglar va tutgich havo qoldiqlaridan puflab tozalanadi.

Payvandlash boshlanishida elektrod 25–30 mm chiqib turishi kerak.

Elektrod bir tekisda surilishi lozim. Yupqa metallni payvandlash jarayonida elektrod faqat chok uzra ilgarilanma suriladi, ancha qalin metallni payvandlashda esa elektrodning uchi bilan ko'ndalang harakatlar ham qilinadi (11.2- a rasm).



11.2-rasm. Karbonat angidrid gazida payvandlash simning uchini surib turish:

a – X-simon chokni payvandlashda sim uchini surish; I, II, III – birinchi, ikkinchi, uchinchi qatlamalar, b – burchak choklarni payvandlashda tutgich holati va sim uchini surish.

Payvandchi elektrodni chapdan o'ngga (burchagi bilan orqaga), yoki o'ngdan chapga (burchagi bilan oldinga) yohud elektrod chok tekisligiga nisbatan tikkasiga joylashtirilganda «o'ziga tomon» surib borishi mumkin. Elektrodni 5–20° chamasi oldinga yoki orqaga qiyalatsa ham bo'ladi.

Payvandlash vannasining diametri 30 mm dan katta bo'lmashligi kerak. Keng choklarni ingichka valiklar hosil qilib katta tezlikda payvandlash lozim. O'ngdan chapga (burchagi bilan oldinga) payvandlaganda asosiy metallning erish chuqurligi kamayadi, valik esa kengroq chiqadi. Bu usuldan yupqa metall yoki payvandlash hamda sovush jarayonida darz ketishga moyil bo'lgan legirlangan po'latlarni payvandlashda foydalanilgan ma'qulroq.

Tavr birikmalarning burchak choklarini payvandlashda elektrod bilan tavrning vertikal devori orasidagi burchak 25–35° olinadi. Tutgich holati va elektrod uchini surish 11.2- b rasmda ko'rsatilgan.

Metall qalinligi 2 mm dan kam bo'lganida yoy gazlarining bosimi erigan metallning oqishiga yo'l qo'ymasligi uchun gorizontga nisbatan 60° dan ortiq burchak ostida joylashgan tekislikdagi choklar, shuningdek vertikal choklar yuqoridan pastga tomon payvandlanadi. Payvandlayotganda iloji boricha kichik kuchlanish va tok ishlatilgani ma'qul. 2 mm dan qalin metallni elektrodni «burchagi bilan orqaga» qiyalatib, pastdan yuqoriga tomon vertikal choklar hosil qilib payvandlash mumkin.

Gorizantal choklar pastdan yuqoriga qaratilgan elektrod bilan ko'ndalangiga tebratmasdan, 17–18 V kuchlanishda payvandlanadi. Ship choklar iloji boricha kichkina kuchlanish va tokdan foydalanib, shuningdek karbonat angidrid gazidan ko'proq sarflab, elektrodni «burchagi bilan orqaga» qilib payvandlanadi.

Qalinligi 1,5–3 mm metall «osilgan holatda» uchma-uch qilib vertikal holatdagi elektrodni chok o'qi bo'yicha surib payvandlanadi. Yupqa (0,9–1,2 mm) metall mis taglikda yoki qoladigan po'lat taglikda pastki holatda yoki vertikal holatda tagliksiz payvandlanadi.

Qalinligi 1–1,5 mm metallni (zazor 1,5–2mm gacha bo'lganda) uchma-uchiga 0,8 mm sim bilan karbonat angidrid gazida yarim

avtomatik payvandlash mumkin. Metall zazordan oqmasligi uchun payvandchi gorelkani vannadan chetlashtirmasdan sim uzatish mexanizmini vaqt-vaqti bilan 0,25–0,5 sek to‘xtatishi kerak. Bu holda eritib yopishtirilgan metall qotadi va tirqishdan oqib tushmaydi. Bundan tashqari, asosiy metallni erib teshilish ehtimoli bo‘lmaydi. Quvurlar uchma-uchiga ana shunday payvandlanadi.

Payvandlashni tugatayotib, kraterni metallga to‘ldirish, so‘ngra simning uzatilishini to‘xtatish va gorelkani chetlatmasdan tokni ajratish va vannadagi metall qotmaguniga qadar karbonat angidrid gazi uzatilishi kerak.

Metall oqsidlanmasligi uchun yoyini tortib, tutgichni chetlashtirib, payvandlashni to‘xtatish yaramaydi.

Payvandlash simi payvandlanadigan po‘latning rusumiga qarab tanlanadi. 11.2-jadvalda turli po‘latlarni payvandlashda ishlatiladigan payvandlash simlarining ba’zi bir rusumlari ko‘rsatilgan.

11.2 - jadval

Po‘latlarning turli rusumlarini payvandlash uchun ishlatiladigan sim rusumlari

Rusumi	Ishlatilishi
CB-08 ΓC	300–400 A tok bilan uglerodli va kam legirlangan po‘latlarni payvandlash uchun
CB-08 Γ2C	600–750 A tok bilan uglerodli va kam legirlangan po‘latlarni payvandlash uchun
CB-10XΓ2C	Puxtaligi oshirilgan kam legirlangan po‘latlarni payvandlash uchun
CB-10XΓ2CM	15XMA turidagi issiqbardosh po‘latlarni payvandlash uchun
CB-08XΓCMΦ	20XMΦ turidagi issiqbardosh po‘latlarni payvandlash uchun
CB-08X3Γ2CM	30XΓCA rusumli po‘latni payvandlash uchun
CB-08X14ΓT CB-08X17T	12X13, 12X17 turidagi xromli po‘latlarni payvandlash uchun
CB-06X19H9T CB-08X19H10B	08X18H10, 12X18H9, 12X18H10T rusumli korroziyaga chidamli po‘latlarni payvandlash uchun

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Inert himoya gazlari muhitida payvandlashning texnologik mohiyati nimalardan iborat?
2. Qanday materiallarni payvandlaganda azot himoya gazi sifatida qo‘llaniladi?
3. Karbonat angidrid muhitida payvandlashda qirralarni payvandlashga tayyorlash qanday bajariladi?

12-MA’RUZA.

ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH (ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH MOHIYATI VA REJIMLARI)

Reja

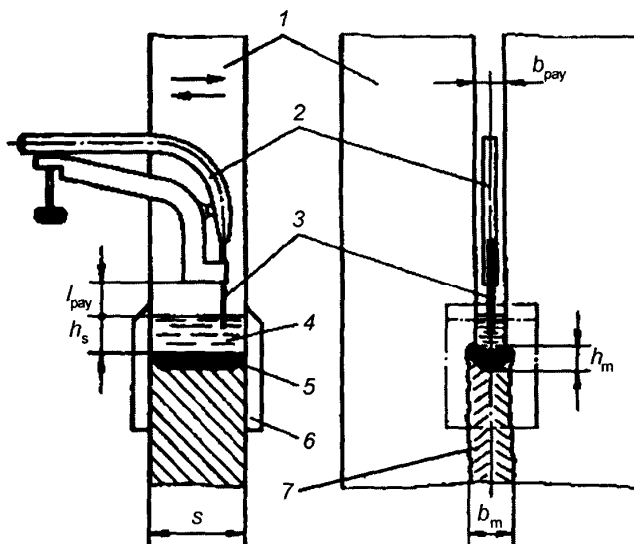
- 12.1. Elektr-shlak payvandlash mohiyati
- 12.2. Elektr-shlak payvandlash usullari
- 12.3. Elektr-shlak payvandlash metallurgiyasi
- 12.4. Elektr-shlak payvandlash rejimlari

12.1. Elektr-shlak payvandlash mohiyati

Elektr-shlak payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo‘lib, bunda chokni qizdirish uchun issiqlik, erigan shlak orqali o‘tayotgan elektr tok yordamida qizdirladi.

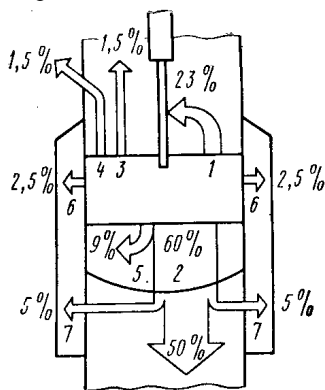
Elektr-shlak payvandlash usuli XX asrning 50-yillarida Ukraina fanlar akademiyasining elektr payvandlash institutida ishlab chiqildi. 1949-yilda G.Z. Voloshkevich birinchi bo‘lib elektrod simlari bilan elektr-shlak payvandlashni amalga oshirdi. 1955-yilda Novokramator mashinasozlik zavodida sanoat sharoitida yassi elektrodlar bilan elektr-shlak payvandlashni birinchi bo‘lib Yu.A. Sterenbogen amalga oshira oldi.

Elektr-shlak payvandlashda elektr toki shlakli vannadan o‘tayotib asosiy va qo‘shimcha metallni eritadi va eritmaning yuqori haroratini ushlab turadi.



12.1-rasm. Elektr-shlak payvandlash chizmasi:

1 – s qalinlikdagi payvandlanayotgan detal; 2 – elektrod uzatish uchun mundahtuk; 3 – elektrod; 4 – shlak vannaning h chuqurligi; 5 – metall vannaning h_m chuqurligi; 6 – qoliplaydigan polzun. Detallar b_{pay} oraliqda tanlangan; l_{pay} – elektrod chiqishi.



12.2-rasm. 100 mm qalinlikda bo'lgan po'latni elektrshlak usulda payvandlashda issiqlik balansi:

1 – sim erishi; 2 – asosiy metall erishi; 3 – nurlanishga sarflanishi; 4 – qirralar nurlanish bilan qizdirilishi; 5 – metall vannasini qizib ketishi; 6 – polzunlarni shlak bilan qizdirish; 7 – polzunlarni metall bilan qizdirish.

Elektr-shlak jarayon, shlakli vannaning 35–60 mm chuqurligida turg‘indir, bu uchun esa chok o‘zagining joylashishi vertikal holatda bo‘lishi kerak. Chok yuzasini majburiy sovitish uchun misdan yasalgan suv qurilma yordamidan foydalaniladi. Elektr-shlak payvandlashda elektr quvvatning hammasi shlak vannasiga o‘tadi undan esa elektrodga va payvandlanayotgan qirralarga o‘tadi. Turg‘un jarayon faqat shlak vannasida doimiy harorat 1900–2000°C bo‘lishi kerak. Payvandlanayotgan metallar qalinliq diapazoni 20–3000 mm.

12.2. Elektr-shlak payvandlash usullari

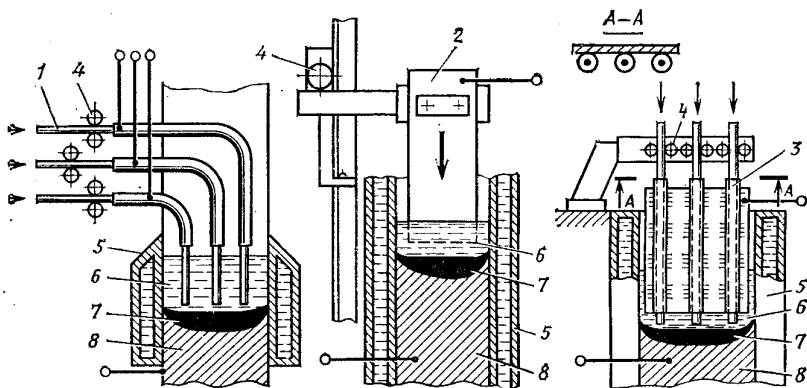
Elektr-shlak payvandlashni uch usul bilan bajarish mumkin, har bir usul o‘z mohiyati va qo‘llanish sohasiga ega.

1) Simli elektrodlar bilan payvandlash, diametri 3...5 mm bo‘lib payvandlash tirqishiga tok uzatuvchi misli maxsus mundshtuklar uzatiladi (12.3- a rasm). Shu bilan birga shlak vannasiga uchtagacha elektrod simi uzatiladi, bu bilan uch fazali ta‘minlash manbalarini ishlatish mumkin bo‘ladi. Shlak vannasida issiqlik ajralishi asosan elektrod atrofida bo‘lganligi hisobiga, bitta elektrod simini ishlatilganda payvandlanayotgan metallning maksimal qalinligi 60 mm ni tashkil etadi, uchta sim qo‘llanilganda – 200 mm gacha. Agar mundshtuklarga tirqishda v_k tezlik bilan qaytma-ilgarilanma harakat bilan ta‘sir etsa, payvandlanayotgan qirralar qalinligi 2,5 baravar katta bo‘lishi mumkin.

2) Katta kesimli elektrodlar bilan payvandlash, payvandlash tirqishiga uzatib bajariladi (12.3- b rasm). Elektrod sifatida 1...1,2 mm qalinlikdagi tasmalar yoki 10...12 mm qalinlikdagi va uzunligi chok uzunligining uch baravariga teng bo‘lgan plastinalar qo‘llanilishi mumkin. Bitta plastinali elektrod bilan 200 mm gacha qalinlikda bo‘lgan metallar payvandlanadi, uchta elektrod bilan esa 800 mm gacha, $v_e = 1,2...3,5$ m/soat bilan payvandlanadi.

Yuqoridagi ikki usul ham nisbatan uncha qalin bo‘lmagan metallarni payvandlashda ishlatiladi. Payvandlash tirqishida mavjud harakatdagi mundshtuklar yoki plastinalar detallar

qirralarida qisqa tutashuvlarga olib kelishi mumkin, bu oʻz navbatida payvandlash jarayoni stabil kechishiga xalaqit beradi. Tok oʻtkazuvchi mundshtuklarning quvurchalari tez yeyilishi payvandlash qurilmalariga xizmat koʻrsatish qiyinlashtiradi va narxi baland boʻlishiga sabab boʻlishi mumkin hamda jarayon stabil kechishiga salbiy taʼsir koʻrsatadi. Plastinali elektrodning uncha katta boʻlmagan uzunligi payvand choklarni uzunligini cheklab qoʻyyadi.



12.3-rasm. Elektr-shlak payvandlash usullari:

a - simli elektrodlar bilan; b - plastinali elektrodlar bilan; d - eriydigan mundshtuk bilan: 1 – elektrod simi; 2 – plastinali elektrod; 3 – eriydigan mundshtuk; 4 – uzatish mexanizmi; 5 – qoliplovchi qurilma; 6 – shlakli vanna; 7 – erigan metall vannasi; 8 – payvandlanayotgan metall.

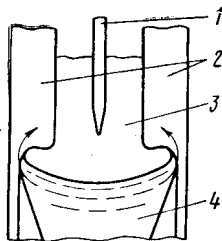
3) Eriydigan mundshtuklar bilan payvandlash. Eriydigan mundshtuklarni payvandlash tirqishida harakatsiz joylashish holatida payvandlashni bajarilishi (12.3- d rasm) koʻrsatilgan. Payvandlash uchun qoʻshimcha ashyo yetmay qolganda payvandlash simidan tayyorlangan 3 mm diametrli elektrod simlarini ingichka quvurchali yoki spiralsimon oʻralgan kanallar orqali uzatish natijasida qoʻshimcha ashyo yetkazib beriladi. Bitta mundshtuk orqali elektrod simini baravariga oltitagacha uzatish mumkin. Bunday mundshtuklar bilan metallarni 500 mm qalinligigacha payvandlash mumkin, ikkita mundshtuklar bilan –

1000 mm gacha, uchta mundshtuklar bilan – 1500 mm gacha bo‘lgan qalinlikda metallar payvandlanadi. Bu usul elektr-shlak payvandlashni oldingi ikki usulining kamchiliklarini bartaraf etib imkoniyatlarini kengaytiradi. Eriydigan mundshtuklar bilan elektr-shlak payvandlashni qo‘llash bilan turli qalinlikda va murakkab kesim shakllarda bo‘lgan metallarni biriktirish mumkin.

12.3. Elektr-shlak payvandlash metallurgiyasi

Chok metalini kimyoviy tarkibi asosan payvandlanayotgan metall va elektrod tarkibi bilan aniqlanadi. Bunda chok shakllanishida ularning ulushi hisoblanadi va payvandlash jarayonida shlak hamda metall orasida reaksiyalar almashuvi natijasida ayrim elementlarning o‘zgarishi ham hisobga olinadi.

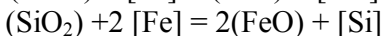
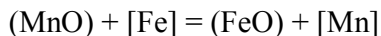
Shlak vannasida mavjud ikki hudud metallurgik reaksiyalar bajarilishiga ta’sir etadi. Yuqori xaroratli hudud eriyotgan elektrod qismida joylashgan. Past haroratli hudud shlak vannaning qolgan qismini tashkil etadi.



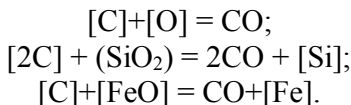
12.4-rasm. Shlak vannasining shakli:

1 – elektrod; 2 – metall qirralari; 3 – shlak vannasi; 4 – metall vannasi.

Yuqori haroratli xududda kremniy va manganesning oksidlaridan qayta tiklanish jarayoni kechadi, past haroratli xududda esa shu elementlarning oksidlanish jarayoni quyidagi reaksiya bo‘yicha kechadi:



Uglerodning oksidlanishi suyuq metall vannada mavjud bo'lgan kislorod hisobiga hamda shlakdagi oksidlar hisobiga kechadi:



Bundan tashqari almashuv reaksiyalarda vodorod, sera, fluor, fosfor va boshqa kimyoviy elementlar ishtiroq etadi. Shuning uchun payvandlash jarayonida shlak vannasi shlak komponentlarining bug'lari hamda metall bilan shlak o'zaro ta'sir oqibatida hosil bo'lgan gazlar havoga ko'tariladi. Bular uglerod oksidlari, fluoridlar oltin gugurt birikmalari va boshqalardir. Bu bug'lar himoya sifatida ta'sir etadi, ya'ni shlak vannasi yaqinida yuqori haroratlarga qizdirilgan elektrod metalini havo ta'siridan himoya qiladi.

12.4. Elektr-shlak payvandlash rejimlari

Metallurgik jarayonlarning jadalligi elektr-shlak payvandlash rejimiga bog'liq. Elektr-shlak payvandlashda payvandlash rejimi: payvandlash vannasi va elektrod hududida kuchlanish U_{pay} , elektrod simini uzatish tezligi v_e , payvandlash toki I_{pay} , payvandlash tezligi v_{pay} , shlak vannasining chukurligi h_s , elektrod simini quruq chiqish (mundshtukdan shlak vannasigacha bo'lgan oraliq) uzunligi l_s , elektrodlar soni n , qirralar orasidagi tirqish b , payvandlanayotgan metal qalinligi s .

Elektr-shlak payvandlashning parametrlarini to'g'ri tanlash va qo'yilgan darajada ushlab turish sifatli payvand birikmani hosil qilishni ta'minlaydi.

Payvandlash toki A qiymatini, quyidagi formula bo'yicha taxminiy hisoblash mumkin:

$$I_{\text{pay}} = (0,022v_c + 90)n + 1,2(v_{\text{pay}} + 0,48 v_u) \delta_p b_p,$$

bunda v_u – plastina uzatish tezligi, sm/s; b_p va δ_p – eni va qalinligi sm. Ushbu formula sim elektrodlar bilan payvandlashda

(ikkinchi qo‘shilayotgan son nolga aylanadi, chunki plastinalar yo‘q) qo‘l keladi va plastinali elektrodlar bilan payvandlashda ham (birinchi qo‘shilayotgan son nolga aylanadi, chunki sim elektrod yo‘q) qo‘l keladi.

Elektrod simini uzatish tezligi:

$$v_c = v_{\text{pay}} F_q / F_e,$$

bunda $F_q = b_s s$, sm^2 ; $\sum F_c = 0,071 n$, sm^2 .

Tajriba shuni ko‘rsatdiki, shlak vannasining chuqurligi h_s va elektrod simining quruq chiqishi l_s kabi rejim elementlari metal qalinligiga bog‘liq emas va quyidagi qiymatga egadirlar:

$h_s = 40\text{--}50$ mm, $l_s = 80\text{--}90$ mm.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Elektr-shlak va yoyli payvandlash jarayonlarning farqi nimada?
2. Qanday elektr-shlak payvandlash usullari mavjud va ularning farqi nimada?
3. Elektr-shlak payvandlash rejimi nima?
4. Elektr-shlak payvandlash rejimiga qanday parametrlar qiradi?

13-MA'RUZA.

ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH (ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH MOHIYATI VA REJIMLARI)

Reja

- 13.1. Detallarni payvandlashga tayyorlash
- 13.2. To'g'ri chiziqli va halqali choklarni elektr-shlak payvandlash texnologiyasi
- 13.3. Texnologik moslama va jihozlar

13.1. Detallarni payvandlashga tayyorlash

Elektr-shlak payvandlash bilan payvandlash imkoni bo'lgan detallar quyidagicha aniqlanadi: payvandlanayotgan qirralarning yon tomon yuzalarini ishlov berish tozaligiga va qirralarning yon yuzalari holatiga qarab aniqlanadi, chunki bu yuzalar bo'yicha chok shaklini yasovchi qoliplar qurilmasi harakatlanadi.

200 mm qalinliqgacha bo'lgan metallarni payvandlash uchun qirralarning yon tomoni yuzalarini gaz bilan kesuvchi mashinalar yordamida tayyorlanadi. Alohida do'ngliklar va chuqurliklarning chegarasi 2–3 mm dan oshmasligi kerak, to'g'ri chiziqli kesishning maksimal og'ishi 4 mm dan ko'p bo'lmasligi kerak. 200 mm dan qalin metallarni payvandlashda hamda halqali choklarda va legirlangan po'latlardan tayyorlanadigan detallarda ko'p hollarda mexanik ishlov berish usuli qo'llaniladi.

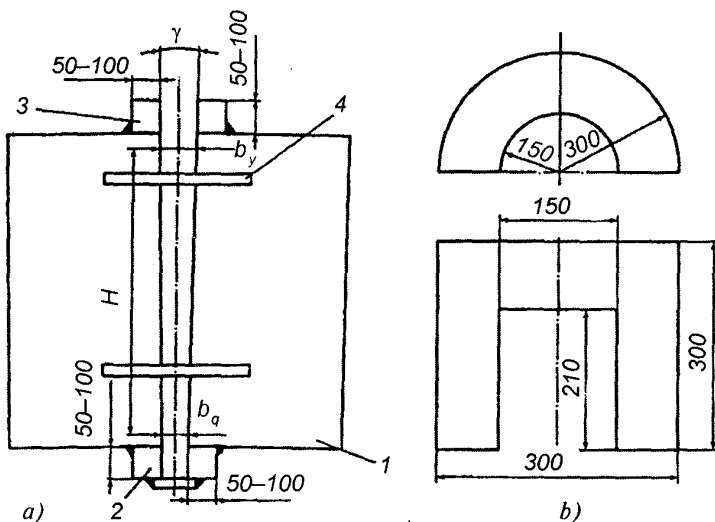
Prokatlardan tayyorlangan detallarning yon tomonlarini zang va metall quyindisidan qayroqtosh bilan tozalanadi. Quyma va shtamplangan detallarni 60–80 mm kenglik bo'yicha Rz80–Rz40 tozalik bo'yicha mexanik ishlov beriladi. Payvandlash uchun harakatlanmaydigan qolipovchi qurilmalar qo'llaniladigan holatlarda quyma detallar yon yuzalariga ishlov berilmaydi.

Uchma-uch birikmalarni yig'ishda qirralarni siljishi 2–3 mm dan oshmasligi kerak. Turli qalinlikdagi detallarni payvandlashda yig'ishdan oldin qalinroq detalning qirrasi tanlanadi yoki ingichka detalning qirrasiga butun birikma uzunligi bo'yicha tekislovchi planka qo'yiladi, uni esa payvandlashdan so'ng randalab olib

tashlanadi. Turli qalinlikdagi detallarni payvandlashda maxsus qadamli polzunlar ishlatiladi. Turli qalinlikdagi detallarni payvandlashda qirralarni siljishi 1–2 mm dan oshmasligi kerak.

Halqali choklar uchun qirralarni biriktirishda ularning siljishi 1 mm dan oshmasligi kerak. Biriktirilayotgan detallarning maksimal diametri ayirmasi $\pm 0,5$ mm dan oshmasligi kerak.

Payvandlashdan oldin yig'ish moslamalarini olib va mahkamlovchi qurilmalar bilan almashtirish kerak. Ushbu qurilmalar sifatida skobalar ishlatiladi, ular birikmani orqa tomonidan payvandlab tutashtirib qo'yiladi. O'ta qalin tunukalarni payvandlashda, payvandlash tezligi past bo'lganda, skobalar o'rniga plastinalarni ishlatasa bo'ladi, ular old tomondan bir tomonli chok bilan payvandlanib va payvandlash jarayonida olib tashlanadi. Fiksatsiyalashuvchi skobalar yoki plastinalar har 500–800 mm oraliqda o'rnatiladi. Plastinalar shunday payvandlanadiki chok 60–80 mm da qirralarning yon tomoni yuzasida tugashi kerak.



13.1-rasm. Payvandlashga detallarni yig'ish:

a – yig'ilagan detallar; b – yig'ish skobalarining shakli; 1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – kirish cho'ntagi; 3 – chiqish cho'ntagi; 4 – yig'ish skobalari; b_y va b_q – yig'ish tirqishlari; H – detallarning birikish uzunligi.

Tayyor payvand birikmalarni aniq o'ldamlarini olish uchun, detallarni payvandlash natijasida biriktirishda hosil bo'ladigan deformatsiyalarni hisobga olib tirqish oralig'i bilan yig'ish zarur.

13.2. To'g'ri chiziqli va halqali choklarni elektr-shlak payvandlash texnologiyasi

To'g'ri chiziqli choklarni elektr-shlak payvandlashda, chok o'qi vertikal holatda joylashgan bo'lishi zarur. Chok boshi 30–40 mm uzunlikda issiqlik jarayoni beqaror bo'lganda butunlay payvandlab bo'lmaydi, chok oxirida esa metallning kristallizatsiyalash shartlari sababli darzlar hosil bo'lishi mumkin. Shuning uchun o'ta qalin metallarni payvandlashda boshlang'ich payvandlash hududiga texnologik planka payvandlanadi. Planka tirqishdan kengroq kesikka ega bo'lishi kerak (chuqurligi 50–70 mm) tepa qismiga esa balandligi 100 mm dan kam bo'lmagan chiqaruvchi plankalar payvandlanadi, bundan maqsad cho'kma g'ovaklarni chikarish uchun mo'ljallangan.

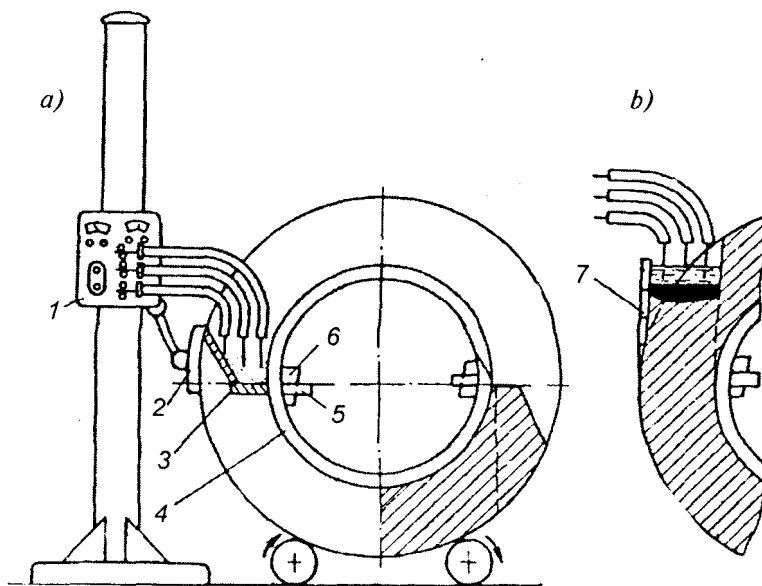
Elektr-shlak payvandlash jarayonini boshlash uchun elektrod bilan texnologik planka orasida yoy qo'zg'atiladi. Yoy qo'zg'atilishi bilan flyus sepiladi, shlak vannasi hosil qilinganidan keyin u yoyni shuntlaydi, va elektr-shlak jarayonga o'tadi.

Birikmalar boshlarida chala erishlarni bartaraf etish uchun texnologik plankada payvandlashda, uncha chuqur bo'lmagan shlak vannasida, pasaytirilgan tokda va ko'paytirilgan kuchlanishda avtomatni siljitmasdan bajariladi. Issiqlik jarayoni barqaror bo'lgandan so'ng va qirralarni erishi bilan shlak vannasining chuqurligi, tok va kuchlanishlar tanlangan payvandlash rejimi chegarasi bo'yicha o'rnatiladi. Chok oxirini chiqish plankalari bilan past toklarda va ko'paytirilgan kuchlanishlarda tugatish lozim.

Halqali choklarni sim elektrodlar bilan elektr-shlak payvandlash to'g'ri choklarga nisbatan murakkabroqdir. Halqali choklarni asosiy qiyinchiligi halqali chokning boshi va oxirida tutashuv vujudga kelishidadir. Halqali choklarni yig'ish, to'g'ri

chiziqli choklarni yig'ish kabi skobalar bilan buyumning ichki tarafidan o'rnatiladi.

Payvandlash maxsus apparatlar bilan rolikli stendlarda bajariladi. Yuza tarafidan chok shakllanishi payvandlash apparati (1) da mahkamlangan misdan yasalgan sovituvchi polzunlar (2) bilan bajariladi (13.2- a rasm). Chokning teskari tarafi misdan yasalgan sovutuvchi halqa (4) bilan bajariladi. Halqa ponalar (6) bilan qisilgan, yig'ish skobasi (5) va halqa orasiga urib kirgiziladi.



13.2-rasm. Halqa choklarni elektr-shlak payvandlash:
a – payvandlash boshlanishi; b – halqali choklarni tutashuvi.

Ba'zan maxsus qurilma yordamida buyum qirralariga siqilgan sovituvchi polzun bilan chok orqasi shakllantiriladi. Payvandlashda texnologik plankani qo'llash imkoni bo'lmaydi, shuning uchun payvandlashni qirralar orasidagi tirqishga o'rnatilgan planka (3) dan boshlash kerak bo'ladi. Lekin chokning bu hududi payvandlashdan so'ng nuqsonli bo'ladi, shuning uchun gaz keskich bilan unga shunday shakl beradiki, chokning boshi va oxiri tutashganda chokning boshi vertikal devor sifatida bo'lishi kerak.

Qirralarga ishlov berish bo'yicha ish hajmini kamaytirish uchun halqali choklarni payvandlash ikki plankaning orasidagi tirqishdan boshlanadi. Avval tirqishda bitta elektrod bilan payvandlash olib boriladi, so'ng tirqish eni kattalashishi sari boshqa elektrodlar ham qiritiladi.

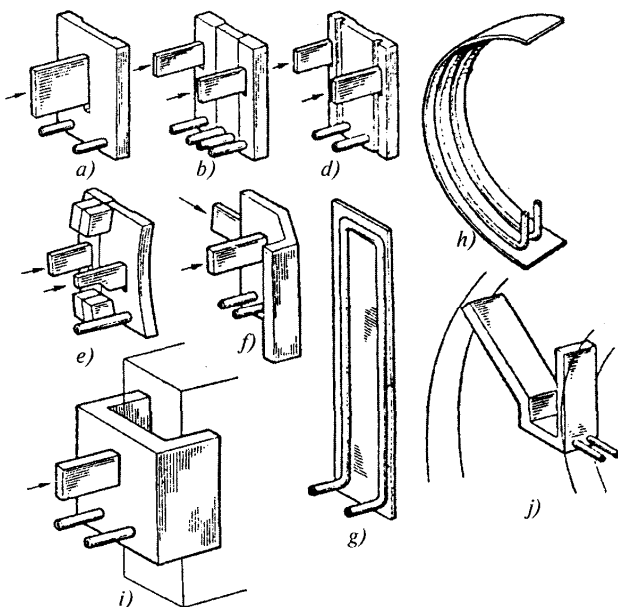
Tirqish payvandlash apparati vertikal holatda siljishi va buyum turg'un joylashgan holatda payvandlanadi. Plankalar orasidagi tirqish butunlay payvandlanib bo'lgandan so'ng buyumni aylantirish mumkin. Buyum aylantirilayotganda payvandlash apparatining vertikal harakati to'xtatilishi kerak.

Chok boshi vertikal holatga kelgandan keyin, unga suv bilan sovituvchi misdan yasalgan polzun (7) o'rnatiladi. Buyum aylanishi to'xtatiladi va halqali chokning oxirini payvandlash uchun payvandlash apparatini vertikal holatda ko'tarib payvandlanadi. Chok boshi va oxiri tutashuvlari murakkabligi, devor qalinligini halqa diametriga nisbatan qaraladi.

13.3. Texnologik moslama va jihozlar

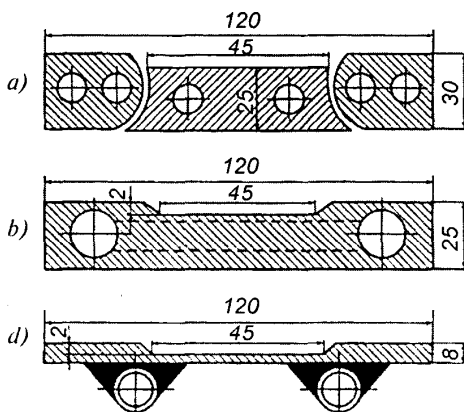
Chok tashqi yuzasini shaklga keltirish uchun misdan tayyorlangan suv bilan sovituvchi polzunlar yoki qo'zg'almas qoplamalar ishlatiladi (13.3 - va 13.4 - rasmlar).

Simli elektrodlar bilan elektr-shlak payvandlashda polzunlar ishlatiladi, ularni payvandlash apparatlarning ostmalariga o'rnatiladi. Eriydigan mundshtuk va plastinali elektrodlar bilan elektr-shlak payvandlashda almashtiruvchi qoplamalar ishlatiladi. Misli qoplamalarni payvandlash qirralariga elektrmagnit yoki ponalar yordamida qisib o'rnatiladi va qalinligi 10...15 mm li tunukalardan tayyorlangan G-simon plankalarni buyumga har 250...400mm oralig'da birikma tutashuvi bo'ylab payvandlash ham mumkin



13.3-rasm. Elektr-shlak payvandlash uchun harakatlanuvchi va qo'zg'almas shakllantiruvchi qurilmalar (polzun):

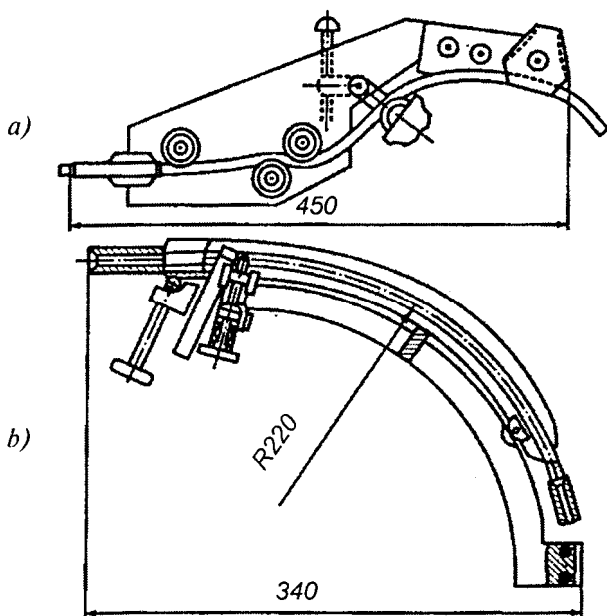
a – qattiq; b – sharnirli; d – ustkesma; e – tarkibiy; f – burchak birikmalar uchun; g, h – egiluvchan tagliklar; i, j – erigan qatlam uchun.



13.4-rasm. Misdan tayyorlangan suv bilan sovituvchi shakllantiruvchi qurilmalarning ko'ndalang kesimi:

a – sharnirli polzun; b – qattiq polzun; d – almashtiruvchi qoplama.

Sim bilan elektr-shlak payvandlashda payvandlash apparatining eng ma'suliyatli elementi mundshtuk hisoblanadi. Mundshtuk yordamida payvandlash simiga tok uzatiladi va shlak vannasiga elektrod simining yo'nalishini to'g'rilab beradi. Ikki konstruksiyali mundshtuklar mavjud: rolikli va quvurchali (13.5-rasm).



13.5-rasm. Simli elektrodlar bilan elektr-shlak payvandlash uchun mundshtuklarning chizmasi:

a – rolikli; b – quvurchali.

Rolikli mundshtuklar qalinligi 150 mm gacha bo'lgan metallarni payvandlash uchun ishlatiladi. Quvurchali mundshtuklar tirqishda elektrod simi holatini yanada aniqroq rostlash imkonini beradi, bu esa qirralarni bir tekis payvandlanishini ta'minlaydi.

Mundshtuklarning mavjud konstruksiyalari yo'naltiruvchi quvurchalarning davomiy turg'unligini ta'minlay olmaydi, intensiv yeyilish jarayoni kechadi. Yo'naltiruvchi quvurchaning uchligi 8...12 soat ishlagandan so'ng sim bilan kesib tashlanadi, shuning

uchun mundshtukni almashtirish zarur bo'ladi. Uchma-uch birikmalarni ancha muddat davomida payvandlashda, odatda, ikki payvandlash apparati qo'llaniladi. Mundshtuklarning yeyilishi kritik holatga kelganda birikmadan birinchi apparat o'chiriladi va chetga olinadi. Shlak vanna suyuq holatini yo'qotmasdan turib zudlik bilan ikkinchi apparat ishga tushiriladi va payvandlash jarayoni davom ettiladi.

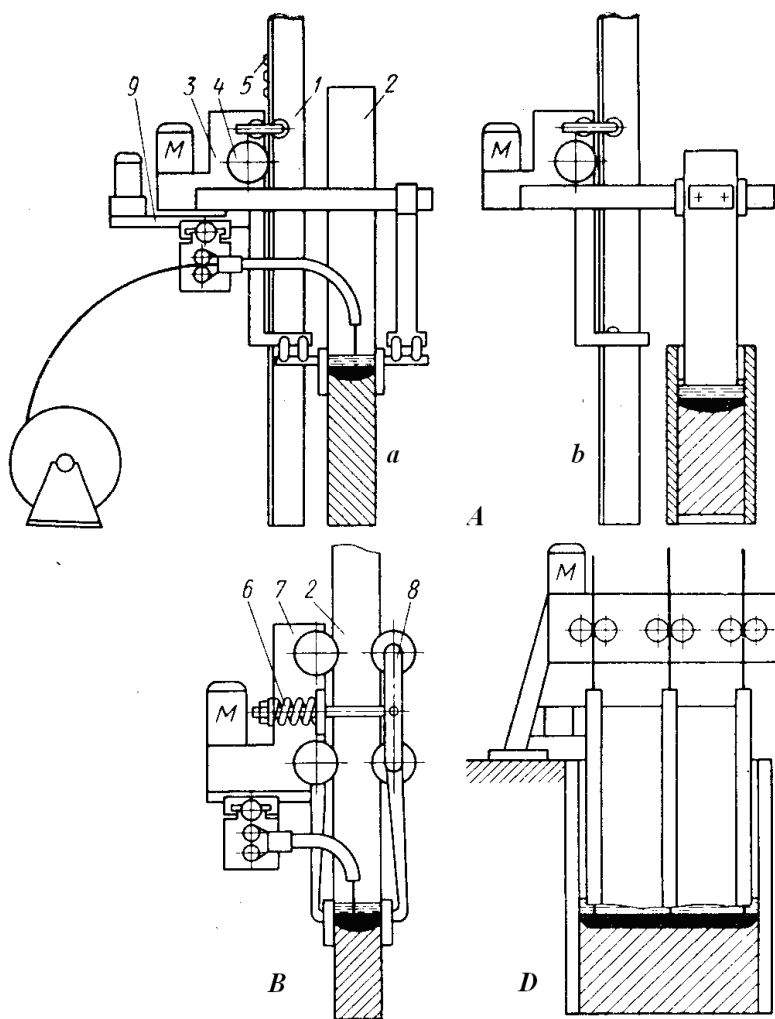
Elektr-shlak payvandlash jarayonining puxtaligi va sifatli birikma hosil qilishiga elektrod simi yuzasini tozaligi hamda uni g'altakka bir tekis o'ralishi ta'sir etadi.

Simni tozalash va o'rashni, odatda, bitta qurilmada bajariladi.

Kalavadan sim flyus bilan to'ldirilgan quvurcha orqali o'tib elektr yuritma yordamida g'altakka o'raladi. Lekin sim yuzasini flyus yordamida sovun-grafitli moy surkash bilan tozalash ishonchli emas, shuning uchun simni o'rash gidravlik yuritma bilan maxsus dastgohlarda abraziv tozalashni qo'llash avvalroqdir.

Elektr-shlak payvandlashda boshqa muhim omil bo'lib shakllantiruvchi qurilmalarga stabil ravishda suvni yetkazishdir. Suv shakllantiruvchi qurilmalarni sovitish uchun avtonom suv ta'minot tizimidan yoki sex magistralidan uzatiladi. Har bir qurilma uchun suv sarfi 15...25 l/daq tashkil etadi. Suv bosimi 0,2...0,3 MPa. 0 dan past haroratlarda antifriz bilan sovutuvchi avtonom uskunalar qo'llaniladi.

Elektr-shlak payvandlash uchun qo'llaniladigan elektrod turlariga nisbatan elektr-shlak payvandlash apparatlari ajratiladi: simli elektrod bilan, plastinali elektrod bilan va tasmali elektrodlar bilan hamda eriydigan mundshtuklar bilan. Elektrodlar soni va ta'minlash manbayiga ulash usuliga nisbatan payvandlash apparatlari bir yoki ko'p elektrodli, bir fazali yoki uch fazali bo'lishi mumkin. Payvandlash qirralari bo'ylab harakatlanadigan qurilmalar turlariga qarab payvandlash apparatlari o'zi yurar (relslı va relssız) va osma turlariga ajraladi (13.6-rasm).



13.6-rasm. *Elektr shlak usulda payvandlash uchun apparatlar:*

A – simli elektrod bilan payvandlash uchun relsli apparatlar (a) yoki plastina simon elektrod bilan payvandlash uchun apparatlar (b); B – Relssiz; D – Eriydigan mundahtuk bilan payvandlash uchun ostma apparat:

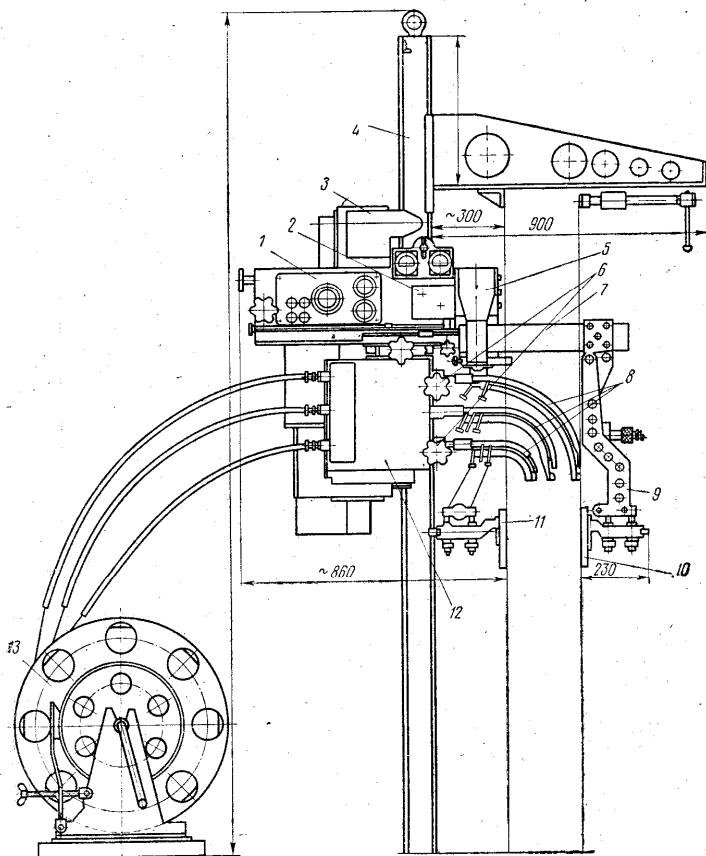
1 – rels yo‘li; 2 – payvandlanayotgan detallar; 3, 7 va 8 – apparat aravachasi; 4 – harakatlantiruvchi shesternya; 5 – rels reykas; 6 – prujina.

Chok shaklini majburiy shakllantirish usuliga nisbatan payvandlash apparatlari sirpanuvchi polzunlar bilan yoki almashtiruvchi qoplamalar bilan bo'ladi. Masalan, A-535 turdagi relsli payvandlash apparati (13.7 - rasm) chok hosil bo'lishiga qarab shakllantiruvchi polzunlarni vertikal siljishini ta'minlaydi va payvandlash vannasida elektrodning ko'ndalang harakatini ta'minlaydi. Ushbu rusumli payvandlash apparatlarini simli va plastinali elektrodlar bilan to'g'ri chiziqli va halqali choklarni uchma-uch va burchak birikmalar hosil qilish uchun qo'llaniladi. A-535 rusumli payvandlash apparati asosida AIII-112 avtomati ishlab chiqildi. Bu avtomatda sim uzatishning uchta yakka yuritmalari mavjud. Avtomat payvandlash jarayonida elektrod simini quruq chiqish (mundshtukdan shlak vannasigacha bo'lgan oraliq) uzunligini mexanizatsiyalashgan o'zgartirishni ta'minlaydi. AIII-112 avtomati elektron programmator bilan mikroprosessor bazasida payvandlash rejimini avtomatik nazorat qilish tizimiga egadir hamda payvandlash vannasining sathini aniqlash indikatoriga ega.

Relsiz payvandlash apparatlari payvandlanayotgan buyumlar yuzalarida bir yoki ikki qirralar bo'yicha bevosita harakatlanadi.

To'g'ri chiziqli choklarni payvandlash uchun A-612 rusumli bir elektrodli payvandlash apparati payvandlanayotgan birikmaning ikki tomonida joylashgan ikki aravachadan iborat. Aravachani tortqi orqali prujinali qurilma bilan buyumga tortiladi. Aravachalarga polzunlar osilgan. Oldingi aravacha - yurituvchidir. Unda elektrod simlarini uzatish mexanizmi, ko'ndalang tebranishlar mexanizmi va boshqaruv pulti qotirilgan.

A-550Y rusumli avtomat katta kesimli plastinali elektrod bilan payvandlash uchun mo'ljallangan. Elektrod vintli mexanizm supporti bilan bog'langan qisqichga birlashtiriladi. Elektrod erishiga nisbatan kronshteyn qisqich bilan pastga tushiriladi. Qisqich payvandlash uchun tok uzatuvchi sifatida xizmat qiladi.

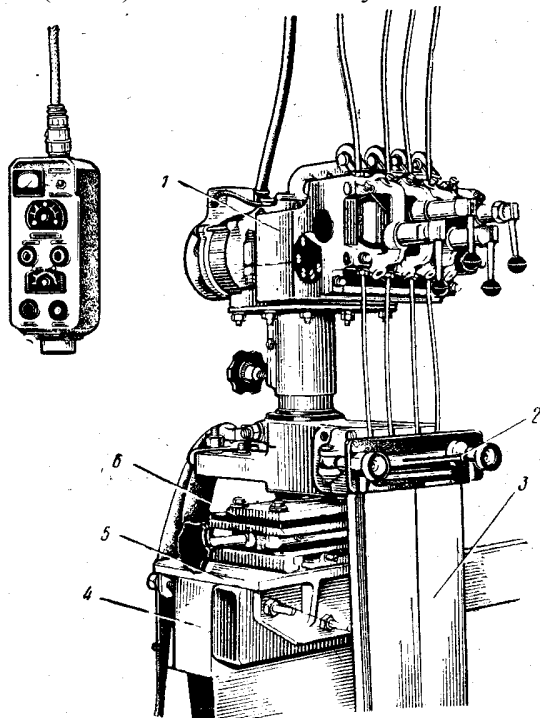


13.7-rasm. A-535 universal relsli apparat:

1 – boshqaruv pulti; 2 – tebranish mexanizmi; 3 – xarakatlanuvchi aravacha; 4 – rels; 5 – bunker; 6 – mundahtuklarning holatini to'g'rilovchi korrektor; 7 – planka; 8 – mundahtuklar; 9 – tortqi; 10, 11 – polzunlar; 12 – kallak; 13 – g'altak.

Eriydigan mundahtuklar bilan elektr-shlak payvandlash uchun apparatlar bir yoki bir nechta simlarni uzatish mexanizmidan va eriyotgan mundahtukka tok uzatuvchi qurilmadan iborat. Ular uchma-uch birikmalarni turli kesim shakllarini payvandlash uchun mo'ljallangan. Apparatlar payvandlanayotgan buyumning tepa qirrasida bevosita mahkamlanadi yoki birikma tepasiga osilib

qo'yiladi. A-645 rusumli apparatning uzatish mexanizmlari 3mm diametrli oltita simni uzatishni ta'minlaydi, A-1304 rusumli apparati – to'rtta (13.8-rasm) hamda AIIIХ-113 rusumli apparati esa – uchta simni (3 mm) uzatishni ta'minlaydi.



13.8-rasm. Eriydigan mundshtuk bilan elektr-shlak payvandlash uchun A-1304 avtomati:

1 – uzatish mexanizmi; 2 – tok uzatuvchi; 3 – mundshtuk; 4 – payvandlanayotgan buyum; 5 – qisqich; 6 – supportlar.

Elektr-shlak apparatlari o'zgaruvchan tok ta'minlash manbalari bilan mujassamlanadi: bir fazali transformatorlar bilan TИIC-1000-1, TИIC-3000-1, TИIC-10000-1, TPMK-3000-1 va uch fazali transformatorlar bilan TИIC-1000-3, TИIC-3000-3. O'zgarmas tokda elektr-shlak payvandlash uchun qattiq tashqi voltamperli tavsifi bilan o'zgartirgichlar va to'g'rilagichlar qo'llaniladi.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. To‘g‘ri chiziqli va halqali choklarni elektr-shlak payvandlash texnologik avzalliklari qanday?
2. Elektrshlak usulda payvandlashda qanday jihozlar qo‘llaniladi?

14-MA’RUZA. LAZERLI PAYVANDLASH

Reja

- 14.1. Lazerli payvandlash mohiyati
- 14.2. Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi.
- 14.3. Lazerli payvandlash uchun jihozlar

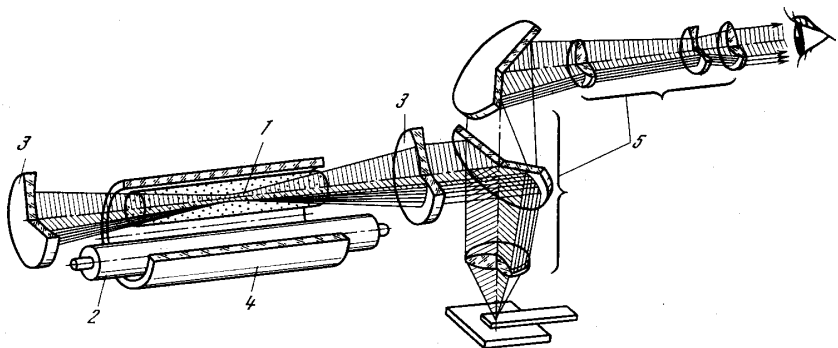
14.1. Lazerli payvandlash mohiyati

Lazerli payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo‘lib, bunda detalni qizdirish uchun lazer nurlanish energiyasi qo‘llaniladi.

XX asrning 60-yillarida fiziklar N.G. Basov va A.M. Proxorov va amerikalik fizik Ch. Taunslarning ishlari asosida optik kvant generatorlar yoki lazerlar ishlab chiqildi. Birinchi bo‘lib metallarni lazerli payvandlash ma’lumotlari 1962-yilga tegishli. 1964–1966-yillarda rubinli qattiq jismli lazerlar ishlab chiqilgandan so‘ng, lazer qurilmalari ishlab chiqildi.

Lazerli payvandlashda issiqliq manbayi sifatida, maxsus qurilmadan olinadigan texnologik lazer deb ataluvchi kuchli konsentratlashgan yorug‘lik nuri ishlatiladi.

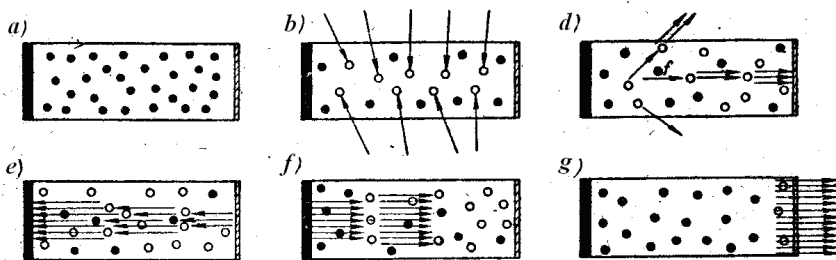
Qattiq jismli texnologik lazer – bu silindrik o‘zak shaklidagi rubin kristall; yaltiratib kumushlangan yuzalari optik nur qaytargichlar bo‘lib hisoblanadi. O‘zakning chiqib turuvchi qismi yorug‘lik nurlari uchun qisman shofof. Pushti rangli rubin Al_2O_3 , xrom atomlari tashkil etadi, ularning har birini uchta energetik darajasi mavjud.



14.1-rasm. *Lazerli payvandlash chizmasi:*

1 – faol muhit o‘zagi; 2 – damlash lampasi; 3 – rezonator ko‘zgulari; 4 – yoritgichning ko‘zguli silindri; 5 – payvandlanayotgan detalning fokuslash tizimi va payvandlash jarayonini nazorat qilish.

Nurlanuvchi trubkaning ksenon lampa chaqnashida xrom atomlari yonib yuqori energetik darajasi bilan tavsiflanadi. Taxminan 0,05 mikro daqiqadan keyin qizil rangli fotonlarni tartibsiz nurlatib uyg‘ongan atomlarning bir qismi avvalgi energetik holatiga qaytadi. Kristall bo‘ylab nurlayotgan bu fotonlarning ayrim qismlari, yangi fotonlarning nurlanishini qo‘zg‘atadi. Boshqa yo‘nalish bo‘ylab tushayotgan fotonlar yon tekisliklar orqali kristallni tark etadi. Qizil fotonlar oqimi kristall o‘zagi bo‘ylab oshib boradi. Ular navbatma navbat shishali yon tomonlar chegarasida aks etadi, toki ularning tezligi kristallning yarim shafof yon tekisligi chegarasidan o‘tib tashqariga chiqishga yetarli bo‘lmagancha. Natijada kristallning chiqish tomonidan kogerent monoxromatik nurlanish ko‘rinishida qizil yorug‘lik oqimi nurlanadi (14.2-rasm).



14.2-rasm. Tashqi qo'zg'atish ta'sirida rubin kristalida fotonlar sharrasini ko'chkisimon o'sishi sxemasi.

14.2. Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi

Texnologik lazerlar quyidagi jihatlariga ko'ra klassifikatsiyalandi:

1) nurlanish to'liqini uzunligi bo'yicha:

a) 740 nm dan (qizil nur) 400 nm gacha (binavsha nur) – elektromagnit spektrning ko'rinadigan qismi hududi;

b) 740 nm kam – radio chastota yoki infra qizil hududlar;

2) ta'sir uzluksizligi bo'yicha:

a) impulsli – davriy;

b) uzluksiz;

3) agregat holati bo'yicha:

a) qattiq jismli:

– sun'iy rubindan yasalgan o'zak ko'rinishidagi faol elementi bilan, $\lambda = 0,69$ mkm to'liqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish, impuls chastotasi $F_i = 10$ Hz va elektr optik FIK taxminan 3%;

– neodim aralashgan shishadan tayyorlangan o'zak ko'rinishidagi faol elementi bilan, $\lambda = 1,06$ mkm to'liqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish, impuls chastotasi $F_i = 0,05$ –50 kHz;

– neodim qo'shimchasi qo'shilgan ittriy-aluminiyli granata o'zak ko'rinishidagi faol elementi bilan, $\lambda = 1,06$ mkm to'liqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish

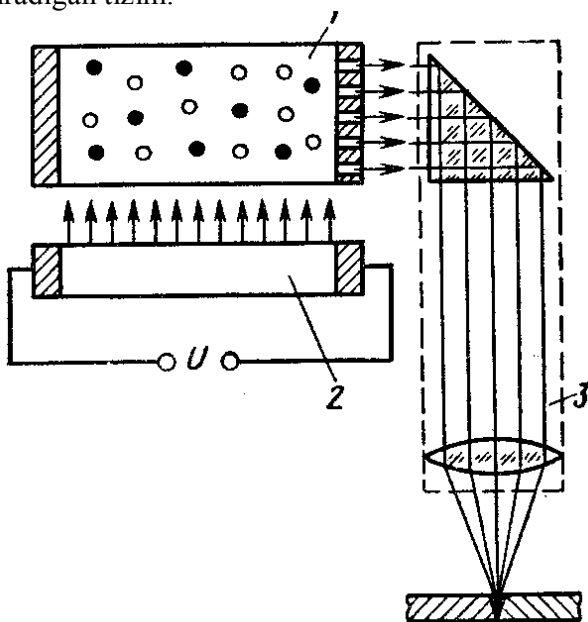
b) gazli

- ishchi jismi karbonat angidrid gazi, 2,66–13,3 kPa, bosimda azot va geliy qo'shimchasi bilan, $\lambda = 10,6$ mkm to'liqin uzunligiga

impulsli-davriy to'xtovsiz nurlanish, elektr optik FIK 5–15% tashkil etadi. Ishchi jismni qo'zg'atish elektr razryad yordamida bajariladi. Azot va geliy karbonat angidrid gazining molekulasini energiyasini qo'zg'atishni ta'minlaydi hamda razryadni yaxshi yonishini ta'minlaydi.

14.3. Lazerli payvandlash uchun jihozlar

Lazerli payvandlash uchun jihozlar quyidagilardan iborat; texnologik lazerdan, nurni transportirorvkalash va fokuslash tizimi, buyumni gazli himoya qilish tizimi, nur va buyumni nisbatan harakatlantiradigan tizim.

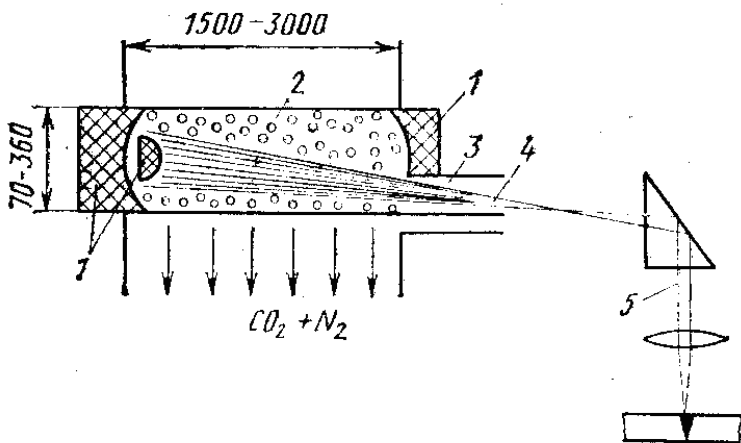


14.3-rasm. Qattiq jisimli lazer bilan lazerli payvandlash uchun qurilmaning ko'rinishi:

1 – ishchi jism; 2 – damlash lampasi; 3 – optik tizim.

Texnologik lazer «ishchi jism»dan, «damlash» tizimidan va sovutish tizimidan iboratdir.

Nurni transportirovkalash va fokuslash tizimi himoya nur o'tkazgichlardan, nurni sindiruvchi ko'zgudan va fokuslovchi qurilmadan tashkil topgan. Nurni sindiruvchi ko'zgu nur yo'nalishini o'zgartirib, ishlov berilayotgan hududga yo'naltiradi. Qattiq jisimli lazerlar uchun shu maqsad uchun to'liq ichki aks ta'sirni bajarish uchun prizmalar va ko'p qatlamli dielektrik qoplamali interferension ko'zgular qo'llaniladi. Gazsimon lazerlar uchun suv bilan sovutiladigan misdan yasalgan ko'zgular ishlatiladi.



14.4-rasm. *Gazsimon lazer bilan lazerli payvandlash uchun qurilmaning ko'rinishi:*

1 – sferik ko'zgular; 2 – rezonator bo'shlig'i; 3 – chiqish naychasi; 4 – lazer nuri; 5 – lazer nurining sinishi.

Fokuslovchi qurilma – tubus, ishlov berilayotgan yuzaga nisbatan harakatlanish imkoniyati mavjud qilib o'rnatilgan, unda optik shishadan yasalgan linza o'rnatilgan, bu qattiq jisimli lazerlar uchundir. Iterferension yorituvchi qoplamali kaliy xloridi yoki sink selenidi CO_2 lazerlar uchun. Buyumlarni ishlov berish vaqtida ulardan ajralib chiqayotgan zararli mahsulotlardan linzalarni himoyalash uchun shtorka qo'llaniladi, shtorka tozalangan quritilgan havodan hosil bo'lgan.

Gazli himoya tizimi payvand chok metalining oksidlanishining oldini olish uchun mo'ljallangan hamda chok o'zagini himoyalaydi. Lazerli payvandlashda hosil bo'ladigan erigan metall sachrashlarini ajralayotgan bug'larni lazer nuridan boshqa tarafga tarqatish uchun soplolarning turli xil konstruksiyalari ishlab chiqilgan.

Nur va buyumni nisbatan harakatlantiradigan tizim detal harakatlanishi hisobiga amalga oshiriladi, detailni esa manipulyator harakatga keltiradi. Harakatlanish tezligi 40 – 400 m/soatni tashkil etadi. Massivli yirik gabaritli buyumlarni payvandlashda nurni harakatlantirish maxsus siljuvchi harakatlanuvchi ko'zgular yordamida amalga oshiriladi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Lazerli payvandlashning asosiy avzalik va kamchiliklarini aytib bering.
2. Texnologik lazerlarni qaysi jihatlariga ko'ra ajratish mumkin?
3. Lazerli payvandlash uchun jihozlar komplektiga nimalar kiradi?

15-MA'RUZA.

ELEKTRON-NURLI PAYVANDLASH

Reja

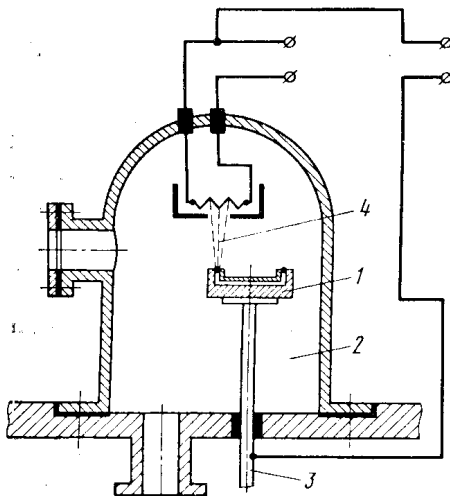
- 15.1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati
- 15.2. Elektron nurli payvandlashda qo'llaniladigan jihozlar

15.1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati

Elektron-nurli payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo'lib, bunda metall qizishi elektr maydon ta'sirida tez harakatlanuvchi elektron nurlar oqimi natijasida qiziydi. Elektronlar buyum yuzasiga tegib o'zining kinetik energiyasini

berib issiqliq energiyasiga aylanadi va metallni $5000-6000^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiradi. Ushbu jarayon, odatda, germetik yopiq kamerada bajariladi (vakuum ushlanib turilishi kerak). Elektron nur yordamida payvandlashda tanovarlar qalinligi 0,01 dan 100 mm va bundan ham qalinroq bo'lishi mumkin.

1879-yilda Kruks katodli nurlar yordamida platinani qizdirishni ko'rsatdi. Tompson katod nurlari elektr zaryadlangan zarralarni tashkil etishini aniqladi. Milliken 1905 – 1917-yillarda elektronlarni o'ziga xos tabiyatini va zaryadini aniqladi hamda isbotladi. Elektron-nurli payvandlash texnika va texnologiyasini D.A Stor nomi bilan bog'liq, u fransuz atom energiyasi komissiyasida ishlab o'zining tadqiqot natijalarini 1957-yilda chop etdi.



15.1-rasm. Elektron-nurli payvandlash sxemasi:

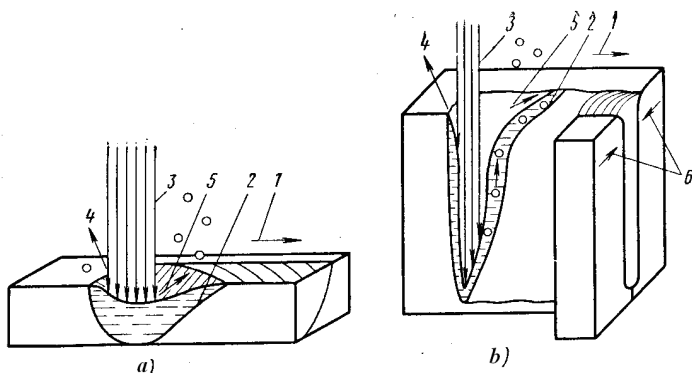
1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – kamera; 3 – siljuvchi mexanizm; 4 – elektronnur.

Elektron nurli payvandlash jarayoni, odatda, germetik yopiq kamerada bajariladi, ushbu kamerada vakuum $10^{-1}-10^{-3}\text{Pa}$ ni tashkil etadi. Vakuum elektronlarning erkin harakati uchun, ionizatsiya jarayonidagi gazsimon molekulalar bilan to'qnashishini

kamaytirish uchun juda muhimdir. Hamda vakuum eritib qoplanayotgan metallning tozaligini ta'minlash uchun, uni oksidlanishi va azotlanishining oldini olish uchun undagi bug'langan gazlarning miqdorini kamaytirish uchun ham muhim rol o'ynadi. Vakuum, to'xtovsiz ishlatiladigan vakuum nasoslari yordamida ta'minlanadi. Elektronlar manbai sifatida nakallanayotgan katod xizmat qiladi, katod esa past voltli transformatoridan manbalanadi. Elektronlar past voltli transformatoridan yuqori kuchlanishlarga 10–100 kV aylanadi, odatda, 30 kV kuchlanish qo'llaniladi, chunki yanada yuqori kuchlanishlarda rentgen nurlari hus himoya talab etiladi.

Taxminan 99% li yuqori vakuumda, yuqori tezlik bilan harakatlanayotgan elektronlar bilan metallni yoki boshqa bir materialni intensiv ravishda bombardirovka qilinsa, uning kinetik energiyasi issiqlik energiyasiga o'tadi va buyumni qizdirishga sarf bo'ladi.

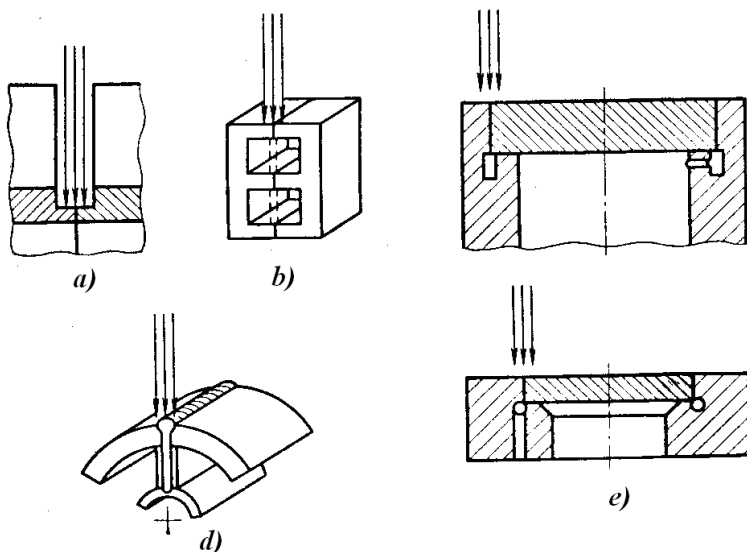
Yupqa tunukali metallni payvandlash ($s \leq 1-3$ mm), odatda, fokusi yoyilgan elektronlar to'dasi bilan bajariladi (15.2- a rasm). Qalin tunukali metallarni payvandlashda uchqir fokuslangan elektronlar to'dasi yordamida bajariladi (15.2- b rasm).



15.2-rasm. Elektron nurlari payvandlashning sxematik ko'rinishi:

a – yupqa metallarni payvandlashda, b – qalin metallarni payvandlashda:

1 – buyumni harakatlanish yo'nalishi; 2 – kristallizatsiyalanish fronti; 3 – elektronlar to'dasi; 4 – metallning bug'lanish yo'nialishi; 5 – payvandlash vannasining yuqori qismida metallni tashqariga chiqarish yo'nalishi; 6 – payvand chokning ko'ndalang cho'kishi.



15.3-rasm. Elektron nurli payvandlashda ayrim birikmalarning turlari:

a – payvandlash qiyin bo‘lgan joylarni payvandlash; b – nur bilan kesib o‘tib bir o‘tishli payvandlash; d – mustahkamlikni ta’min etuvchi qovurg‘a orqali payvandlash; e – to‘siqlarni payvandlash.

Elektron nurli payvandlashning avzalliklari:

1) Elektron nurli payvandlash uchun energiyaning yuqori konsentratsiyasi talab etiladi, shuning uchun boshqa usullarga nisbatan sarf bo‘layotgan issiqlik miqdori o‘n marta kam sarf bo‘ladi.

2) Elektron nurli payvandlashda erigan metall xududi cho‘ziq pona ko‘rinishida bo‘ladi, erish chuqurligi eniga nisbatan 26:1 qiymatlarda bo‘lishi mumkin. Bu xodisa xanjarli eritish deb ataladi.

3) Chokka atrof -muhitdan tushadigan qirlardan holi.

4) Turli xil qalinlikda bo‘lgan har xil metallarni payvandlash imkoniyatiga ega.

15.2. Elektron nurli payvandlashda qo‘llaniladigan jihozlar

Elektron nurni shakllantirish va fokuslash uchun kompleks qurilmalarni elektron payvandlash zambaragi deb ataladi.

Ayrim payvandlash zambaraklarni texnik tavsifi 15.1-jadvalda keltirilgan.

15.1-jadval

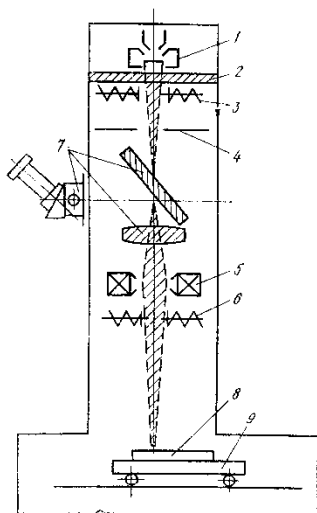
Elektron payvandlash zambaraklarning texnik tavsifi

Parametrlari	ПЛ-100	ПЛ-101	ПЛ-101-01	У-858
Kuchlanish, kV	60	12	12	120
Zarbaning tok kuchi, A	1	0,25	0,002	1
Sarfalanadigan quvvat, kVA	60	3	0,18	120

Elektronlarni emissiyalash uchun qurilma 1 quyidagilardan tashkil topgan; halqa simon shakllantiruvchi elektrodga biriktirilgan volframli katoddan (Venelta silindri) va uning ostida markaziy tirqishga ega bo‘lgan diskli anod joylashgan.

Katodni qizdirish natijasida uning yuzasidan elektronlar nurlanadi, bu elektronlar qurilmaning elektrodi yordamida bir nuqtaga shakllanadi, elektrod katod orqasida joylashgan. Katod va anod orasidagi potentsiallarning yuqori ayirmasi oqibatida vujudga kelgan elektr maydon ta’sirida aniq yo‘nalish bo‘yicha tezlashadi.

Uzluksiz rostlanuvchi tok bilan ta’minlanayotgan g‘altaklarning magnit maydoni (3), nurni g‘altak o‘qi bo‘ylab yo‘naltiradi. Diafragma (4) nurni energetik kam effektiv bo‘lgan atrof hududlarini kesib tashlaydi, magnit linza (5) esa ishlov berilayotgan buyum yuzasida dumaloq nuqtaga fokuslaydi. Elektron nur yordamida payvandlash va termik ishlov berish uchun zamonaviy qurilmalarda, elektron nur diametri 0,001 sm dan kam bo‘lgan yuzaga fokuslaydi.



15.4 - rasm. Elektron nurli qurilmaning ko'rinishi:

1 – volframli katod; 2 – diskli anod; 3 – o'zak bo'ylab elektron-nurni fokuslovchi g'altaklar; 4 – nurning energetik kam effektivli cheka maydonlari; 5 – detal yuzasida dumaloq dog' fokuslovchi nur magnit linzasi; 6 – detal yuzasi bo'yicha siljувchi nur og'ish g'altagi; 7 – payvandlash jarayonini kuzatuvchi tizim; 8 – payvandlanuvchi detallar; 9 – detallarni siljituvchi va fiksasiyalovchi stol.

Og'uvchi g'altaklar (6) yordamida vakuum kamerasiga joylashtirilgan ishlov berilayotgan buyum yuzasi bo'ylab nurni harakatlantirsa bo'ladi. Ko'zgu, o'q bo'ylab tirqishga ega bo'lgan obyektiv va mikroskopdan iborat optik tizim (7), payvandlash jarayonini bir necha bor yiriklashtirilgan holda nazorat qilish imkonini beradi, Ishlov berilayotgan buyum (8), stolga (9) joylashtiriladi va bir xil tezlikda harakatlantiriladi.

Elektron nurli qurilmaning muhim qismi kamera hisoblanadi, chunki payvandlash ishi shu joyda bajariladi. Kameraning konstruksiyasi va o'lchamlari qurilmaning mo'ljallanishiga bog'liq. Universal payvandlash kameralar nisbatan uncha katta bo'lmagan hajmga egadir va ular quvur hamda tunuka metallarni payvandlash uchun uzatuvchi qurilmalar bilan jihozlangandir. Ushbu qurilmalar bir tekis ravon rostlanishi, ishchi stolining bir tekis tezlikda turg'un

harakatlanishi hamda quvur uzatmalarni pavandlashda quvurlarni gorizonta va vertika tekisliklarda bemaol harakatlanishini ta'min etishi kerak. Ayrim kameralarda elektron zambarakni gorizonta va vertika yo'nalish bo'ylab harakatlanishi inobatga olingan.

Kamerasiga payvandlanayotgan buyumni joylash vakuum holatini buzib yoki uzluksiz ravishda shlyuz kameralar orqali joylashtirish mumkin.

Katod va anod orasidagi kuchlanish qiymatiga nisbatan ikki tur elektron nurli zambarak farqlanadi: past voltli kuchlanish tezligi 10÷30 kV va yuqori voltli kuchlanish tezligi 150 kV gacha. Elektron nurli payvandlash uchun qurilmalarda elektron nurning toki katta emas, tok bir necha milliamperdan bir ampergacha bo'ladi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Elektron nurli payvandlashning vakuum kamerasida bajarishning sababi nima?

2. Nima uchun kuchlanish, tezlashuvchi elektronlar 30 kV bilan cheklanadi?

16 - MA'RUZA. ERITIB QOPLASH TEXNOLOGIYASI

Reja

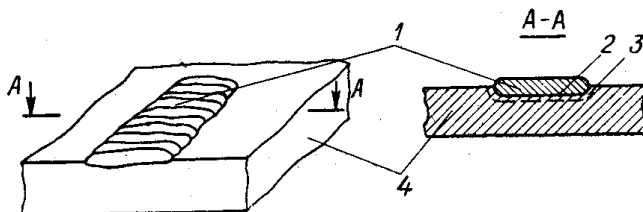
16.1. Eritib qoplash jarayonlarining usullari tasnifi

16.2. Eritib qoplanadigan materiallar

16.3. Eritib qoplash texnikasi

16.1. Eritib qoplash jarayonlarining usullari tasnifi

Buyumning o'lchamlarini o'zgartirish yoki unga maxsus xossalalar (qattqlik, korroziyaga qarshi chidamlilik, yeyilishga chidamlilik va h. k.) berish uchun uning sirtida metall qatlamini eritish jarayoniga *eritib qoplash* deb ataladi.



16.1-rasm. *Detalni eritib qoplash ko‘rinishi:*

1 – eritib qoplanayotgan qatlam; 2 – erish zonasi; 3 – termik ta’sir zonasi; 4 – asosiy metal.

Detallarga qattiq qotishmalar eritib qoplansa, ular yanada qattiq va yoyilishga chidamli bo‘ladi. Eritib qoplash natijasida qimmat va noyob legirlangan po‘latlar kamroq sarflanadi. Tekis, yaxshi, darz ketmaydigan, qatlamlanmaydigan, g‘ovaklashmaydigan qoplam hosil qilish uchun eritib qoplanadigan metallning erish harorati asosiy metallnikidan ancha past, uning chiziqli kengayish koeffitsienti esa asosiy metallning chiziqli kengayish koeffitsientiga yaqin bo‘lishi zarur.

Hozirgi vaqtda sanoatda eritib qoplashning juda ko‘p usullari qo‘llaniladi.

1. Qo‘lda yoy bilan eritib qoplash. Eritib qoplash eriydigan yakka elektrodlar, elektrodlar bog‘lami, yotqizilgan plastinasimon elektrodlar, quvursimon elektrodlar, bevosita hamda bilvosita ta’sir etadigan yoy va uch fazali yoy bilan bajariladi.

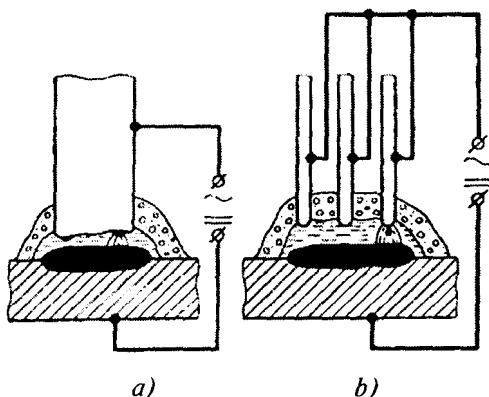
Elektrodlar bilan eritib qoplashni hamma fazoviy vaziyatlarda bajarish mumkin. Bu ish elektrodlar eriganida buyum sirtiga ketma-ket valiklar eritib yotqizish yo‘li bilan bajariladi. Bunda eritib qoplanadigan sirt toza bo‘lishi (metal yaltirab turadigan qilib ishqalab tozalanishi) lozim. Yotqizilgan har bir valikning sirti va navbatdagi yotqiziladigan valikning joyi ham, shuningdek, shlak, kuyindi va sachrandilardan tozalanadi.

Yaxlit monolit eritib yopishtirilgan metall qatlami hosil qilish uchun har bir keyingi valik oldingisini o‘z enining $1/3$ — $1/2$ qismi bilan bekitishi kerak.

Eritib qoplangan bir qatlam metallning qalinligi 3—6 mm. Agar qalinligi 6 mm dan ortiq eritib qoplangan qatlam hosil qilinadigan

bo'lsa, birinchi qatlamga perpendikular qilib ikkinchi qatlam valiklar eritib qoplanadi. Bunda valiklarning birinchi qatlami sachrandi, kuyindi, shlak qo'shimchalari va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalanishi kerak.

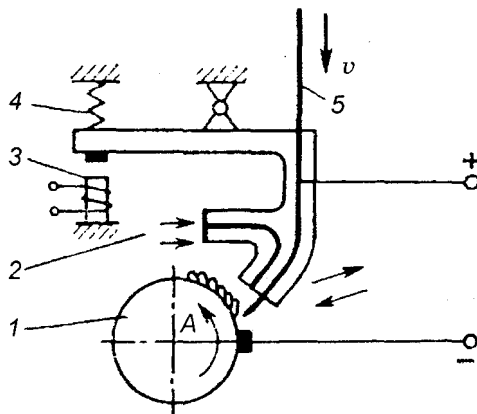
2. Flyus ostida yoy bilan eritib qoplash. Bajarilish usuliga ko'ra avtomatik yoki yarim avtomatik, ishlatiladigan simlar, soniga ko'ra esa bir elektrodli va ko'p elektrodli bo'lishi mumkin. Flyus ostida eritib qoplash uchun ishlatiladigan simlar konstruksiyasi bo'yicha yalang va kukun to'ldirilgan, shakliga ko'ra doiraviy hamda tasmasimon bo'ladi (16.2 - rasm).



16.2-rasm. Flyus ostida yoy bilan eritib qoplash:
a – elektrod tasma; b – ko'p elektrodli.

3. Himoya gazlari muhitida volfram (erimaydigan) va metall sim (eriydigan) elektrodlar bilan yoy vositasida eritib qoplangan. Yoyni himoya qilish uchun argon va karbonat angidrididan foydalaniladi.

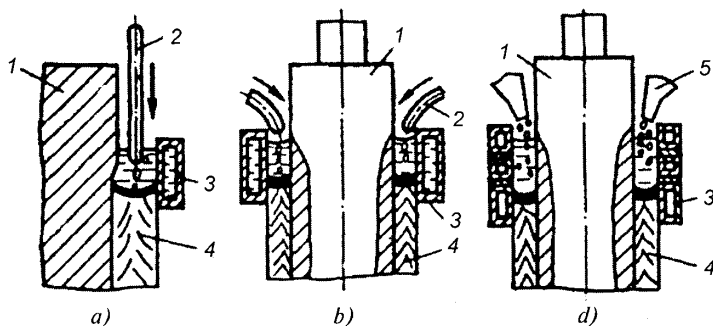
4. Vibro-yoy bilan eritib qoplash. Bunday eritib qoplash metall elektrod bilan elektr yoy vositasida eritib qoplashning bir turi hisoblanadi va elektrodni titratish yo'li bilan bajariladi. Titratish amplitudasi elektrod sim diametrining 0,75 dan 1,0 gacha qismi chegaralarida bo'ladi (16.3-rasm).



16.3-rasm. Vibro-yoy bilan eritib qoplash:

1 – eritib qoplanadigan detal; 2 – sovutish suyuqligining uzatilishi; 3 – vibrator elektromagniti; 4 – prujina; 5 – elektrod simi.

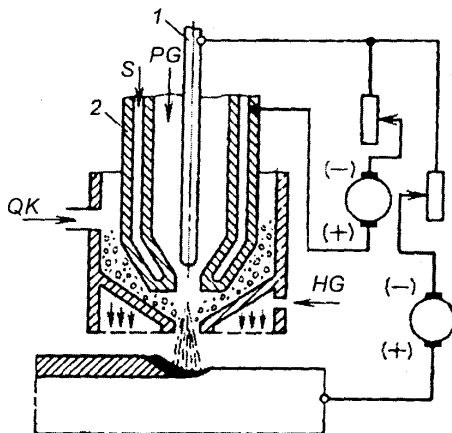
5. Elektr-shlak usulida eritib qoplash. Bu usulda eritib qoplashning o'ziga xos xususiyati ish unumining yuqoriligidir hamda aylanish yuzalarida va yassi yuzalarida eritib qoplangan metallni turli kimyoviy tarkibli qilish mumkin. (16.4-rasm). Eritib qoplash metallga bir o'tishdayoq majburan shakl berib bajariladi. Amalda ko'ndalang kesimi xohlagan ko'rinishdagi elektrodlar: chiviqlar, plastinalar va hokazolar ishlatiladi. Asosiy metallning suyuqlanish chuqurligini keng chegaralarda rostlash mumkin.



16.4-rasm. Elektr-shlak eritib qoplash chizmasi:

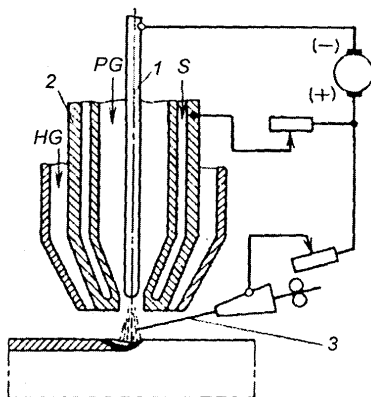
a – vertikal holatda yassi yuzada; b – silindrik detallar sim bilan; d – silindrik detallar donli qo'shimcha ashyolar bilan.

6. Plazmali eritib qoplash. Plazmali eritib qoplash bilvosita yoki bevosita plazma yoyi ta'sirida bajariladi. Eritib qoplashning bu usulida qo'shimcha material sifatida sim va kukun xizmat qiladi. Plazmali eritib qoplashda silliq yuza hosil qiladi va eritib qoplangan yuza yuqori sifatli bo'ladi.



16.5-rasm. *Plazma-kukunli eritib qoplash:*

1 – elektrod; 2 – soplo; PG – plazma tashkil etuvchi gaz; HG – himoya gazi; S – suv; QK – qo'shimcha kukun.



16.6 - rasm. *Plazma-kukunli eritib qoplash tok uzatuvchi qo'shimcha sim bilan:*

1 – elektrod; 2 – soplo; 3 – qo'shimcha tok uzatuvchi sim; PG – plazma tashkil etuvchi gaz; HG – himoya gazi; S – suv.

Eritib qoplashda mehnat unumi eritib qoplangan metalning ogʻirligi yoki yuzi (oʻlchamlari) bilan baholanadi (16.1-jadval).

16.1 -jadval

Eritib qoplash usullarining unumdorligi

Eritib qoplash usuli	Unumdorligi, kg/soat
Yoyli dastakli elektrod qoplamalari bilan eritib qoplash	0,8–3
Bitta sim bilan flyus ostida avtomatik eritib qoplash	2–12
Koʻp elektrodli flyus ostida avtomatik eritib qoplash	5–40
Tasma bilan flyus ostida avtomatik eritib qoplash	5–40
Gaz himoya muhitida eriydigan elektrod bilan eritib qoplash	1,5–9,0
Erimaydigan elektrod bilan argon-yoy bilan eritib qoplash	1,0–7,0
Vibro-yoyli eritib qoplash	1,2–3
Elektrod simlari bilan elektr-shlak eritib qoplash	20–60
Donli qoʻshimcha ashyolar bilan elektr-shlak eritib qoplash	20–200
Plazmali kukun bilan eritib qoplash	0,8–12
Plazma-kukunli eritib qoplash tok uzatuvchi qoʻshimcha sim bilan	2–12

16.2. Eritib qoplanadigan materiallar

Eritib qoplash uchun quyidagi ashyollar ishlatiladi: eritib qoplanadigan poʻlat sim, legirolovchi qoplamli metall elektrodlar, donador va kukunsimon eritib qoplanadigan aralashmalar, simlar koʻrinishidagi qattiq quyma qotishmalar, kukun sim, flyuslar.

Eritib qoplanadigan poʻlat sim. Elektr yoy yordamida avtomatik eritib qoplash uchun ГОСТ 10543-98 boʻyicha diametri 0,3 dan 8 mm gacha boʻlgan eritib qoplanadigan poʻlat sim ishlatiladi. Bu sim uchun diametri hamda poʻlat rusumini koʻrsatgan holda "HП" shartli belgi qabul qilingan. Masalan, 30ХГСА poʻlatdan yasalgan va diametri 3 mm sim quyidagi shartli belgiga ega: sim 3HП-30ХГСА ГОСТ 10543-98. Metall elektrodlar tayyorlashda bu sim ishlatilmaydi.

Eritib qoplanadigan simlarning qisqacha tavsifi

Sim rusumi	Eritib qoplangan metallning qattiqligi, HB	Eritib qoplashning namunaviy qoʻllanish sohasi
Hп-25, Hп-30	160–220	Oʻqlar, shpindellar, vallar
Hп-35, Hп-40, Hп-45	170–230	Oʻqlar, shpindellar, vallar
Hп-50	180–240	Tortuvchi gʻildiraklar, aravachalarning skatlari, tirkak roliklar
Hп-65	220–300	Tirkak roliklar, oʻqlar
Hп-80	260–340	Kolen vallar, kardan krestovinalari
Hп-40Г	180–240	Oʻqlar, shpindellar, vallar
Hп-50Г	200–270	Tortuvchi gʻildiraklar, temir gʻildirakli mashinalarning tirkak roliklari
Hп-65Г	230–310	Kran gʻildiraklari, tirkak roliklarning oʻqlari
Hп-10Г3	250–330	Temir yoʻl bandajlari, kran gʻildiraklari
Hп-30ХГСА	220–300	Qisuvchi prokat valiklar, kran gʻildiraklari
Hп-14СГ	240–260	Prokat vallarning treflari,
Hп-19СГ	300–310	avtoilashmaning detallari, shlis vallari
Hп-30Х5	370–440	Sortprokat stanlarning prokat vallari
Hп-20Х14	320–380	Bugʻ va suv uchun moʻljallangan zadvijskalarining zichlovchi yuza qismlari
Hп-30Х13	380–450	Gidravlik presslarning plunjerlari, kolen valning boʻyni, shtamplar
Hп-40Х13	450–520	Traktor va ekskavatorlarning tirkak roliklari, konveyr detallari
Hп-35Х6М2	480–540	
Hп-Г13А	230–270	Relslarning krestovinalari
Hп-30Х10Г10Т	180–200	Yuqori bosimli sosudlarning korpuslari, yuqori haroratlarda ishlovchi tutun chiquvchi konuslari
Hп-12Х12Г12С		
Hп-Х15Н60		
Hп-Х20Н80Т		
Hп-03Х15В5Г7М8В		
Hп-40Х3Г2ВФМ	380–440	Ogʻir yuklangan kran gʻildiraklari, rolikli konveyrning roliklari

Нп-40Х2Г2М	540–560	Zarbga ishlaydigan va abraziv yeyiladigan detallar
Нп-30ХНМ Нп-30ХΦА	400–500	Issiq shtampovkalashda ishlatiladigan shtamplar, toblaydigan mashinalarning vallari
Нп-35В9Х3СВ	440–500	Tunuka va sort prokat stanlarning vallari, issiq shtampovkalashda ishlatiladigan shtamplar
Нп-45В9Х3СΦ	440–500	Issiq metallni kesish uchun qaychilar, presslash asbobi
Нп-45Х2В8Т Нп-45Х4В3ГΦ	400–600 280–450	Quvur va sort prokat stanlarning vallari, issiq shtampovkalashda ishlatiladigan shtamplar
Нп-35ХНΦМС	420–480	Shlis vallari, ichki yonuv dvigatellarning kolen vallari
Нп-105Х Нп-50Х3СТ	320–380 450–510	Sovuq holatda shtampovkalaydigan kesuvchi shtamplar, aralashtirgichning vallari

Uglerodli sim tarkibida 0,27 dan 0,70% gacha uglerod, 0,5 dan 1,2% gacha marganes, 0,37% gacha kremniy, 0,25% gacha xrom va 0,25% gacha nikel bo‘ladi. Undan o‘qlarga, vallarga, gusenitsa (o‘rmalovchi zanjir) larning tayanch roliklari va shuning singari boshqa detallarga metall eritib qoplashda foydalanadi. Qoplam qattiqligi 160 dan 310 HB gacha bo‘ladi.

Legirlangan eritib qoplanadigan sim tarkibida uglerod, marganes, kremniy, xrom, nikel (sim markasi va qanday maqsadda ishlatilishiga qarab) miqdori ko‘proq bo‘ladi. Simning ba’zi rumumlari volfram va vanadiy bilan legirlangan. Simlarning bu guruhi o‘qlarga, prokat valiklariga, og‘ir yuk bilan yuklangan g‘ildiraklar, zarb yuklamalar ta’sirida bo‘lgan va abraziv yeyiladigan detallar, shtamplar va qattiqligi 220 – 330 HB yoki 32 – 40 HRC bo‘lishi talab qilingan boshqa detallarga metall eritib qoplashda ishlatiladi.

Yuksak legirlangan simlar tarkibida uglerod, marganes va kremniydan tashqari xrom, nikel, volfram, vanadiy hamda titandan turli nisbatlarda deyarli ko‘p bo‘ladi. Yuksak legirlangan simlar armaturaning zichlovchi yuzalari, prokat valiklari, metall uchun

mo'ljallangan pichoq hamda shtamplar, yuksak haroratda ishlaydigan detallar, temir yo'l krestovinalariga metall eritib qoplashda qo'llaniladi. Yuksak legirlangan simlardan eritib qoplangan metallning qattiqligi turli darajada, ya'ni 180 dan 280 HB va 32 dan 52 HRC gacha, shuningdek talab qilingan mustahkamlik va qovushqoqlikka ega bo'lishi mumkin.

Eritib qoplanadigan elektrodlar. ГОСТ 10051-75 da eritib – qoplanadigan elektrodning qoplangan qatlamning 25 dan 65 HRC gacha qattiq bo'lishini ta'minlaydigan 44 turi ko'zda tutilgan. Bu ГОСТ eritib qoplangan metall kimyoviy tarkibi hamda har qaysi turdagi elektrodning tegishli belgisini belgilaydi. Masalan: ЦН-5-Э-24Х12 quyidagicha tushuniladi: ЦН-5-elektrod rusumi, E harflari mazkur elektrod eritib qoplanadigan elektrod ekanligini ko'rsatadi, 24Х12 esa metall qoplamida o'rtacha hisobda 0,24% uglerod, 12% xrom borligini bildiradi.

Keskichlar, frezalar va boshqa asboblarga metall eritib qoplash uchun ЦН-1М, ЦН-2У, И-1 rusumli elektrolar ishlatiladi. Bunday elektrodlar qoplamada tez kesadigan po'lat turidagi metall hosil qiladi va qattiqligi 62–65 HRC gacha bo'lishi uchun termik ishlashga imkon beradi.

Pichoqlar va qaychilarning kesuvchi tig'lari ЦН-5 rusumli elektrodni eritib qoplanadi.

Shtamplar koplamda xromli martensit po'lat hosil qiladigan ОЗНН-1, ЦН-4, ЦНН-1 rusumli elektrodni eritib qoplanadi Metall eritib qoplangan yuzalar yumshatiladi, mexanik ishlanadi, so'ngra 40–57 HRC qattiqlikgacha toblanadi.

T-590, T-620, 13KH, X5 rusumli elektrodlardan eritib qoplangan metall qattiqligi 56-62 HRC, faqat abraziv asbob bilan ishlanadigan karbid yoki martensit sinfida bo'ladi. Ular zarb yuklamasiz ishlaydigan tez yeyiladigan po'lat va cho'yan detallarga qoplanadi.

ОЗН-250У, ОЗН-300У, ОЗН-350У, ОЗН-400У rusumli elektrodlardan eritib qoplangan metal o'rtacha qattiqlikdagi (250–400 HB) perlit sinfida bo'ladi. Ular bilan vallar, relslar, o'qlar eritib qoplanadi. Ana shunday elektrodni eritib hosil qilingan qoplam qattiqligi qoplanayotgan qatlamning asosiy metall bilan

aralashish darajasi va sovitish tezligiga bogʻliqdir. Tez sovitilsa eritib qoplangan metall toblanishi va darz ketishi mumkin. Shuning uchun bunday elektrodlar bilan oldindan 300–600°C ga qadar qizdirib eritib qoplanadi.

110Г13 rusumdagi sermarganesli toblanadigan austenit poʻlatdan tayyorlangan detallar ОМГ-Н elektrodلarni eritib qoplanadi.

16.3-jadval

Eritib qoplash uchun elektrodlar

Elektrod turi	Elektrod rusumi	Eritib qoplash
Э-10Г2 Э-11Г3 Э-12Г4 Э-15Г5 Э-30Г2ХМ	ОЗН-250У ОЗН-300У ОЗН-350У ОЗН-400У НР-70	Intensiv zarbiy yuklanishlarda ishlaydigan detallar (avto ishlamlarning oʻqlari, vallari, temir yoʻl krestovinalari)
Э-16Г2ХМ Э-35Г6 Э-30В8Х3 Э-35Х12В3СФ Э-90Х4М4ВФ	ОЗШ-1 ЦН-4 ЦШ-1 Ш-16 ОЗИ-3	Issiq holatda shtamlash uchun shtamplar
Э-37Х9С2 Э-70Х3СМТ Э-24Х12 Э-20Х13 Э-35Х12Г2С2 Э-100Х12М Э-120Х12Г2СФ Э-10М9Н8К8Х2СФ	ОЗШ-3 ЭН-60М ЦН-5 48Ж-1 НЖ-3 ЭН-Х12М Ш-1 ОЗШ-4	Issiq holatda shtamlash uchun shtamplar
Э-65Х11Н3 Э-65Х25Г13Н3	ОМГ-Н ЦНИИН-4	110Г13 va 110Г13L rusumli yuqori marganesli poʻlatlardan tayyorlangan yeyilgan detallari
Э-80В18Х4Ф Э-90В10Х5Ф2 Э-105В6Х5М3Ф3 Э-10К15В7М5Х3СФ Э-10К18В11М10Х3СФ	ЦИ-1М ЦИ-2У И-1 ОЗИ-4 ОЗИ-5	Temir kesuvchi asboblار va issiq holatda shtamlash uchun shtamplar

Э-95Х7Г5С Э-30Х5В2Г2СМ	12АН/ЛИВТ ТКЗ-Н	Абразив yeyilishga ega bo'lgan intensiv zarbiy yuklanishlarda ishlaydigan detallar
Э-80Х4С Э-320Х23С2ГТП Э-320Х25С2ГП Э-350Х26Г2Р2СТ	13КН/ЛИВТ Т-620 Т-590 Х-5	Asosan abraziv yeyiladigan detallar
Э-300Х28Н4С4 Э-225Х10Г10С Э-110Х14В13Ф2 Э-175В8Х6СТ	ЦС-1 ЦН-11 ВСН-6 ЦН-16	Asosan abraziv yeyiladigan va zarbiy yuklanishlarda ishlaydigan detallar
Э-08Х17Н8С6Г Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ Э-09Х31Н8АМ2 Э-13Х16Н8М5С5Г4Б Э-15Х15Н10С5М3Г Э-15Х28Н10С3Г Э-15Х28Н10С3М2ГТ Э-200Х29Н6Г2 Э-190К62Х29В5С2	ЦН-6М, ЦН-6Л ВПИ-1 УОНИ-13/Н1-БК ЦН-12М, ЦН-12Л ЦН-18 ЦН-19 ЦН-20 ЦН-3 ЦН-2	Neft apparaturlari, quvur uzatmalar va qozonlar uchun armaturalar yuzasining zichlagichlari

Donador va quyma qattiq qotishmalar. Erimaydigan elektrod bilan yoyli dastakli eritib qoplashda detallarda yeyilishga chidamli qatlamlar hosil qilish uchun С-2М, ФБХ6-2, БХ va КБХ ГОСТ 11546-75 bo'yicha rusumli kukunlar mexanik aralashmalari foydalaniladi.

Stalinit (С-2М) – sanoatda keng ishlatiladigan arzon qotishma bo'lib, tuyilgan ferroxrom, ferromarganes, cho'yan qirindi va neft koksi aralashmasidan iboratdir. Stalinitning kimyoviy tarkibi quyidagicha: xrom 24–26%, marganes 6–8,5%, uglerod 7–10%, kremniy 3% gacha, oltingugurt 0,5% gacha, fosfor 0,5% gacha, qolganlari temir. Stalinit bilan eritib qoplashda qattqlik kamida 54 HRC tashkil etadi.

Borid aralashmada (БХ) 50% xrom boridlari va 50% temir kukuni bo'ladi. Qoplangan mo'rt qatlam hosil qiladi. Abraziv yeyilish sharoitlarida ishlaydigan detallarni qoplashda qo'llaniladi.

Borid aralshmasi bilan eritib qoplashda qattqlik kamida 63 HRC tashkil etadi.

Karbid-boridli aralashma (KBX) 5% xrom karbidi, 5% xrom boridi, 30% temir kukuni, 60% ferroxromni tashkil etadi. Karbid-borid aralshmasi bilan eritib qoplashda qattqlik kamida 60 HRC ni tashkil etadi.

Qattiq quyma qotishmalarning erish harorati 1260–1300°C bo‘lib, xrom karbidlarining kobaltdagi (stellitlar) yoki nikel va temirdagi (sormaytlar) qattiq eritmasidan iboratdir. Temir asosdagi qotishmalar nikel va kobalt asosidagi qotishmalarga qaraganda ancha mo‘rt, lekin arzon buladi. Sormaytda 25–31% xrom, 3– 5% nikel, 2,5–3% uglerod, 2,8–3,5% kremniy, 1,5% gacha marganes, qolgani temir.

Stellitlar sormaytlarga nisbatan ancha qovushqoq, korroziyaga chidamli, erib qoplanish xossalari esa yaxshi bo‘ladi. Quyma qotishmalar metallni qirqishda ishlatiladigan asboblarni va pichoqlarni, shtamlarni, domna pechlaridagi yuklash tuzilmalarining konuslarini va shu singari boshqa detallarni qoplashda ishlatiladi.

ГОСТ 21448-75 bo‘yicha ПГ-C27, ПГ-C1, ПГ-УС25, ПГФБХ6-2, ПГ-AH1 temir asosida va ПГ-CP2, ПГ-CP3, ПГCP-4 nikel asosida yeyilishga chidamli kukunlar ishlab chiqiladi.

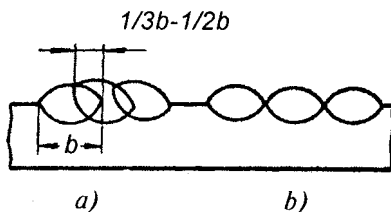
Eritib qoplash uchun quyilgan chiviqlar. Eritib qoplashda yeyilishga chidamli qatlam hosil qilish uchun ГОСТ 21449-75 bo‘yicha quyilgan chiviqlar ishlatiladi. Ular kimyoviy tarkibiga nisbatan 5 ta rusumga bo‘linadi: Пр-C27, Пр-C1, Пр-C2, Пр-B3K va Пр-B3K-P. Hamda diametrlariga nisbatan 4 mm diametrli chiviqlar uzunligi 300 va 350 mm, 5 hamda 6 mm diametrli chiviqlar uzunligi 350 va 400 mm; 8 mm diametrli chiviqlar uzunligi 450 va 500 mm ishlab chiqariladi.

16.3. Eritib qoplash texnikasi

Metall eritib qoplanadigan detalda yoriqlar va uning mustahkamligini kamaytiruvchi boshqa nuqsonlar bo‘lmasligi kerak. Ichki kuchlanishlarni yo‘qotish uchun toblangan po‘latlar

oldindan 750–900°C da yumshatiladi. Metall eritib qoplanadigan yuza yaltiraguniga qadar tozalanadi. Moy bosgan detallar goretka alangasi bilan kuydiriladi yoki kaustikning 10% li qaynoq eritmasida, soʻngra toza suvda yuviladi.

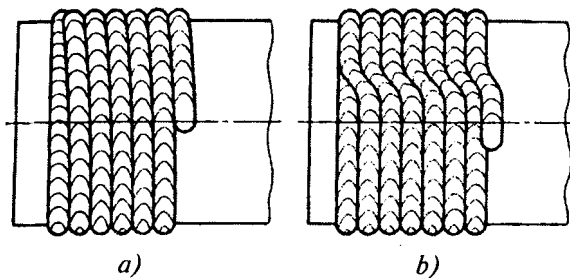
Yassi yuzalarni eritib qoplashda keng valiklarni ishlatish maqsadga muvofiqdir, yaʼni jarayon elektrodning tebranma harakati bilan bajariladi. Boshqa usuli esa – ingichka valiklarni bir biriga nisbatan oraliq masofa qoldirib joylashtirish kerak. Bu usulda shlak bir nechta valiklar yotqizilgandan keyin tozalanadi. Soʻng valiklar oraligʻi ham eritib qoplanadi. Alohida valiklar bilan erigan metallni qoplashda keyingi valik oldingi valikni $1/3 - 1/2$ kengligida eritish kerak. (16.7-rasm)



16.7-rasm. Valiklar joylashishi:

a – toʻgʻri, b – notoʻgʻri.

Silindrik yuzalarni eritib qoplash vintli chiziqlar yoki halqali valiklar yordamida bajariladi (16.8 -rasm). Kichik diametrli silindrik yuzalarni eritib qoplashda vibro-yoy payvandlash bilan bajarish maqsadga muvofiq boʻladi.



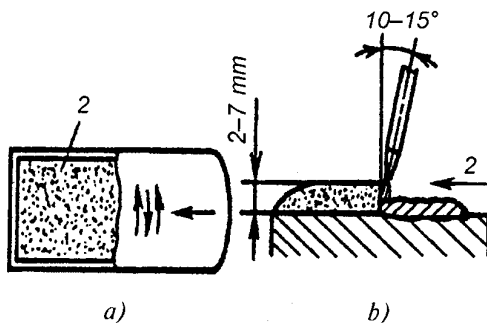
16.8-rasm. Aylanish jismlarini eritib qoplash:

a – vintli chiziqlar boʻyicha; b – halqali valiklar bilan.

Eritib qoplash uchun mo'ljallangan maxsus elektrodlardan foydalanganda eritib qoplash rejimi elektrod pasportida ko'rsatilgan rejimga mos bo'lishi kerak. Qoplam ko'pi bilan 3 qatlamdan iborat bo'lishi kerak. Detalning dastlabki o'lchamiga keltirish uchun birinchi bir necha qatlam mavjud rusumli po'latni payvandlashda ishlatiladigan odatdagi elektrod bilan eritib qoplanadi. Birinchi qatlam tarkibida hamisha asosiy metallning 30 dan 50% gachasi bo'ladi va uning qattiqligi oxirgi qatlam qattiqligidan ancha kam bo'ladi. Metall elektrodlar bilan eritib qoplashda darz ketmasligi uchun krater eritib qoplangan valikka chiqariladi.

Yarim avtomatlar yoki avtomatlar yordamida kukunli sim bilan muhofazalovchi angidrid gazi muhitida avtomatik eritib qoplanadi.

Donador va kukunli qotishmalar ko'mir elektrod bilan eritib qoplanadi (16.9-rasm)



16.9-rasm. Kukunsimon qattiq qotishmalarni eritib qoplash jarayonida ko'mir elektrodini holati:

a – elektrod siljishi; b – yon tomondan ko'rinishi.

Eritib qoplashda asosiy metall ichiga 2—3 mm chuqurlikda kiradigan bir jinsli qattiq qatlam hosil bo'ladi. Qotishma tarkibidagi uglerod qisman yonib, qoplangan metallni havodagi kislorod bilan oksidlanishdan saqlaydigan gazlar hosil qiladi. Metallni yaxshisi o'zgarmas tokda eritib qoplash kerak. Chunki, bunda qoplam ancha zich chiqadi. Eritib qoplash rejimlari 16.4-jadvalda keltirilgan.

Donador va kukunsimon qotishmalari eritib qoplash rejimlari

Qotishma	Metall qalinligi, mm	Elektrod diametri, mm	Yoy uzunligi, mm	Tok, A	
				o'zgarmas	o'zgaruvchan
S-2M	3 – 5	8 – 10	4 – 8	80 – 100	90 – 120
	6 – 15	10 – 12	4 – 8	120 – 140	140 – 160
	15 dan yuqori	16 – 20	4 – 8	160 – 200	180 – 230

Stalinitni eritib qoplashda vannaga flyus sifatida 2–5% toblangan bura qushish tavsiya etiladi. Detal chetlarini erishdan saqlash hamda toza, tekis chetlar hosil qilish uchun metall eritib qoplanadigan joy grafit plastanalar bilan o'raladi. Metall eritib qoplangandan keyin plastinalar olib tashlanadi. Detallardagi metall eritib qoplanmaydigan teshiklar toza nam kvars qum bilan to'lg'azib qo'yiladi. Detal tob tashlamasligi uchun detalni oldindan 600–650°C gacha qizdirib va hududlarga bo'lib yoki detaldan issiqning ko'proq ajralishi uchun katta mis tagliklar ishlatib va suv bilan sovitib metall eritib qoplanadi.

Donador va kukun qotishmalar detal yuzasiga eritib qoplanadigan metallning qalinligidan birmuncha qalinroq qilib sepiladi. Eritgandan keyin qatlam qalinligi quyidagicha bo'ladi: stalinit uchun 35–40% va borit aralashma uchun 20–30% (avval sepilgan qatlam qalinligidan). Sepilgan qatlam salgina zichlanadi va andaza bilan tekislanadi. Stalinit 60 mm gacha kenglikda sepiladi. Yoyni o'chirmasdan qoplash kerak. Elektrod eritib qoplanadigan joyning bir chekkasidan ikkinchi chekkasiga o'zidan qarshi tomon surib boriladi. Qotishmaning elektr qarshiligi nihoyatda yuqori bo'lishi tufayli elektrod uchini sepilgan qatlam yuzasiga emas, balki uning toretsiga yo'naltirish lozim.

Bir o'tishda ko'pi bilan 1,5 mm qalinlikdagi qatlam qoplanadi. Eritib qoplangan qatlamning umumiy qalinligi stalinit uchun 5–6 mm dan va borid aralashmasi uchun 1,4–1,7 mm dan oshmasligi zarur. Zarb yuklamalar ta'sirida bo'ladigan detallar uchun eritib qoplangan stalinit qalinligi 1,5–2,5 mm ni tashkil etishi lozim.

Eritib qoplangan qatlam detalning ish yuzasidan 1–2 mm kengroq bo‘lishi kerak.

Kukunsimon qotishmalarni E42 turidagi metall elektrodlar bilan ham eritib qoplash mumkin. Bunda qoplangan qatlam yaxshi shakllanadi, kamroq darz ketadi, lekin qattiq qotishmaga elektrod sim metali aralashishi natijasida qoplamning qattiqligi kamayadi.

Eritib qoplangandan so‘ng detal sovitiladi. Mexanik ishlash zarur bo‘lsa, detal yumshatiladi. Ishlab bo‘lgandan va dastlabki o‘lchamlariga keltirilgandan so‘ng eritib qoplangan qatlam belgilangan qattiqlikka qadar toblanadi va bo‘shatiladi. Termik ishlanmaydigan qoplam abraziv toshlar bilan tozalanadi yoki ishlamasdan foydalaniladi (ekskavatorlar kovshining tishlari, tosh maydalagichlarning jag‘lari va boshqalar).

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Eritib qoplash nima?
2. Eritib qoplashdan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
3. Eritib qoplashning qanday usullari sizga ma’lum?
4. Eritib qoplash unumdorligi deganda nima tushuniladi?
5. Eritib qoplash uchun qanday ashyolar ishlatiladi?

17 - MA’RUZA.

ERITIB KESISH TEXNOLOGIYASI

Reja

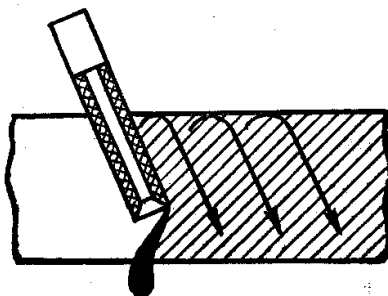
- 17.1. Kesishning yoyli usullari
- 17.2. Plazmali kesish
- 17.3. Lazerli kesish
- 17.4. Suv ostida elektr yoy yordamida kesish

17.1. Kesishning yoyli usullari

Elektrodlar bilan yoy yordamida kesish. Metallarni elektr yoyi yordamida kesish eruvchan metall elektrod, ko‘mir elektrod

va erimaydigan volfram elektrod yordamida argon himoya muhitida bajariladi.

Eruvchi metall elektrod bilan elektr yoyi yordamida kesish. Eruvchan metall elektrod yordamida kesishning mohiyati shundaki, bunda tok kuchi payvandlashdagidan 30–40% katta olinadi va metall quvvatli elektr yoyi vositasida suyuqlantiriladi. Elektr yoyi kesiladigan joyning yuqorisida yondiriladi va kesish jarayonida uni qirqilayotgan chet bo‘ylab pastga siljiriladi (17.1-rasm).



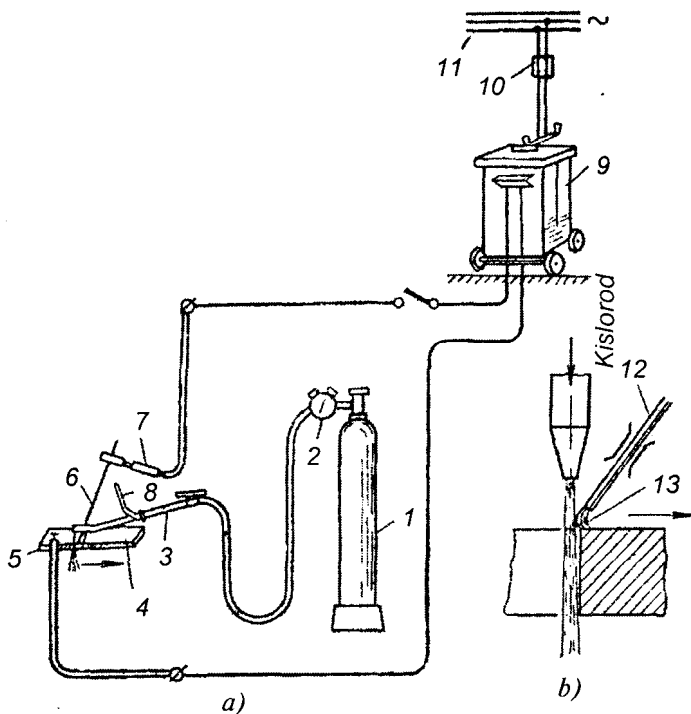
17.1-rasm. *Metal elektrod bilan kesish sxemasi.*

Ko‘mir elektrod bilan elektr yoyi yordamida kesish. Ko‘mir va grafit elektrodlar bilan elektr yoyi yordamida kesishda metall uning bo‘linish chizig‘i bo‘ylab ikkiga ajratiladi. Bunday kesish usuli cho‘yanni, rangli metallarni, shuningdek, po‘latni ishlov berishda o‘lchamlari aniq bo‘lishi talab qilinmaydigan, kesishning kengligi va sifati ahamiyatsiz bo‘lgan hollarda qo‘llaniladi. Kesish yuqoridan pastga qarab suyuqlanayotgan sirtini gorizontall tekislikka nisbatan biror burchak ostida qiyalatib bajariladi, bu metallning oqib tushishini osonlashtiradi.

Erimaydigan volfram elektrod bilan elektr yoy yordamida kesish. Argon himoya muhitida kesish juda cheklangandir va faqat legirlangan po‘latlar hamda rangli metallarga ishlov berishdagina qo‘llaniladi.

Kesish usulining mohiyati shundaki, elektrodda payvandlashdagiga nisbatan 20–30% ko‘p tok hosil qilinadi va metallni suyuqlab kesadi.

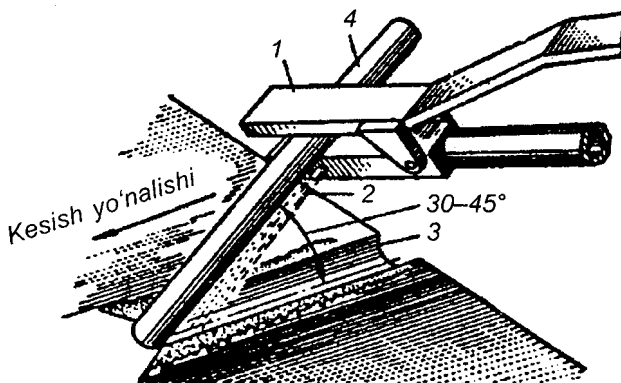
Kislorod-elektr yoyi yordamida kesish. Kislorod-elektr yoyi bilan kesishda metall dastlab elektr yoyi bilan suyuqlantiriladi va soʻngra kislorod oqimida yonib soviydi. Kislorod-elektr yoyi bilan kesish sxemasi 17.2-rasmda keltirilgan.



17.2-rasm. *Dastakli kislorod-yoyli kesish chizmasi:*

a – oʻrnatish sxemasi; b – elektrod va kesuvchi soploning joylashish sxemasi: 1 – kislorod balloni; 2 – reduktor; 3 – keskich; 4 – kesilayotgan metall; 5 – tutashish; 6 – elektrod; 7 – elektrod tutkich; 8 – niqob; 9 – payvadlash transformatori; 10 – biriktirgich ajratgich; 11 – tarmoq; 12 – elektrod; 13 – yoy.

Havo-yoy yordamida kesish. Xavo-elektr yoyi vositasida kesishda metallni buyum va koʻmir elektrod orasida yonuvchi yoy bilan suyultiriladi va siqilgan havo oqimi yordamida siljtiladi (17.3-rasm).



17.3-rasm. Havo-yoy yordamida kesish jarayonining sxemasi:

1 – keskich; 2 – havo oqimi; 3 – ariqcha; 4 – ko‘mir elektrod.

Metallarni havo-elektr yoyi yordamida kesishda teskari qutbli o‘zgarmas tok ishlatiladi, chunki to‘g‘ri qutbli tokdan foydalanilsa, metallning katta hududda suyuqlanib, uni havo vositasida siljitish qiyinlashadi. O‘zgaruvchan tokdan foydalanish ham mumkin. Havo-elektr yoyi vositasida kesish uchun quyidagi kesgichlardan foydalaniladi:

- a) havo oqimi ketma-ket joylashgan kesgichlar;
- b) havo oqimi halqasimon joylashgan kesgichlar.

Elektrodga nisbatan havo oqimi ketma-ket joylashgan kesgichlarda siqilgan havo elektrodni bir tomonidan o‘tadi.

Havo-elektr yoyi vositasida kesish uchun ko‘mir va grafit elektrodlardan foydalaniladi. Grafit elektrodlar ko‘mir elektrodلarga qaraganda chidamliroq. Elektrodلar doiraviy va plastinasimon shaklda bo‘ladi. Havo-elektr yoyi vositasida kesishda tok kattaligi quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$I = k \cdot d_e,$$

bunda I – tok ko‘chi, a;

d_e – elektrod diametri, mm;

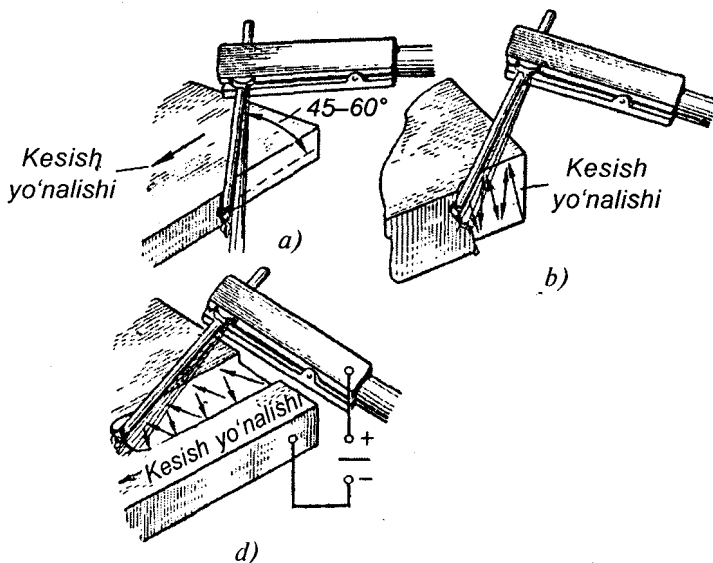
k – elektrod materialining issiqlik fizik xossalariga bog‘liq bo‘lgan koeffitsient bo‘lib, ko‘mir elektrodلar uchun 40–48 A/mm, grafit elektrodلar uchun 60–62 A/mm.

Havo-elektr yoyi vositasida kesish uchun energiya manbalari sifatida standart payvandlash o'zgarmas tok o'zgartirgichlari yoki payvandlash transformatorlaridan foydalaniladi.

Kesgich bosimi 0,4–0,6 MPa bo'lgan sex tarmog'idan yoki ko'chma kompressorlardan ta'minlanadi. Havo-elektr yoy vositasida kesishda 0,7 MPa dan ortiq siqilgan havodan foydalanish yaramaydi, chunki kuchli havo oqimi yoyning turg'un yonishini keskin yomonlashtirib yuboradi.

Havo-yoy vositasida kesish, sirtni tekislashga va kesib ajratishga bo'linadi. Metall va payvand choklaridagi nuqsonli joylarni to'ldirish, shuningdek chok asosini hamda faskalarni olib tashlash uchun sirtni tekislash ishlari olib boriladi. Faskani ayni bir vaqtda listning har ikki chetidan olish mumkin. Tekislash vaqtida hosil bo'ladigan ariqchanning kengligi elektrod diametridan 2–3 mm ortiq bo'lishi kerak.

Kesib ajratishda va sirtni tekislashda keskichni joylashishi 17.4-rasmda ko'rsatilgan.



17.4-rasm. Havo-yoyli kesishda keskichni joylashishi:

a – 20 mm gacha qalinlikdagi metallni kesish; b – qalinligi 20 mm dan qalin metall kesish; d – yuzida keng ariqchalar o'yish.

Lablardan elektrodning ostki uchigacha bo'lgan masofa 100 mm dan oshmasligi kerak. Elektrod yonib tugashi sayin u lablardan pastga surib turiladi. Metallning kesilayotgan joydagi yuzasi tekis va silliq chiqadi.

Havo-elektir yoyi vositasida kesish va sirtini tekislash ishlari zanglamaydigan po'lat hamda rangli metallarga ishlov berishda qo'llaniladi.

17.2. Plazmali kesish

Plazma – musbat va manfiy zaryadlangan zarralarning umumiy zaryadi nolga teng bo'lgan proporsiyasidagi gaz. Ma'lumki, moddada erkin elektrodlar qancha ko'p bo'lib, ular qancha tez harakatlansa, moddaning o'tkazuvchanligi shuncha yuqori bo'ladi, chunki erkin harakatlanayotgan elektronlar elektr tokini olib o'tadi.

Plazma vositasida kesishning mohiyati shundaki, bunda metall kuchli yoy zaryadsizlanishi yordamida kichik hududda suyuqlantiriladi va so'ngra suyuqlangan metall kesish zonasidan katta tezlikdagi gaz oqimi yordamida uzoqlashtiriladi.

Gorelkaga kelayotgan sovuq gaz elektrodni aylanib o'tadi va yoy zaryadsizlanish zonasida plazma xossalariga ega bo'ladi, so'ngra kichik diametrli soplo teshigi orqali yorug' yonuvchi oqim sifatida katta tezlik va 15000°C va undan yuqori harorat bilan chiqadi.

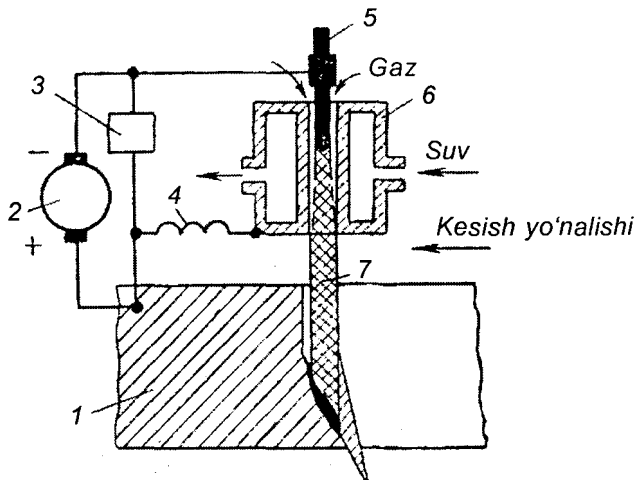
Qo'llaniladigan elektr sxemaga qarab metallarni plazma vositasida kesish bevosita va bilvosita yo'lar yordamida bajarilishi mumkin.

Plazma hosil qiluvchi gaz, keltirilgan elektr energiyani kesilayotgan metallga uzatiladigan issiqlik energiyasiga aylantirib beruvchi tizimdir. Shuning uchun gazning ionlanish energiyasi yuqori bo'lgani va molekular holatda bo'lgani maqsadga muvofiq. Argon, azot, vodorod, geliy, havo va ularning aralashmalari ana shunday gazlardir.

Plazmali kesish jarayonida ijobiy xususiyatlari quyidagicha: kesish tezligi yuqori; metallga issiqliq ta'sir etish zonasi kichik;

kesishda tunukalarni sezilarli tob tashlashi yoʻqligi; kesishdan soʻng tunukalarni payvandlash imkoni boʻladi; kesish jarayonining mexanizatsiyasi nisbatan yengil. Aluminiy va uning qotishmalarini, mis va yuqori legirlangan poʻlatlarni kesish yuqori iqtisodiy tejamkoriligi bilan farq qiladi.

Bevosita yoy bilan plazma kesish jarayonining sxemasi 17.5-rasmda koʻrsatilgan.



17.5-rasm. *Bevosita yoy bilan plazmali kesish:*

1 – metall; 2 – tok manbai; 3 – ostsillyator; 4 – qoʻshimcha qarshilik; 5 — elektrod; 6 — mundshtuk; 7 — yoy ustuni.

Oʻzgarmas tok elektr yoyi (7) erimaydigan volfram elektrod (5) bilan kesiladigan metall (1) oʻrtasida hosil boʻladi. Ostki uchi konus shaklida yoʻnilgan elektrod suv bilan sovitib turiladigan mundshtuk (6) ichiga joylangan. Bu mis mundshtuk kanaliga gaz, yaʼni argon, geliy, azot, vodorod yoki ularning aralashmalari bosim ostida yuboriladi. Gaz mundshtukdan chiqayotganida yoy ustunini siqib, choʻziq shaklga keltiradi. Elektrod bilan metall orasida yonadigan yoyni yondirish uchun volfram elektrod (5) bilan mis mundshtuk (6) orasidagi yordamchi (navbatchi) yoydan foydalaniladi. Elektrod tok manbai (2) ning manfiy qutbiga, kesiladigan metall esa musbat qutbga ulanadi (toʻgʻri qutblilik).

Uchlikka tok qo'shimcha qarshilik (4) orqali keltiriladi. Yoy barqaror yonishi uchun ostsillyator (3) qo'llaniladi.

Kesilgan kesik chetlari va elektrodni oksidlanishdan saqlash, shuningdek aluminiy va uning qotishmalarini kesish uchun yordamchi yoyning yondirishni osonlashtirish maqsadida argon ishlatiladi. Lekin sof argon bilan kesishda eritilgan metall unchalik suyuq-oquvchan bo'lmaydi va kesilgan joydan uni chiqarib tashlash qiyin bo'ladi. Ana shu kamchiliklarni bartaraf etish uchun argonga issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi katta bo'lgan vodorod qo'shiladi. Vodoroddan foydalanilganida yoy ustuni torayadi, kesishda ish unumi ortadi, chetlari tozaroq chiqadi. Chunki vodorod yoyning issiqlik energiyasi metallga juda yaxshi o'tkazadi. Vodorod molekulalari yoyda atomlarga parchalanadi, atomlar esa metallning ancha sovuq yerlarida yana birikib molekula hosil qiladi. Bunda metallni eritadigan ko'p miqdorda issiqlik ajraladi.

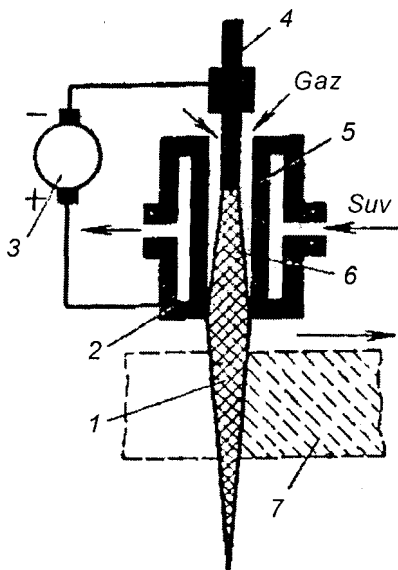
Bevosita yoy bilan qalinligi 40 mm gacha bo'lgan uglerodli hamda zanglamaydigan po'latlarni, 90 mm gacha bo'lgan cho'yan-ni, 120 mm gacha bo'lgan aluminiy va uning qotishmalarini, 80 mm gacha bo'lgan misni kesish mumkin. Latun bilan bronza ham kesiladi.

Aluminiy bilan uning qotishmalarini kesish uchun 65–80% argon va 35–20% vodoroddan iborat aralashmadan foydalanish tavsiya etiladi. Tarkibidagi vodorod miqdori 35% dan ortiq aralashma ishlatilmaydi, chunki bunday holda kesish yuzasi sifatsiz chiqadi. Tarkibida 35% vodorod bo'lgan aralashma mexanizatsiyalashgan tarzda kesishda, 20% vodorod bo'lgan aralashma esa dastaki kesishda ishlatiladi. Chunki aralashmadagi vodorod miqdori kamroq bo'lganida va mundshtuk bilan metall orasidagi masofa o'zgarganida yoyning bir xil yonishini ta'minlash oson bo'ladi.

Zanglamaydigan po'latlarni kesish uchun argon ishlatish tavsiya etilmaydi. Bunday hollarda argon o'rniga sof azot ishlatiladi. Azot ham vodorod singari yoydan o'tishida yoy issig'ini o'ziga singdirib, atomlarga parchalanadi, keyin issiqlik atomlarni

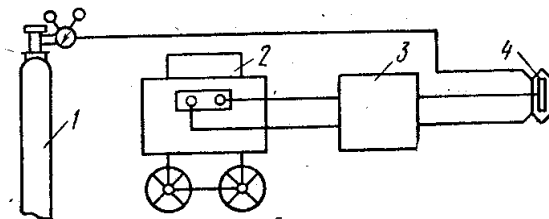
metall chetlariga o'tkazadi. Bu yerda ular birikib azot molekulalarini hosil qiladi.

Bilvosita yoy bilan plazmali kesish jarayonining sxemasi 17.6-rasmda ko'rsatilgan. Uzgarmas tok manbai (3) dan keladigan tokning manfiy qutbi uchi konus shaklida ishlangan, volfram elektrod (4) ga, musbat qutbi esa yoyni shakllovchi mis soplo (2) ga ulangan. Soplo suv bilan sovitib turiladi. Elektrod bilan soplo orasida vujudga keladigan yoy (6) mundshtuk (5) orqali puflanadigan gaz (argon, geliy, azot yoki vodorod) oqimi ta'sirida plazmaning xanjarsimon tili (1) ni hosil qiladi. Plazma tili yuqori haroratgacha qizdirilgan gazning juda kuchli ionlashgan zarrachalaridan iborat bo'lib, kesiladigan material (7) ni eritish uchun ishlatiladi. Kesiladigan buyum yoyning elektr zanjiriga ulanmaydi.



17.6-rasm. *Bilvosita yoy bilan plazmali kesish.*

Kesish qurilmasi (17.7-rasm) ish gazi bilan to'lg'azilgan ballon (1), o'zgarmas tok manbai (2), kesish jarayonini boshqaruvchi apparaturasi bor taqsimlash qurilmasi (3) va kesgich (4) dan iborat.



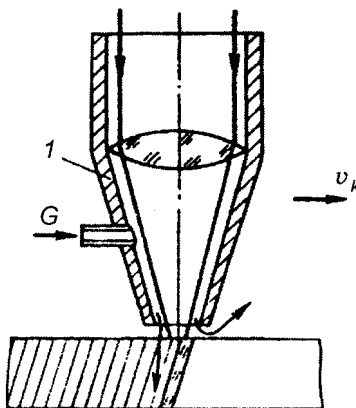
17.7-rasm. *Bilvosita yoy bilan plazmali kesish qurilmasi.*

17.3. Lazerli kesish

Fokuslashgan lazerli nurlanish, energiyaning yuqori konsentratsiyasini ta'minlab turli xil metall va qotishmalarni ularning issiqliq fizikasi qanday bo'lishiga qaramay kesish qobiliyatiga egadir. Kesish paytida detallar deformatsiyalanmaydi, chunki kesilayotgan metall atrofi deyarli qizimaydi. Shuning uchun oson deformatsiyalanadigan va qattiq bo'lmagan detallar yuqori aniqlik bilan kesish mumkin. Kesilgan yo'l oralig'i termik ta'sir zonasi bilan boshqa xil kesish usullariga nisbatan ingichka bo'ladi. Kesish jarayoni yuqori unumdorlikka ega, masalan, yupqa tunukali po'latlarni 1,2 m/daq tezlikda yuzani sifatli kesadi. Kesish jarayoni qulayligi uchun yassi va hajmli detallarni murakkab kontur bo'ylab kesish imkonini beradi. Jarayon oson avtomatlashtiriladi. Lazerli kesish kamchiligi – lazerli qurilmalarning nisbatan qimmatligidadir. Shuning uchun lazerli kesishning unumdorligi, boshqa usullarni qo'llash imkoni bo'lmagan hollarda bo'ladi. Metallarni kesishda impulsli hamda uzliksiz rejimlarda ishlovchi asosi gazli lazer yoki qattiq jisimli lazer qurilmalar ishlatiladi.

Metallga lazer nurlanish bilan ta'sir etib ikkita kesish mexanizmi ro'y berishi mumkin: eritib va bug'lab. Bug'lab kesish energiyaning katta sarfini talab etadi. Shuning uchun amalda eritib kesish qo'llaniladi. Eritgan metall kesilgan yo'l oralig'ini to'ldirib qo'ymasligi uchun kesish zonasiga gaz sharrasi uzatiladi. Bu inert gaz bo'lishi mumkin, lekin ko'pgina hollarda havo va hattoki

kislorod ishlatiladi. Bunday jarayon gaz-lazerli kesish deb ataladi (17.8-rasm).



17.8-rasm. Gaz-lazerli kesish jarayoni chizmasi:

1 – keskich; G – gaz; v_k – kesish tezligi.

Gaz sharrasi kesilgan yo‘l oralig‘iga tushib undan suyuq metalni puflab chiqaradi. Bundan tashqari, po‘latlarni kesishda, havo yoki kisloroddan foydalanishda metall oksidlanadi va qo‘shimcha issiqlik ajralib kesish jarayoni tezlashadi.

Energiya qiymatini rostlash uchun impulsli-davriy lazerlar ishlatiladi, ularda nurlanish impuls davomiyligini va pauzalarni o‘zgartirish mumkin. Bu bilan detallarni aniqlik bilan kesishda mahaliy qizishga yo‘l qo‘ymaydi va kesish shaklini rostlash mumkin bo‘ladi. Gaz-lazerli kesish rejimlari parametrlari: nurlanish chastotasi, impuls davvomiyligi, nurlanish quvvati va gaz sarfi.

17.4. Suv ostida elektr yoyi vositasida kesish

Suyuq muhitda, jumladan, suvda anchagina turg‘un yoy zaryadsizlanishi hosil qilish mumkin, bu zaryadsizlanishining harorati juda yuqori va solishtirma issiqlik quvvati juda katta bo‘lgani uchun atrofidagi suyuqlikni bug‘lantiradi hamda parchalaydi. Yoy zaryadsizlanishida hosil bo‘ladigan bug‘ va

gazlar payvand yoyi atrofida gaz pufagi tarzida gazli himoya hosil qiladi, ya'ni mohiyati jihatidan gaz suv ostida emas, gaz muhitida yonadi. Gaz asosan suv bug'ining termik dissotsiyanishidan hosil bo'ladigan vodoroddan iborat bo'ladi, dissotsiasiyada hosil bo'lgan kislorod elektrodning materialini oksidlaydi.

Payvandlash yoyini ta'minlovchi odatdagi energiya manbalarini qo'llab ko'mir yoki metall elektrodlardan foydalanganda payvandlash yoyi barqaror bo'lishi mumkin.

Suv ostida kesishda ishlatiladigan elektrodning suv o'tmaydigan qalin qoplamasi bo'lishi kerak, bu qoplama suv bilan sovutilib turgani uchun elektrod o'zagi sekinroq suyuqlanadi va elektrod uchida pesh to'siq hosil qiladi. Bu pesh to'siq kichik bir idish shaklida paydo bo'lib, gaz pufaklarining barqaror turishiga va yoyning yonishiga yordam beradi.

Qoplamaning suv o'tkazuvchanligi yoyning barqaror yonishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, chunki elektrod o'zagining issiq sirtida bug'lanuvchi suv qoplamani parchalab, uni o'zakdan bo'lak-bo'lak qilib tushirib yuboradi. Qoplama suv shimmadigan bo'lishi uchun unga parafin shimdiriladi. Qoplama sifatida temir surigi (80%) va bo'r (20%) dan iborat tarkib qo'llaniladi, ular bir-biriga yaxshi bog'lanishi uchun shixta og'irligining 30% miqdorida zichligi 1,4 bo'lgan suyuq natriy shishasi qo'shiladi. Qoplamani botirish yo'li bilan surtiladi. Elektrod o'zagi sifatida CB-08 yoki CB-08ГC payvandlash simlari ishlatiladi.

Tok kattaligi elektrod diametrining har bir mm ga 60–70 A hisobidan tanlanadi. Yoyning kuchlanishi suv ostida havodagidan ko'ra birmuncha katta bo'ladi. Suv ostida kesish kemalarni remont qilishda, turli gidroinshootlar qurishda va hokazolarda keng qo'llaniladi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Elektrod bilan kesishning qanday usullari bor?
2. Elektr yoyi vositasida kesish usulining mohiyati nimada?
3. Elektrod bilan elektr yoyi vositasida kesish qayerda qo'llaniladi?

4. Kislorod-elektr yoyi bilan kesishning mohiyati nimada?
5. Kislorod-yoyi vositasida kesishning mohiyati nimada?
6. Havo-elektr yoyi vositasida kesish qayerda qo'llaniladi?
7. Plazma deb nimaga aytiladi?
8. Plazma vositasida kesishning mohiyati nimada?
9. Plazma vositasida kesishda qaysi gazlar ishlatiladi?
10. Suv ostida kesishning mohiyati nimadan iborat?
11. Suv ostida kesish qo'llaniladigan sohalarni aytib bering.

18 - MA'RUZA.

PO'LATLARNI PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASI

Reja

- 18.1. Po'latlarning tasnifi
- 18.2. Po'latlarning payvandlanuvchanligi
- 18.3. Uglerodli po'latlarni payvandlash texnologiyasi
- 18.4. Kam va o'rtacha legirlangan po'latlarni payvandlash texnologiyasi
- 18.5. Ko'p legirlangan po'latlarni payvandlash texnologiyasi

18.1. Po'latlarning tasnifi

Kimyoviy tarkibiga ko'ra po'lat uglerodli va legirlangan bo'ladi.

Uglerodli po'lat kam uglerodli (uglerod miqdori, 0,25% gacha), o'rtacha uglerodli (uglerod mikdori 0,25 dan 0,45% gacha) va ko'p uglerodli (uglerod miqdori 0,45 dan 2,14% gacha) bo'ladi.

Tarkibida ugleroddan tashqari legirlovchi elementlar (xrom, nikel, volfram, vanadiy va boshqalar) bo'lgan po'lat legirlangan po'lat deyiladi. Legirlangan po'latlar kam legirlangan (ugleroddan tashqari legirlovchi komponentlar yig'indisi 2,5% dan kam); o'rtacha legirlangan (ugleroddan tashqari legirlovchi komponentlar yig'indisi 2,5 dan 10% gacha), ko'p legirlangan (ugleroddan

tashqari legirlovchi komponentlar yig'indisi 10% dan ortiq) bo'ladi.

Mikrostrukturalariga ko'ra po'lat perlitli, martensitli, austentli, ferrit va karbidli sinfga bo'linadi.

Ishlab chiqarish usuliga ko'ra po'latlar quyidagilarga bo'linadi:

a) oddiy sifatli (uglerod miqdori 0,45% gacha), qaynaydigan, chala qaynaydigan va qaynamaydigan po'latlar. Qaynaydigan po'latni metallni kremniy yordamida ma'lum darajada oksidsizlash yo'li bilan olinadi, bu po'latda 0,05% gacha kremniy bo'ladi. Qaynamaydigan po'latda 0,12% kremniy bo'lib, u bir jinsli bo'ladi. Chala qaynaydigan po'latning tuzilishi qaynaydigan va qaynamaydigan po'latlar oraligida bo'lib, unda 0,05–0,12% kremniy bo'ladi;

b) sifatli po'lat — uglerodli yoki legirlangan, bularda oltingugurt va fosfor miqdori 0,04% dan ortmasligi kerak;

d) yuqori sifatli po'lat — uglerodli yoki legirlangan, ularda oltingugurt va fosfor miqdori mos ravishda 0,030 va 0,035% dan oshmasligi kerak. Bunday po'latlarda metallmas aralashmalar juda kam bo'ladi va markasi belgisiga A harfi qo'shib qo'yiladi.

Vazifasiga ko'ra po'latlar konstruksion (mashinasozlik), asbobsozlik, qurilish va alohida fizik xossali po'latlarga bo'linadi.

18.2. Po'latlarning payvandlanuvchanligi

Payvandlanuvchanlik deganda po'latni biron usulda payvandlaganda darz ketmasdan, g'ovaklashmasdan va boshqa nuqsonlarsiz yuqori sifatli payvand birikma hosil qila olishi tushuniladi.

Po'latning payvandlanuvchanligiga po'lat tarkibidagi uglerod va legirlangan qo'shilmalar miqdori katta ta'sir qiladi. Ma'lum kimyoviy tarkibdagi po'latning payvandlanuvchanligini aniqlash uchun uglerodning ekvivalent tarkibi (C_{ekv}) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$C_{ekv} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10}.$$

Elementlarning simvollarini ularning po‘latdagi foiz hisobidagi miqdorini ifodalaydi. Titan va niobiy payvandlanuvchanlikni yaxshilaydi va qo‘shilmalarni hisoblashda hisobga olinmaydi.

Po‘latni sovitishda uning martensit juda ko‘p (60–80% va bundan ortiq) bo‘lgan strukturadagi qisman toblangan zonalarida sovuqlayin darz ketish hollari ro‘y berishi mumkin. Martensitdan qanchalik ko‘p bo‘lsa, darz ketish shunchalik osonlashadi. Martensit 25–30% dan kam bo‘lganda, odatda, darz hosil bo‘lmaydi. Tarkibida erkin (karbidlar ko‘rinishida bog‘lanmagan) uglerod miqdori 0,3–0,35% dan ortiq bo‘lgan po‘lat sovuqlayin kuproq darz ketadi. Tarkibida 0,18–0,25% uglerod bo‘lgan va nikel bilan legirlangan po‘latlar sovuqlayin darz ketmaydi, chunki martensit hosil bo‘lishi tugallanadigan haroratda (550–400°C va 270–140°C da) chok yaqinidagi zona yetarli darajada plastik bo‘ladi.

Payvandlanuvchanlik alomatiga qarab po‘latlarning hammasini shartli ravishda 4 guruhga bo‘linishi mumkin:

1. Ekvivalent uglerod miqdori (C_{ekv}) 0,25 dan oshmaydigan yaxshi payvandlanadigan po‘latlar; bunday po‘latlar oddiy usulda payvandlanganda darz ketmaydi.

2. C_{ekv} 0,25–0,35 atrofida bo‘lgan, qoniqarli payvandlanadigan po‘latlar. Bunday po‘latlar normal ishlab chiqarish sharoitlaridagina, ya‘ni atrofda harorat 0°C dan ortiq, shamol esmayotgan va boshqa hollarda darz ketmasdan payvandlanadi.

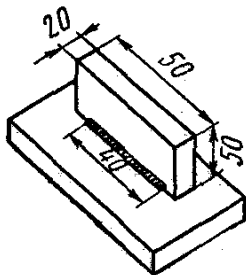
3. C_{ekv} 0,35–0,45 atrofida bo‘lgan va payvandlanuvchanligi cheklangan po‘latlar. Bunday po‘latlarni odatdagi sharoitlarda payvandlaganda ular darz ketishi mumkin. Ularni payvandlash uchun darz ketishiga yo‘l qo‘ymaslik choralarini ko‘rish kerak. Bu choralar jumlasiga oldindan yoki ish davomida qizdirish, payvandlashdan oldin yoki undan keyin termik ishlash, chetlarini maxsus ishlab tayyorlash, maxsus usul yoki tartibda payvandlash va boshqalar kiradi.

4. Yomon payvandlanadigan po‘latlar. Bunday po‘latlarning C_{ekv} 0,45 dan ortiq bo‘ladi. Bunday po‘latlarni payvandlashda ular darz ketishi mumkin. Odatda, ularni mavjud po‘lat xili uchun

ishlab chiqilgan va ishlatiladigan maxsus usullar bilangina payvandlash mumkin.

Po‘latning payvandlanuvchanligi turli namunalar yordamida ham aniqlanadi. Ana shu namunalar yordamida mazkur po‘latni payvandlashda chok hamda chokning qo‘shni zonasida darz-yoriqlarning paydo bo‘lishiga sabab bo‘luvchi mo‘rt struktura hosil bo‘lish-bo‘lmasligi aniqlanadi.

Eng oddiy usul texnologik sinash usulidir. Bunda sinalayotgan po‘lat tunukaga to‘g‘ri burchakli plastina bir tomonlama burchak chok bilan tavr shaklida payvandlanadi (18.1-rasm).



18.1-rasm. Po‘latning payvandlanuvchanlikka sinash namunalari.

Sokin havoda soviganidan keyin plastinani bolg‘a bilan urib, chok uch tomonidan vayron qilinadi. Ana shunda ilgari hosil bo‘lgan darzlarning o‘rni yoki chok yaqinida asosiy metallning yulinish hollari sezilsa, u holda bunday po‘latning payvandlanuvchanligi cheklangan bo‘ladi. Bunda uni oldindan qizdirish yoki keyinchalik termik ishlash talab qilinadi.

18.3. Uglerodli po‘latlarni payvandlash texnologiyasi

Uglerodli oddiy sifatli po‘latlar uchun ГОСТ 380-94 bo‘yicha quyidagi rusumlar belgilangan: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

Oddiy sifatli uglerodli po‘latlarni kimyoviy tarkibi 18.1-jadvalda keltirilgan.

Oddiy sifatli uglerodli po‘latlarni kimyoviy tarkibi

Po‘lat rusumi	Elementlarning massaviy ulushi, %		
	Uglerod	Marganes	Kremniy
Ст0	ko‘pi bilan 0,23	—	—
Ст1кп	0,06–0,12	0,25–0,50	ko‘pi bilan 0,05
Ст1пс	0,06–0,12	0,25–0,50	0,05–0,15
Ст1сп	0,06–0,12	0,25–0,50	0,15–0,30
Ст2кп	0,09–0,15	0,25–0,50	ko‘pi bilan 0,05
Ст2пс	0,09–0,15	0,25–0,50	0,05–0,15
Ст2сп	0,09–0,15	0,25–0,50	0,15–0,30
Ст3кп	0,14–0,22	0,30–0,60	ko‘pi bilan 0,05
Ст3пс	0,14–0,22	0,40–0,65	0,05–0,15
Ст3сп	0,14–0,22	0,40–0,65	0,15–0,30
Ст3Гпс	0,14–0,22	0,80–1,10	ko‘pi bilan 0,15
Ст3Гсп	0,14–0,22	0,80–1,10	0,15–0,30
Ст4кп	0,18–0,27	0,40–0,70	ko‘pi bilan 0,05
Ст4пс	0,18–0,27	0,40–0,70	0,05–0,15
Ст4сп	0,18–0,27	0,40–0,70	0,15–0,30
Ст5пс	0,28–0,37	0,50–0,80	0,05–0,15
Ст5сп	0,28–0,37	0,50–0,80	0,15–0,30
Ст5Гпс	0,22–0,30	0,80–1,20	ko‘pi bilan 0,15
Ст6пс	0,38–0,49	0,50–0,80	0,05–0,15
Ст6сп	0,38–0,49	0,50–0,80	0,15–0,30

Sifatli uglerodli konstruksion po‘latlar ma’suliyatli payvand konstruksiyalarda ishlatiladi. Ular ГОСТ 1050–74 bo‘yicha ishlab chiqiladi va mexanik xususiyatlari hamda kimyoviy tarkibi kafolatlanadi. Sifatli uglerodli po‘latlar raqamlar bilan rusumlanadi. Raqamlar uglerod miqdorini yuzdan bir foizini belgilaydi. Masalan, po‘latning 05 rusumidada uglerod miqdori 0,05% ni tashkil etadi.

Kam uglerodli po‘latlarni payvandlash. Bunday po‘latlar yaxshi payvandlanadi. Kam uglerodli po‘latlarni payvandlashda elektrodning turi va rusumi quyidagilarga asosan topiladi:

- payvand birikmasining mustahkamligi asosiy metall mustahkamligi bilan bir xil bo‘lishini ta’minlashi;
- nuqsonsiz payvand choklari hosil qilishi;

- chok metali kerakli kimyoviy tarkibda bo'lishi;
- vibratsion va zarbiy yuklamalarda, shuningdek yuqori va past haroratlarda payvand birikmalarining mustahkamligini ta'minlashi kerak.

Kam uglerodli po'latlarni payvandlash uchun AHO-6, CM-5, O3C-3, O3C-6, OMA-2 va bo'shqa markali elektrodlardan foydalaniladi.

O'rtacha uglerodli po'latlarni payvandlash. Bunday po'latlarda payvandlash vaqtida kristallanish yoriqlarini hosil qiluvchi, shuningdek chok atrofi zonasida kam plastik strukturalar va yoriqlar hosil qiluvchi uglerod miqdori ko'p bo'ladi.

Shuning uchun chok metalining chidamliligini oshirish uchun (kristallanish yoriqlari hosil bo'lishiga qarshi) chok metali tarkibidagi uglerod miqdorini kamaytirish kerak. Bu maqsadga uglerod miqdori kam bo'lgan elektrodlar qo'llab erishiladi, shuningdek asosiy metallning chok metali tarkibida ozroq bo'lishiga harakat qilinadi.

Toblangan strukturalarning paydo bo'lishini kamaytirish uchun buyumni dastlab va payvandlash vaqtida qizdirib turish kerak. Payvand birikmasining asosiy metall bilan bir xil mustahkamlikda bo'lishiga erishishning ishonchli usuli chok metalini marganes yoki kremniy bilan qo'shimcha legirlashdir.

O'rtacha uglerodli po'latlar YOHI-13/45, MP-3, YII-1/45, YII-2/45, O3C-2, YOHI-13/55, YOHI-13/65 va h. k. elektrodlar bilan payvandlaniladi.

Yuqori uglerodli po'latlarni payvandlash. Yuqori uglerodli po'atlardan ($C > 0,45\%$) payvand konstruksiyalar yasalmaydi. Ularni qo'llanilishi ta'mirlash ishlarida, eritib qoplashda ishlatiladi. Ushbu qo'llanishda ham boshqa yomon payvandlanadigan po'latlarni payvandlash, eritib qoplash usullari kabi usullar qo'llaniladi (oldindan va keyin issiqlik bilan ishlov berish, qizdirib borish, talab etiladigan elektrod rusumlari, payvandlash rejimlari).

18.4. Kam va o‘rtacha legirlangan po‘latlarni payvandlash texnologiyasi

Bunday po‘latlarning payvandlanishi po‘latning tarkibida uglerod va legirlovchi komponentlarning bo‘lishiga bog‘liq. Po‘latning tarkibida uglerod va legirlovchi komponentlar qancha ko‘p bo‘lsa, ular shuncha yomon payvandlanadi. Bu po‘latlar payvandlashdagi issiqlik ta’sirlariga ta’sirchanliroqdir. Elektrodlar va turli payvandlash ashyolari shunday tanlanishi kerakki, ulardagi uglerod, fosfor, oltin gugurt va boshqa zararli elementlarning miqdori kam uglerodli konstruksion po‘latlarni payvandlashdagiga nisbatan kam bo‘lishi kerak. Bundan maqsad kristallizatsion darzlarga qarshi chok metalini turg‘unligini oshirishdir, chunki kam legirlangan po‘latlar kristallizatsion darzlar hosil qilishga moyildir. Kam legirlangan po‘latlar yoy yordamida 18.2-jadvalda keltirilgan rejimlarda payvandlanadi.

18.2-jadval

Kam legirlangan po‘latlarni pastki holatdagi choklarini yoy yordamida payvandlash rejimlari

Metall qalinligi, mm	1–2			2–5			5–10			10 dan yuqori	
Elektrod diametri, mm	1,6	2,0	2,5	2,5	3,0	4,0	4,0	5,0	6,0	5,0	6,0
Tok, A	35–45	45–65	65–85	65–85	80–100	130–150	130–150	170–200	210–240	170–200	210–240

Vertikal va ship choklarni payvandlashda tok 10–20% kamaytiriladi va diametri ko‘pi bilan 4 mm elektrodlar ishlatiladi.

Chok metalining sovish tezligini kamaytirish uchun uchma-uch birikmalardan foydalanish kerak. Chunki tavr shaklida va chetlari ustma-ust qo‘yib payvandlangan birikmalar tez soviydi. Berk konturli choklari bor birikmalar ishlamaslikka harakat qilishi kerak. Bordi-yu ana shunday birikmalar tayorlash zarur bo‘lsa, uni

qizdirish va sekin sovitish choralarini ko'rib qisqa hududlarga bo'lib payvandlanadi.

Qalinligi 6 mm gacha bo'lgan metallning uchma-uch birikmalari hamda kateti 7 mm gacha bo'lgan valikli choklar bir qatlam hosil qilib (bir o'tishda) payvandlanadi. Buning natijasida sovish tezligi kamayadi. Nisbatan qalin metall uzun hududlarga bo'linib bir necha qatlam hosil qilib payvandlanadi. Har qaysi qatlam qalinligi elektrodning 0,8–1,2 diametrini tashkil etishi kerak. Qalinligi 40–45 mm gacha bo'lgan metal "do'nglik" yoki "kaskad" usulida ko'p qatlamli chok hosil qilib payvandlanadi. Hududlar uzunligi (300–350 mm) navbatdagi qatlamni yotqizishda oldingi qatlam 200°C dan past haroratgacha sovimaydigan qilib tanlanadi.

Agarda po'lat toblanishga moyil bo'lsa, birinchi qatlam hosil qilishdan oldin payvandlanadigan joy gorelka yoki induktor bilan 200–250°C ga qadar qizdiriladi. Payvandlab bo'lgandan keyin ta'sir zonasidagi qattikligi 250 HB va bundan ortiq birlikni tashkil etsa, u holda oldindan qizdirish keyinchalik esa bo'shatish kerak bo'ladi.

Kam legirlangan konstruksion po'latlarni payvandlash asosiy turdagi qoplamalar YOHI-13/45, YOHI-13/55, YOHI-13/85, O3C-2 va boshqalarni ishlatish kerak. Bu qoplamalarni ishlatganda eritib qo'shilgan metall ancha zich hamda qovushqoq bo'lib, eskirishga unchalik moyil bo'lmaydi. Hosil qila oladigan kislotali qoplamli elektrodlardan kam legirlangan po'latlardan mas'uliyatli bo'lmagan konstruksiyalarni payvandlashdagina foydalanishi mumkin.

Kam legirlangan konstruksion po'latlarni Э42A turidagi elektrodlar bilan payvandlasa bo'ladi. Chunki chok metali erigan asosiy metall elementlari hisobiga qo'shimcha legirlanadi hamda uning vaqtinchalik qarshiligi 500 MPa gacha ortadi. Bunda chok metali yuqori plastikligini saqlaydi. Э60A turidagi elektrodlar bilan payvandlashda chok metalida uglerod miqdori ancha ko'p bo'lgani uchun unchalik plastik bo'lmagan mustahkam chok hosil bo'ladi.

Kremniy-marganes-misli 10Г2СД, 10ХГСНД, 15ХСНД va 12ХГ po‘latlar Э50А turdagi УОНИ-13/55 rusumli elektrodlar bilan payvandlanadi. Payvandlash oldidan buyum qizdirilmaydi.

Xromli 15Х po‘lat УОНИ-13/85 elektrodleri bilan eng qisqa yoy bilan qizdirilmay va termik ishlov berilmay payvandlanadi.

Xrom-kremniy-marganesli 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГСА, 30ХГЧА po‘latlari eng qisqa yoy bilan ЦЛ-18-63 yoki НИАТ-3М elektrodleri yordamida payvandlanadi. Payvandlashdan keyin payvand birikmalari yuqori mustahkamlikka chidaydigan qilib termik ishlov beriladi 880°C haroratda toblanib, sung bo‘shatiladi.

Issiqla chidamli po‘latlar. Issiqla chidamli po‘latlardan 600°C haroratdan oshmaydigan ish zonalarida ishlaydigan buyumlar tayyorlanadi. Yanada yuqori haroratda ishlash uchun buyumlarni issiqbardosh va olovbardosh po‘latlardan tayyorlanadi. Issiqla chidamli po‘latlarga 12МХ, 20МХЛ, 34ХМ, 20Х3МБФ, 20ХМФ, 20ХМФЛ, 12Х1М1Ф, 15ХМФКР, 12Х2МФБ, Х5М, 15Х5МФА va boshqalar kiradi.

Bunday po‘latlar qoniqarli payvandlanadi. Lekin, payvandlash texnologiyasi noto‘g‘ri bo‘lganida chok yaqinidagi utish zonasida mayda-mayda yoriqlar hosil bo‘lishi mumkin. Bunday po‘latlar chetlarini payvandlashga moslab aniq yig‘ishni talab qiladi. Butun chok uzunligi uzra tirqish bir xil bo‘lishi va metal qalinligi 5 mm gacha bo‘lganida 0,8 mm, 5–16 mm bo‘lganida 1,5 mm va 16 mm dan ortiq bo‘lganida 4–6 mm bo‘lishi kerak.

Turli rusumli issiqla chidamli po‘latlarni payvandlash texnologiyasida asosiy metall bilan chok metalini bir xil bo‘lishi uchun payvandlanayotgan metallni qizdirish kerak.

Buyumni qo‘shimcha qizdirish metall toblanishining oldini olish uchun bajariladi. Ushbu qizdirishsiz payvandlansa chok metalida va chok atrofi zonasida xrom hamda molibden karbidleri hosil bo‘ladi, ular payvand birikmaning mo‘rtligini oshirishi mumkin.

Chok metali bilan asosiy metallning bir xil bo‘lishi, payvand buyumni ishlatish davrida yuqori harorat oqibatida hosil bo‘ladigan diffuzion hodisalarni bartaraf etish uchun muhimdir.

Chok tubini to'la va sinchiklab payvandlash kerak. Buning uchun birinchi qatlam diametri 3 mm elektrod bilan payvandlanadi. Payvandlanadigan po'lat qanday rusumda bo'lsa, xuddi shunday rusumdagi elektrod sim ishlatiladi. Payvandlashda asosiy qoplamli elektrodlar ishlatiladi.

550°C gacha haroratlarda ishlaydigan 12MX va 20MXJI po'latlardan qilingan buyumlar IJJI-14 elektrodleri bilan payvandlanadi. Payvandlashdan avval buyumni 20MXJI po'lat uchun 250–300°C gacha, 12MX po'lati uchun 200°C gacha qizdiriladi. Payvandlashdan so'ng 710°C haroratda bo'shatiladi.

470°C gacha haroratlarda ishlaydigan 34XM va 20X3MBΦ po'latlaridan qilingan buyumlar IJJI-30-63 elektrodleri bilan payvandlanadi. 34XM po'latini payvandlashdan avval va payvandlash vaqtida 350°C gacha, 20X3MBΦ po'latidan qilingan buyumlarni esa 400–450°C haroratgacha qizdiriladi. Payvand birikmalari 34XM po'lati uchun 600°C haroratda, 20X3MBΦ po'lati uchun 680°C haroratda bo'shatiladi.

570°C gacha haroratlarda ishlaydigan 20XMΦ, 20XMΦJI, 12X1M1Φ po'latlaridan qilingan buyumlar IJJI-20-63 elektrodleri bilan payvandlanadi. Buyumni 300–350°C gacha qizdirib qisqa yoy vositasida payvandlanadi. Payvandlangandan keyin 3 soat davomida 700–740°C haroratda bo'shatiladi.

600°C gacha haroratda ishlaydigan 15XMΦKP va 12X2MΦБ po'latlaridan qilingan buyumlar IJJI-26M-63 elektrodleri bilan payvandlanadi. Ular 350–400°C haroratgacha qizdirgan holda qisqa yoy vositasida payvandlanadi va so'ngra 740–760°C haroratda bo'shatiladi.

450°C gacha haroratlardan agressiv muhitlarda ishlatiladigan 15X5M va 15X5MΦA po'latlaridan qilingan buyumlar IJJI-47-63 elektrodleri bilan payvandlanadi. Payvandlashdan avval va payvandlash vaqtida 300–450°C gacha qizdiriladi va so'ngra 3 soat davomida 760°C haroratda bo'shatiladi.

18.5. Ko'p legirlangan po'latlarni payvandlash texnologiyasi

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalardan qilingan buyumlarni payvand birikmalariga mustahkamlik chegarasiga oid, shuningdek, plastiklikka oid talablardan tashqari konstruksiyaning vazifasi va payvandlanayotgan metallning xossalariga oid talablar ham qo'yiladi. Bu talablar quyidagilardan iborat:

- korroziyabardosh (zanglamas) po'latlar uchun — kristallitlararo umumiy suyuqlikda va kuchlanish ostida korroziyaga qarshi turish imkoniyati;

- kuyundibardosh po'latlar va qotishmalar uchun — kuyundi hosil bo'lishiga va kristallitlararo gaz korroziyaga qarshi tura olish imkoniyati;

- olovbardosh po'latlar va qotishmalar uchun — yuqori harorat va yuklama ta'sirida uzoq muddat mustahkamlikni ta'minlash, siljishga qarshi qarshilik ko'rsata olish, mikrostrukturaning barqarorligi, mo'rtlanishga qarshi chidamliligini ta'minlash va qirqilib ketishiga, kuyundi hosil bo'lishiga kam beriluvchan bo'lishini ta'minlash.

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarni payvandlashdagi asosiy qiyinchiliklar, payvand birikmalarining kristallanish yoriqlari hosil bo'lishiga qarshi tura olishini ta'minlash, korroziyaga chidamliligini va ish haroratlari hamda kuchlanishlar ta'sirida birikmalarining xossalarini saqlashni ta'minlashdir.

Kam uglerodli po'latlarga nisbatan aksariyat ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti kichik (1,5–2 marta) va chiziqli kengayish koeffitsienti katta (1,5 marta) bo'ladi. Payvandlashda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining pastligi issiqlikning to'planishiga va buning natijasida buyum metali suyuqlanishining ortishiga olib keladi. Shu tufayli berilgan suyuqlanish chuqurligini hosil qilish uchun payvandlash toki kattaligini 10—20% ga pasaytirish lozim. Oshirilgan chiziqli kengayish koeffitsienti payvandlashda payvand — buyumlarda katta deformatsiyalarning paydo bo'lishiga, ularning bikrligi yuqori bo'lgan holda esa (nisbatan yirik buyumlar, qalin metall, payvandlanadigan detallar orasida tirqishning

yoʻqligi, payvandlashda buyumning bikt mahkamlanishi) payvand buyumda darzlar hosil boʻlishiga olib keladi.

Koʻp legirlangan poʻlatlar va qotishmalar kam uglerodli poʻlatlarga nisbatan darzlar hosil boʻlishiga ancha moyil boʻladi. Darzlar issiqdan koʻpincha austenitli poʻlatlarda, sovuqdan esa martensit va martensit-ferrit sinfidagi toblanadigan poʻlatlarda hosil boʻladi. Bundan tashqari, tarkibida titan yoki niobiy boʻlmagan yoxud vanadiy bilan legirlangan korroziyabardosh poʻlatlar 500°C dan yuqori haroratda qizdirilganda korroziyaga qarshi xossalarini yoʻqotadi. Chunki qattiq eritmadan korroziyalanish hamda korroziyadan yorilish markazlari boʻlib qoladigan xrom karbidlari ajralib chiqadi. Termik ishlov berib (koʻpincha toblab) payvand buyumlarning korroziyaga qarshi xossalarini tiklash mumkin. Eritmadan ilgari ajralib chiqqan xrom karbidi 850°C gacha qizdirib austenitda qayta eritiladi, tez sovitilganda esa ular alohida fazaga ajralib chiqmaydi. Termik ishlov berishning bunday turi stabillash deb ataladi. Lekin, stabillash poʻlatning plastikligi va qovushqoqligining pasayishiga sabab boʻladi.

Payvand buyumlarning plastikligi, qovushqoqligi va bir yoʻla korroziyaga qarshi xossalari yuqori boʻlishiga metallni 1000–1150°C haroratgacha qizdirib va suvda tez sovitib (toblab) erishish mumkin. Koʻp legirlangan poʻlatlarni payvandlashda darzlarning oldini olish yoʻllari: chok metalida ikki fazali struktura (austenit va ferrit) hosil qilish; chok tarkibidagi zararli aralashmalar (oltingugurt, fosfor, qoʻrgʻoshin, surma, qalay, vismut) miqdorini cheklash va metall tarkibiga molibden, marganes, volfram singari elementlarni kiritish; asos va aralash xarakterdagi elektrod qoplamlaridan foydalanish, payvandlashda biktligi pastroq boʻlgan buyum hosil qilish.

Austenitli poʻlat chokini payvandlashda buyum biktligini oshirish bilan birga chok metali tarkibidagi ferritning miqdorini 2 dan 10% gacha oshirish zarur. Bu holda chok metalining plastikligi austenitli poʻlatnikiga nisbatan ortadi va darzlar hosil boʻlmasdan choʻkadi (hatto payvand buyum bikt holatda boʻlganda ham).

Asos xarakterli yoki aralash qoplamli elektrodlar ishlatilganda (lekin chok metalini molibden, marganes va volfram bilan legirlab), chok metali mayda donli tuzilishga ega bo'ladi. Bu holda metallning plastik xossalari ortadi va chok metali (chok yaqinidagi metall ham) cho'kkanda unda issiqdan darzlar vujudga kelmaydi.

Darzleri bo'lmagan payvand birikmalar hosil qilish uchun payvandlanadigan detallarni tirqish qoldirib payvandlash va iloji boricha choklarni qamroq suyuqlangan metall bilan to'ldirish (suyuqlangan metal bilan to'ldirish shakli koeffitsienti 2 dan kam bo'lishi kerak) qo'llash tavsiya etiladi. Choklarni minimal pogonli issiklik energiyasida 1,2–2,0 mm diametrli ingichka elektrodlar bilan payvandlagan ma'qul.

Bir jinslimas strukturali payvand birikmalar payvandlashdan keyin ham, termik ishlov berilgandan keyin ham asosiy metallning mustahkamligiga nisbatan past mustahkamlikka ega bo'ladi. Bundan tashqari, yuqori haroratlarda ishlaydigan payvand birikmalarda chok metali bilan asosiy metall orasida diffuziya bo'ladi, bu esa chok yaqinidagi zona va qotishish zonasida sovuqdan darzlar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarning turli rusumlarini yoy yordamida payvandlashda elektrod turi qat'iy asoslangan holda tanlanishi kerak.

100–300°C haroratgacha qizdirish (umumiy yoki mahalliy) asosiy metall mikrostrukturasining xarakteriga, tarkibdagi uglerod miqdoriga, buyumning bikrliligi va qalinligiga qarab ko'p legirlangan po'latlar hamda qotishmalarni payvandlashda tavsiya qilinadi. Martensitli po'latlar va qotishmalar uchun buyumni qizdirish shart; austenitli po'latlar uchun qizdirishdan kam qo'llaniladi. Qizdirish payvandlash jarayonida haroratning buyum bo'ylab ancha tekis taqsimlanishiga va sekin sovitilishiga yordam beradi, natijada payvand birikmada cho'kish deformatsiyalarining konsentratsiyasi hamda darzlar hosil bo'lmaydi.

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarni payvandlashda chok metali hamda chok yaqinidagi metallning o'ta qizishi (donlarning yiriklashishi) uning kimyoviy tarkibi va mikrostrukturasiga qizish harorati hamda metallning yuqori

haroratda bo'lish vaqtiga bog'liq. Payvandlashda, odatda, ko'pincha bir fazali ferritli po'latlar o'ta qiziydi.

Tarkibidagi uglerod miqdori 0,12% dan ortiq bo'lgan ko'p legirlangan po'latlar 300°C va undan yuqori haroratgacha oldindan qizdirib payvandlanadi, so'ngra payvand buyumlar termik ishlanadi.

Korroziyabardosh po'latlar. Korroziyabardosh po'latlarga 08X18H10T, 12X18H10T, 17X18H9, 12X18H9T, 12X18H12T va boshqa po'latlar kiradi.

08X18H10T, 08X18H10 ba 12X18H10T po'latlar, chok metali kristallitaro korroziyaga qarshi chidamli bo'lish talab qilinmagan hollarda, O3JI-14 elektrodleri bilan payvandlanadi. Bu elektrodler bilan payvandlaganda payvand chokida 6–10% ferrit faza bo'ladi.

12X18H9, 12X18H9T po'latlari, chok metaliga kristallitaro korroziyaga qarshi chidamdilik talab qilinadigan hollarda yoki payvand birikmasi 350°C gacha haroratda ishlatiladigan bo'lsa (agressiv muhit bo'lmaganida 250 dan 800°C gacha haroratda ishlatilsa) O3JI-8 elektrodleri bilan payvandlanadi. Payvand choklarida ferrit faza miqdori 3,5 dan 8,5 % gacha bo'ladi.

12X18H10T, 12X18H9T, 08X18H12T po'latlari agar payvand choki metaliga kristallitaro korroziyaga qarshi chidamlilik jihatidan yuqori talablar qo'yiladigan bo'lsa, I1JI-11 elektrodleri bilan payvandlanadi. Payvand choklarida ferrit faza miqdori 2,5 dan 7% gacha bo'ladi.

12X18H12T po'lat I1T-15-1 elektrodleri bilan payvandlanadi (chokning asosi), payvand birikmasi 600–650°C haroratda va yuqori bosimda ishlatiladi. Payvand choklarida ferrit faza miqdori 5,6 dan 9% gacha bo'ladi.

Olovbardosh po'latlar. Bu guruhga 15X25T, 15X28, 20X23H18, 20X23H13, 20X25H20C2 va boshqa po'latlar kiradi. Agar payvandlanuvchi buyumlar 1150°C gacha haroratlarda ishlatiladigan bo'lsa (oltingugurt gazi bo'lmagan muhitlarda va siklik o'zgarishlar bo'lmaganda) 15X25T va 15X28 po'latlari O3JI-6 elektrodleri bilan qisqa yoy yordamida payvandlanadi. Metall chetlari payvandlashga faqat mexanik usulda tayorlanadi. Ferrit faza miqdori 2,5 dan 10% gacha bo'ladi.

Agar payvandlanadigan buyumlar 850°C haroratdan yuqori haroratlarda ishlatiladigan bo'lsa, 20X23H18, 15X25T va 15X28 po'latlarni IJT-25 elektrodleri bilan payvandlanadi. Kengligi elektrod diametridan uch martadan ortiq bo'lmagan valiklar tarzida payvandlanadi. Kraterlarni qisqa tutashuv yo'li bilan to'ldiriladi. Ferrit faza miqdori 3 dan 9 % gacha bo'ladi.

900–1100°C gacha haroratlarda ishlatiladigan 15X25T, 15X28, 20X23H13, 20X23H18 po'latlarni O3JI-4 elektrodleri bilan eng qisqa yoy vositasida payvandlaniladi. Chetlarni faqat mexanik usulda payvandlashga tayyorlanadi. Ferrit faza miqdori 2,5 dan 8% gacha bo'ladi.

Oksidlovchi va uglerodlanuvchi muhitlarda 900–1050°C temperaturalarda ishlaydigan 20X23H18, 20X23H13 po'latlari O3JI-9A elektrodleri bilan payvandlanadi. Bu po'latlarni payvandlashda kraterlarda yoriqlar paydo bo'lmashligiga alohida ahamiyat berish kerak. Ferrit faza bo'lmaydi va GOCT tomonidan me'yorlashtirilmaydi. Payvand choklari kristallitlararo korroziyaga unchalik chidamli emas.

Issiqbardosh po'latlar va qotishmalar. Bu guruh po'latlarga 45X14H14B2M, 12X18H12T, 20X23H13, 20X23H18, XH35BT va boshqalar kiradi.

600°C haroratgacha bo'lgan sharoitlarda ishlaydigan 45X14H14B2M po'latlarni IJT-1 elektrodleri bilan payvandlanadi. Payvand choklari issiq yoriqlar hosil bo'lishiga qarshi chidamlidir.

620°C gacha haroratlarda ishlaydigan 12X18H12T po'latlarni IJT-7 elektrodler bilan payvandlanadi. Payvand choklaridagi issiq yoriqlar ferrit fazasini 2 dan 5% gacha oshirish yo'li bilan bartaraf qilinadi. Payvandlashdan keyin 750–800°C da 10 soat davomida yumshatiladi.

1050°C gacha haroratda ishlaydigan 20X23H13, 20X23H18 po'latlari O3JI-9 elektrodleri bilan payvandlanadi. Chetlarni payvandlash oldidan olovda ishlov berish mumkin emas. Ko'p qatlamli payvandlashda choklarni O3JI-4, O3JI-5, O3JI-6 va GC-1 elektrodleri bilan eritib quyilgan qatlamlarning har biridan keyin O3JI-9 elektrodleri bilan payvandlash kerak.

Temir-nikel asosli XH35BT qotishmalar КТИ-7-62 elektrodleri bilan payvand qilinadi.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Po‘latlar qanday sinflarga bo‘linadi?
2. Payvandlanuvchanlik bo‘yicha po‘latlar qanday taqsimlanadi?
3. Kam uglerodli po‘latlarni payvandlashning qanday xususiyatlari bor?
4. O‘rtacha uglerodli po‘latlarni payvandlashda kristallanish yoriqlari hosil bo‘lmasligi uchun nima qilish kerak?
5. Kam legirlangan konstruksion po‘latlarini payvandlashning qanday o‘ziga xosligi bor?
6. Issiqqa chidamli po‘latlarni payvandlashning qanday xususiyatlari bor?

19 - MA‘RUZA.

CHO‘YANLARNI PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASI

Reja

- 19.1. Cho‘yanning payvandlash mohiyati
- 19.2. Qizdirib payvandlash
- 19.3. Yarimqizdirib payvandlash
- 19.4. Nikel, mis va murakkab mis-po‘lat elektrodlar bilan sovuqlayin payvandlash
- 19.5. Shpilka qurilmasi bilan kam uglerodli po‘latlardan tayyorlangan elektrodlar bilan sovuqlayin payvandlash

19.1. Cho‘yanning payvandlash mohiyati

Temir uglerodli qotishmalarning uglerod miqdori 2,14 % dan ortiq bo‘lgan qotishmalar cho‘yan deb ataladi.

Oddiy cho‘yan temir uglerod kremniyli qotishmalarni tashkil etadi, uni tarkibida uglerod miqdori 2,5% dan 4% gacha, kremniy

1% dan 5% gacha, turli miqdorlarda marganes, sera va fosfor; ayrim hollarda bir nechta maxsus legirlangan elementlardan (nikel, xrom, molibden, vanadiy, titan) tashkil topgan.

Cho‘yan arzon material hisoblanadi, yaxshi quymakorlik xususiyatiga ega, shu jihatlari bilan mashinasozlikda keng qo‘llaniladi.

Qotishmalarda uglerod miqdoriga qarab cho‘yanni quyidagi turlarga ajratiladi:

- 1) oq cho‘yan;
- 2) kul rang cho‘yan;
- 3) bolg‘alanuvchi cho‘yan;
- 4) o‘ta mustahkam cho‘yan.

Cho‘yanning tuzilishi, fizik va mexanik xususiyati uning sovush tezligiga va kimyoviy tarkibiga bog‘liq. Bir xil kimyoviy tarkibi va boshqa teng sharoitlarda ham sovush tezligi yuqoriligi, cho‘yanda tsementit hosil bo‘lishiga olib keladi, ya’ni oq cho‘yan hosil bo‘ladi. Sekin sovushi aksincha grafit holatida uglerod ajralishiga olib keladi buning oqibatida kul rang cho‘yan hosil bo‘ladi.

Cho‘yanning hamma aralashmalari sementit ta’siriga qarab ikki guruhga ajratiladi: grafit va karbid hosil qiluvchi, ya’ni grafit ajralishini sekinlashtiruvchi. Kremniy grafitlovchi aralashma hisoblanadi. Kremniy miqdori 4,5% dan ortiq bo‘lsa, amaliy jihatdan hamma uglerod grafit ko‘rinishida ajraladi. Oltingugurt yengil eruvchi evtektika hosil qiladi va faol karbid hosil qiluvchi hisoblanadi, bu esa o‘z navbatida cho‘yanning mo‘rtligini oshiradi. Shuning uchun cho‘yanda oltingugurt miqdori qattiq chegaralarda (0,15% dan ko‘p emas) bo‘ladi. Marganes cho‘yanda oltingugurt miqdorini pasaytiradi; cho‘yanda marganes miqdori 0,8% gacha bo‘lsa, grafitizatlor sifatida ta’sir etadi, 1% dan yuqori bo‘lsa, kuchsiz karbid hosil qiluvchi sifatida ta’sir etadi, keyingi marganes miqdori oshib borishi, karbid hosil qiluvchilik ta’sirini oshiradi. Fosfor erigan cho‘yanni oquvchanlik xususiyatini ta’minlaydi va cho‘yanning qattiqligi va mo‘rtligini oshiruvchi murakkab fosfid evtektikani hosil qiladi.

Oq cho'yanda uglerodning deyarli hammasi sementit shaklida bog'langan holatda bo'ladi. Bunday cho'yanning singan joyi och kul rang tusda bo'lib, u juda qattiq va mexanik ishlab bo'lmaydi hamda shuning uchun ham detallar tayyorlashda qo'llanilmaydi, faqat qayta ishlab po'lat olish hamda bolg'alanuvchan cho'yandan detallar tayyorlashda foydalaniladi. Bunday cho'yan qayta ishlanadigan cho'yan deb ham ataladi.

Kul rang cho'yan singan joyida qoramtir-kul rang rangda bo'lib, yumshoq va asboblari bilan yaxshi ishlanadi. Shuning uchun ham mashinasozlikda keng ko'llamda ishlatiladi. Kul rang cho'yanning erish harorati $1100-1200^{\circ}\text{C}$. Cho'yanda uglerod qanchalik ko'p bo'lsa, erish harorati shunchalik past bo'ladi. Kul rang cho'yandagi uglerodning ko'p qismi asosiy qotishma donalari orasida bir tekisda joylashgan grafit ko'rinishida bo'ladi.

Kul rang cho'yanda oq cho'yanga qaraganda kremniy ko'p, marganes esa kam bo'ladi. Kul rang cho'yanning taxminiy tarkibi: 3–3,6% uglerod, 1,6–2,5% kremniy, 0,5–1% marganes, 0,05–0,12% oltingugurt, 0,1–0,8% fosfor.

Bolg'alanuvchan cho'yan mexanik xossalari ko'ra cho'yan bilan po'lat orasida oraliq holatni egallaydi, kul rang cho'yandan ancha qovushqoqligi va unchalik mo'rt bo'lmasligi bilan farq qiladi. Bolg'alanuvchan cho'yandan detallar tayyorlash uchun avvalo ular oq cho'yandan quyib olinadi, keyin termik ishlanadi. Masalan, $800-850^{\circ}\text{C}$ haroratda qumda uzoq vaqt yumshatiladi yoki "charchatiladi". Bunda erkin uglerod sof temir kristallari orasida alohida-alohida to'plangan uyumlar tariqasida joylashgan yumaloq shakldagi mayda zarrachalar ko'rinishida ajralib chiqadi. $900-950^{\circ}\text{C}$ dan ortiq haroratda uglerod sementitga o'tadi va detal bolg'alanuvchan cho'yan xossalarini yo'qotadi.

Shuning uchun ham detallarni payvandlab bo'lgandan keyin payvand chokda hamda chok yaqinidagi zonada bolg'alanuvchan cho'yanga xos dastlabki strukturani hosil qilish uchun uni yana to'la siklda termik ishlashga to'g'ri keladi.

Legirlangan cho'yan. Alohida xossalarga ega, kislotaga chidamli, zarb yuklamalarda nihoyatda mustahkam va h. k.

Cho‘yan xrom-nikel bilan legirlanishi natijasida ana shunday xossalari bo‘lib qoladi.

Modifikatorli cho‘yan. Kovshdagi yoki vagranka novidagi suyuq cho‘yanga modifikator deb ataladigan maxsus qo‘shilmalar, ya’ni silikokalsiy, ferrosilisiy, sili-aluminiy va boshqalarni qo‘shib kul rang cho‘yandan olinadi. Qo‘shiladigan modifikatorlar miqdori 0,1–1,5% dan oshmaydi. Bunda suyuq cho‘yan harorati 1400°C dan kam bo‘lmasligi kerak. Modifikatsiyalashda cho‘yan tarkibi qariyb o‘zgarmaydi, lekin grafit donalari mayda plastina, ozgina uyurilgan ko‘rinishda bo‘lib qoladi va bir-biridan alohida-alohida joylashadi. Buning natijasida cho‘yaning strukturasi bir jinsli, zich bo‘ladi, mustahkamligi ortadi, yeyilishga ko‘proq qarshilik ko‘rsatadigan va korroziyaga chidamli bo‘ladi.

O‘ta mustahkam cho‘yanlar shar shaklidagi grafitdan iborat. Bunga suyuq cho‘yanga 1400°C haroratda sof magniy yoki uning - mis hamda ferrosilisiy qotishmalarini qo‘shib, so‘ngra silikokalsiy yoki ferrosilisiy bilan modifikatsiyalab erishiladi.

Qattqlik cho‘yaning muhim tavsifi hisoblanadi; u legirlovchi aralashmalar tuzilishiga va grafit qo‘shimchalarining o‘lchamlariga bog‘liq. Ferritli cho‘yanlar eng kam qattqlikka ega, ularda xususan hamma uglerod bo‘sh holatda bo‘ladi, perlitli cho‘yan plastinli grafit bilan qattqligi HB 220–240, cho‘yan martensitli metal asosi bilan qattqligi HB 400–500, sementit tuzilishi qattqligi esa HB 750 bo‘ladi.

Chuyonni payvandlash usulini tanlashda quyidagi xususiyatlarini xisobga olish kerak:

1) cho‘yonning yuqori mo‘rtligi notekis qizishi va sovishi payvandlash jarayonida darzlar paydo bo‘lishi mumkin;

2) sovish tezligi ortib borishi chok atrofi hududi oqqish qatlam hosil qiladi va uning keyingi mexanik ishlov berishi qiyinlashadi;

3) suyuq vannada kuchli gaz hosil qilinishi payvand chokning teshikli bo‘lishiga olib keladi;

4) cho‘yonni yuqori oquvchanligi uni payvand vannada ushlanib turishi qiyinlashtiradi, pastki payvandlash usulidan tashqari;

5) payvandlashda kremniy oksidlanadi, kremniy oksidlari payvand metallga nisbatan erish harorati yuqori shu sababli payvandlash jarayoni qiyinlashadi.

Uzoq vaqt yuqori haroratda ishlaydigan cho‘yan detallar uncha payvandlanmaydi. Buning sababi yuqori harorat ta‘sirida (300–400°C va undan yuqori) bo‘lgan uglerod hamda kremniy oksidlanadi va cho‘yan o‘ta mo‘rt holatga keladi. Cho‘yan tarkibidagi oksidlangan uglerod va kremniy sababli u yonuvchan deb ataladi. Hamda uzoq muddat yog‘ va kerosin bilan tutashib ishlovchi cho‘yanlar ham qiyin payvandlanadi. Bu holatda cho‘yan yog‘ va kerosinlarni o‘ziga yutadi payvandlash paytida yonib gazlar hosil qiladi, bu gazlar esa payvand chokda g‘ovaklar hosil bo‘lishiga olib keladi.

Cho‘yonni payvandlashning ikki usuli mavjud. *Cho‘yanni sovuqlayin payvandlash* – bunda buyumni oldindan qizdirmasdan payvandlash. *Cho‘yanni issitib payvandlash* – bunda buyumni payvandlashdan oldin qizdirib hamda payvandlash vaqtida qizdirilib (600–700°C gacha) boriladigan jarayonga aytiladi. Bunday jarayon payvand vanna metali va chok atrofi hududini sovush tezligini kamaytiradi, bu esa o‘z o‘rnida chok metalining butunlay grafitlanishiga olib keladi va chok atrofi hududida oqqartish yo‘qoladi hamda payvandlash kuchlanishlarni paydo bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaydi.

Cho‘yan buyumni 250–400°C gacha qizdirishdan maqsad payvandlash kuchlanishini va sovush tezligini kamaytirish buning oqibatida cho‘yanning asos metali stukturasini plastikligini yanada oshirishdir, bunday jarayonni ko‘pincha yarim issiq payvandlash deyiladi.

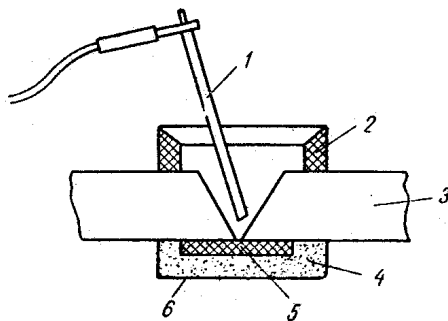
Sovuqlayin payvandlash usuli kam xarajatlar talab etadi. Bundan tashqari, bu usulda payvandlashda chok metalining kimyoviy tarkibini katta chegaralarda o‘zgartirish mumkin. Lekin sovuq cho‘yan yuzasiga valik tekkizilganda, issiqlik tez yo‘qolishi sababli oqqish hududlar hosil bo‘ladi, metall choki esa qattiq va mo‘rt bo‘ladi.

19.2. Qizdirib payvandlash

Chuyonni qizdirib payvandlash jarayoni ketma-ket bajariladigan bir qator amallardan tashkil topgan.

Nuqson joylarni payvandlashga tayorlash uchun har xil qirlardan tozalash, payvandlash yoyini qulay o'rnatish, payvand vannadan metall oqishini bartaraf etishlardan iborat. Qoliplash grafitli yoki ko'mir plastinali opokalarda amalga oshiriladi. Kvars qumli qoliplash massasi bilan mahkamlanadi, suyuq shisha yoki boshqa qoliplash ashyolari bilan namlanadi. Haroratni 60 dan 120°C gacha sekin asta o'zgarib qolipni quritish va undan keyin qizdirish kerak. O'lchami, detal qolipi, payvandlash hajmi va nuqson joylashganiga qarab pechlarda 600–700°C haroratgacha qizdiriladi. Oddiy qolipli katta detallarda mahaliy qizdirish ishlatiladi. Maxsus qoplamali ГОСТ 2671-80 bo'yicha ПЧ-1 va ПЧ-2 rusumli cho'yonli elektrod 6-12 mm diametrli o'zak bilan qizdirilgan detallar payvandlanadi. Payvandlash yuqori rejimda o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokda amalga oshiriladi:

$$I_{\text{pay}} = (50-60)d.$$



19.1-rasm. Cho'yonni qizdirib payvandlash:

1 – elektrod; 2, 5 – ko'mir plastinalar; 3 – payvandlanayotgan detal; 4 – qoliplovchi massa; 6 – opoka.

Nuqson maydoni katta bo'lsa, alohida hududlar qoliplanadi. Payvandlangan hudud qotgandan keyin grafitli plastina boshqa

hududga o'rnatiladi shu tariqa uzoq tanafuslarsiz butun nuqson maydon payvandlangancha olib boriladi. Detalni payvandlab bo'lgandan so'ng uni ustiga quruq qum yoki mayda daraxt ko'miri bilan sepiladi va pech bilan birga sekin-asta sovuutiladi.

19.3. Yarimqizdirib payvandlash

Payvandlanayotgan detalni 300–400°C gacha qizdirish payvandlashdan so'ng chok metali va uning atrofidagi hududlar sovushi ancha sekinlashadi. Sekin sovushi oqqish hududlarni paydo bo'lishini nisbatan bartaraf etadi, bu esa payvand birikmani mexanik ishlov berish uchun sharoit yaratadi. Detallarni payvandlashdan oldin termik pechlarda, gornlarda yoki gaz gorelkasi yordamida atsetilen – kislorod alangasi bilan qizdiriladi. Gaz gorelkasi bilan qizdirishda qizdirilayotgan yuzani bir tekis qizishini nazorat qilish kerak.

Cho'yonni yarimqizdirib payvandlashda OMM-5, MP-3 va YOHH-13/45 turdagi himoya-legirlovchi qoplamali kam uglerodli po'lat elektrodleri, maxsus qoplamali po'lat elektrodlar, cho'yan elektrodlar va cho'yonli qo'shimcha simlar bilan atsetilen – kislorod alangasini qo'llash mumkin. Detal qirralarida joylashgan oraliq darzlar yoki nuqsonlarni qoplashda grafitli qoliplarni qo'llash kerak ular payvand vannadan suyuq metallni oqib ketishiga to'sqinlik qiladi. Payvandlash paytida erigan metall hajmini uzliksiz bir xil qilib ushlab turish kerak va elektrod uchi yoki qo'shimcha o'zak bilan uni aralashtirib turish lozim. Sekin sovushi uchun esa payvandlangan detallarga mayda daraxt ko'miri bilan yoki quruq qum bilan sepiladi.

19.4. Nikel, mis va murakkab mis-po'lat elektrodlar bilan sovuqlayin payvandlash

Suyuq vannada faol grafitizatorlar elementlari mavjud bo'lsa, chok atrofi hududi oqarishining oldini olish mumkin. Shuning uchun metallga keyinchalik mexanik ishlov talab etilsa va asosiy metall bilan notekis birikish yo'l qo'yilsa, payvandlashda rangli

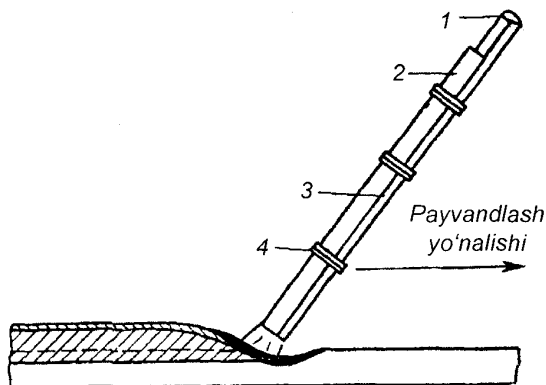
metalli tarkibida nikel va mis mavjud bo'lgan elektrodlar ishlatiladi.

Eng ko'p qo'llanishga ega bo'lgan monel-metalli elektrodlar ularda nikel aralashmasi (65–70%) va mis aralashmasi (25–30%) hamda elektrodlar IQ4-4A o'zagi CB-08H50 simdan va qoplamasi fluor-kalsiyli qoplamadan iborat. Simga monel-metallidan diametri 2–4 mm li maxsus tarkibli qoplama qoplanadi, masalan, 40% grafit, 60% bo'r yoki marmar va boshqalar. Bu elektrodlar bilan eritib qoplash 50–60 mm li valiklar yordamida amalga oshiriladi.

Misli elektrodlar bilan uncha katta bo'lmagan statik kuchlanishga ishlaydigan hamda zich chok talab etilgan buyumlar payvandlanadi.

Sanoatda murakkab mis-po'lat elektrodlar keng qo'llanilmoqda masalan: mis o'zak yumshoq po'lat to'qima bilan, mis va po'lat elektrodlar dastasi, mis o'zak tarkibida temir kukuni mavjud qalin qoplama bilan, masalan O34-1 markali elektrodlar va boshqalar.

Murakkab elektrodni erishi va cho'yan bilan qirishishi sifatli chok hosil bo'lishiga sharoit yaratadi, chunki mis uglerod bilan birikmaydi - u mayin va qovushqoqligini saqlab qoladi, po'lat esa uglerodlashib mustahkamligini oshiradi.



19.2 - rasm. Elektrodlar dastasi bilan payvandlash:

1 – elektrodning po'lat o'zaklari; 2 – qoplama; 3 – monel-metalli o'zak; 4 – bog'lama.

Murakkab elektrodlar misning xohlagan rusumidan tayyorlasa bo'ladi. Eng oson tayyorlanadigan elektrodlar bu mis o'zakli yumshoq po'latli to'qimalardan tayyorlanadigan elektrodlardir. Ularni tayorlash quyidagicha kechadi: 300–350 mm uzunlikdagi mis o'zakka yumshoq tunukadan 5–10 mm kenglikda kesilgan spiral o'raladi. Mis o'zakning diametri 4–7 mm qilib olinadi. Agar spiral o'ramlari orasida ozroq interval bo'lsa, unda elektroda temir miqdori 8–12% ni tashkil etadi. Tayyorlangan o'zakka bo'r qoplama qoplanadi.

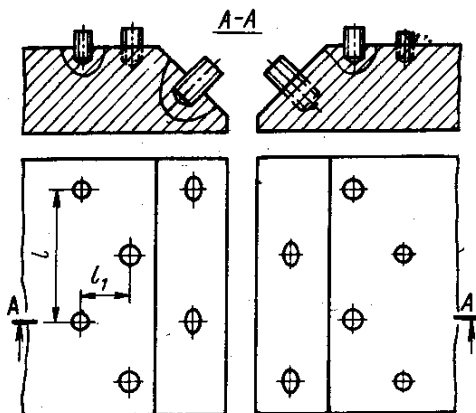
Qoplama tarkibida temir kukuni mavjud mis elektrodlar keng va effektiv qo'llaniladi. Bunday elektrodlar bilan payvandlash oson kechadi. Bunday elektrodلarni tayyorlashda YOHI-13/55 qoplama shixtasiga 40–50% temir kukuni qo'shiladi.

Yoy oldida erigan metall oqishini bartaraf etish uchun, payvandlanayotganda elektrodni. 19.2-rasmda ko'rsatilgandek ushlar kerak.

19.5. Shpilkalar qurilmasi bilan kam uglerodli po'latlardan tayyorlangan elektrodlar bilan sovuqlayin payvandlash

Ma'suliyatli katta o'lchamli cho'yan buyumlar – stanina, rom, kronshteyn va hokazolarni payvand birikmasini oshirish uchun payvandlanayotgan detalga o'ralgan po'lat shpilkalar ishlatiladi. Shpilkalar vazifasi – chok metalini cho'yan bilan bog'laydi va chok kuchlanishini chok atrofi mo'rt hududidan o'tib termik ta'sirga uchramasdan asosiy metall massasiga o'tadi. Shpilka diametri d 0,15–0,25 qabul qilinadi, lekin 3 mm kam bo'lmagan va 16 mm dan ko'p bo'lmagan bo'lishi kerak; shpilkalar orasi masofasi $(3-4)d$, shpilkalar bilan payvand joyining orasi $(1,5-2,0)d$, shpilkalar aylantirish chuqurligi $1,5d$, ko'tarilib turgan qismi balandligi $(0,8-1,2)d$. Operatsiyani bajarishda shpilkalar uchun teshiklar ochishda moy ishlatish mumkin emas. 12 mm qalinlikdagi detallarni payvand joylarini ishlov berilmasdan payvandlash mumkin, faqat bir qator shpilkalar har tomoniga o'rnatiladi. Katta qalinlikdagi detallarni payvandlashda payvand

joyi bir tomoni yoki ikki tomoni 90° burchak ostida tayyorlanadi va shpilkalar ham shunday burchak ostida yotqizib shaxmat holatida payvand joylarga o'rnatiladi.



19.3-rasm. Shpilkalar yordamida cho'yan detallarni payvandlashga tayyorlash.

Payvandlash past energiya hajmida YOHI-13/45 rusumli 3 mm diametrli po'lat elektrodlar bilan payvandlanadi. Avval shpilkalar uzukli choklar bilan payvandlanadi, detallarni sovutish uchun tanaffuslar bilan. Shpilkalarni payvandlashdan so'ng uzuk valiklar tutashishidan oldin, payvandlangan shpilkalar orasi eritib qoplanadi.

Ikkinchi qavvat uncha katta bo'lmagan valiklar bilan tartibsiz bajariladi. Katta qalinlikdagi detallarni payvandlashda erigan metall hajmini kamaytirish maqsadida, payvandlashni po'lat birikmalar turli shakl va o'lchamlarida bajarilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

Shpilkalar bilan o'rnatib po'lat elektrodlar bilan cho'yanni sovuqlayin payvandlash, payvandlashning pastki, vertikal, yuqori sathli holatlarda payvandlashda birikmalar mustahkam bo'ladi, lekin zichlik har doim ham ta'minlanmaydi.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Uglerod va kremniy cho‘yan strukturasi hamda xossasiga qanday ta’sir qiladi?
2. Cho‘yanning payvandlashni qanday usullari mavjud?
3. Cho‘yanni yoy bilan payvandlashda qanday elektrodlar ishlatiladi?

20-MA’RUZA. ALUMINIY VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH

Reja

20.1. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash xususiyatlari

20.2. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash texnologiyasi

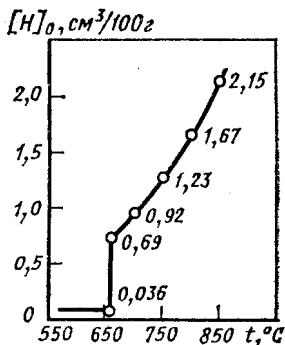
20.1. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash xususiyatlari

Aluminiy tabiatda eng ko‘p tarqalgan elementlardan biridir; uning zichligi kam, elektr va issiq o‘tkazuvchanligi katta, oksidlovchi muhitlarda korroziyaga chidamliligi va past haroratlarda mo‘rt holatga o‘tishga chidamliligi yuqori. Aluminiyning zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$. Aluminiyning issiqlik o‘tkazuvchanligi kam uglerodli po‘latga qaraganda 3 baravar yuqori bo‘ladi. Sof aluminiy 650°C da eriydi. Qizdirganda alyuminiy oson oksidlanib, qiyin eriydigan (2060°C dan ortiq haroratda) aluminiy oksidini hosil qiladi. Qiyin eriydigan oksid pardasining mavjudligi hamda metall chokida g‘ovaklar va kristallizatsion yoriqlar hosil bo‘lishi aluminiyni payvandlashdagi asosiy qiyinchilikardir.

Payvand choklarida g‘ovaklar hosil bo‘lishiga vodorod sababchi bo‘ladi, u aluminiyning suyuq holatidan qattiq holatiga

o'tishida eruvchanligi keskin o'zgarishi tufayli atmosferaga chiqishga intiladi.

Toza aluminiy payvand choklaridagi kristallizatsion yoriqlar kremniy miqdori ortib ketganligi sababli yuz beradi va aluminiyga temir qo'shimchasi kiritilishi bilan kamayadi.



20.1-rasm. Aluminiyda harorat o'zgarishi bilan vodorodni erishini o'zgarishi.

Texnikada sof aluminiydan tashqari uning marganes, magniy, mis va kremniy bilan qotishmalari ham ishlatiladi. Aluminiy qotishmalari sof alyuminyga qaraganda ancha mustahkamdir. Tarkibida 4–5% gacha mis (AJI7) yoki 10 dan 13% gacha kremniy (AJI2) yoxud 9,5–11,5% magniy (AJI8) bo'lgan qo'yma aluminiy qotishmalar yaxshi quyiladi.

Quyma konstruksiyalarda tarkibida 1 dan 1,6% gacha marganes bo'lgan aluminiy-marganes qotishmalari (AMu) va tarkibida 6% gacha magniy bo'lgan aluminiy-magniy qotishmalari (AMr) juda ko'p qo'llaniladi.

Samolyotsozlikda dyuraluminiy qotishmasi (Д qotishma) ishlatiladi. Д1 rusumli dyuraluminiy tarkibi: 3,8–4,8% mis, 0,4–0,8% magniy, 0,4–0,8% marganes, qolgani aluminiydan iborat bo'ladi. Д6 va Д16 rusumli ko'p ligerlangan dyuraluminiylar: 3,8–5,2% mis, 0,65–1,8% magniy, 0,3–1,0% marganes va qolgani aluminiydan iborat bo'ladi.

Termik ishlagandan keyin Д6 va Д16 qotishmalarning mustahkamlik chegarasi 420–460 MPa va nisbiy uzayishi 15–17% ni tashkil etadi.

Aluminiy va uning AM α hamda AM γ turdagi qotishmalari yaxshi payvandlanadi. Д turdagi qotishmalar unchalik yaxshi payvandlanmaydi. Bunga sabab shuki, bunday qotishmaning payvand choqida mustahkamligi prokat qilingan asosiy metallardan ikki baravar kam bo'lgan qo'yima metall strukturasi hosil bo'ladi. Bundan tashqari, chok metalining ancha cho'kishi hamda u birmuncha noplastik bo'lishi sababli payvandlash jarayonida choklar darz ketadi. Payvandlashda asosiy metall yumshayadi. Oqibatda payvand birikmaning mexanik xossalari yomonlashadi.

Chetlar payvandlashdan oldin bir dm³ suvga 20–25 g o'yuvchi natriy va 20–30 g natriy karbonat angidridi qo'shilgan va harorati 65°C bo'lgan eritmada 10 daqiqa, so'ngra xona haroratidagi suvda yuviladi. Bundan keyin, o'rta fosfor kislotasining 25% li eritmasida (AM α va AM γ qotishmalari uchun) yoki azot kislotasining 15% li eritmasida (Д va AM γ qotishmalari uchun) 2 daqiqa davomida tozalanadi. Tozalangandan keyin iliq va sovuq suvda yuviladi hamda mata bilan quruq qilib artiladi. Qaytadan oksidlanmasligi uchun metallning chetlari tayyorlangandan so'ng ko'pi bilan 8 soatdan so'ng payvandlash kerak.

20.2. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash texnologiyasi

Qo'lda metal elektrod bilan yoy vositasida payvandlash. Sof aluminiy yoy yordamida payvandlash uchun aluminiy simdan tayyorlangan o'zakli OZA-1 rusumli elektrodlar ishlatiladi. Pastki va vertikal holatdagi choklar teskari qutbli o'zgarmas tokda payvandlanadi. Elektrod diametri 4 mm bo'lganida 120–140 A, 5 mm bo'lganida 150–170 A, 6 mm da esa 200–240 A tok ishlatiladi. Metal qalinligi 6–9 mm bo'lganida 200–250°C ga qadar, 9–16 mm bo'lganida 300–350°C ga qadar oldindan qizdirib payvandlanadi.

Aluminiy elektrodning ko'ndalangiga tebratmasdan iloji boricha kalta yoy bilan payvandlanadi. Payvandlab bo'lgandan

keyin chokdagi shlak qaynoq suv bilan yuvib va po‘lat cho‘tkalar bilan tozalanadi. Elektrodning qoplami gigroskopik bo‘lgani uchun payvandlashdan oldin ularni 150–200°C da 2 soat davomida quritish zarur. Eritib qo‘shilgan metall bilan payvand birikmaning uzilishga mustahkamlik chegarasi 75–85 MPa ni, namunani egilish burchagi 180° ni tashkil etadi. Eritilgan metallning kimyoviy tarkibi quyidagilardan iborat: 0,3–0,5% kremniy, 0,15–0,25% titan, 0,1–0,3% temir, mis qoldiqlari, qolgani aluminiy.

Elektrodlar qoplamiga aluminiy oksididan kislorodni tortib oladigan, payvandlashni qiyinlashtiradigan, aluminiy oksidini eritadigan hamda shlaklashtiradigan litiy, kaliy va natriylarning xlorli hamda fluorli tuzlari qo‘shiladi.

Qalinligi 1,5–2 mm gacha bo‘lgan aluminiy tunukalar chetlarini qayirib, metall qo‘shmasdan payvandlanadi. Qalinligi 3 dan 5 mm gacha bo‘lgan listlar chetlari qiyalanmasdan payvandlanadi. Tunukalar qalinligi 5 mm dan ortiq bo‘lganda chetlar 60° burchak ostida ochilib, bir tomondan qiyalab payvandlanadi.

Qizdiriladigan hududning uzunligi kamida 200 mm bo‘lishi kerak. Tutib turadigan tagliklarda payvandlanadi. Qalinligi 14 mm gacha bo‘lganda chok 1–2 qatlam, 14 mm dan qalin bo‘lganida 2–3 qatlam hosil qilib payvandlanadi.

Chok metali mayda donali strukturada bo‘lishi uchun detal payvandlagandan keyin sekin sovitilishi zarur. Soviganidan so‘ng payvand chokni salgina bolg‘alash kerak bo‘ladi.

Quyma qotishmalardan tayyorlangan detallardagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun detallar payvandlagandan keyin 300–350°C da yumshatiladi va shundan keyin sekin-asta sovitiladi.

Qo‘lda ko‘mir elektrod bilan payvandlash. Metallning qalinligi 1,5 dan 20 mm gacha bo‘lganda va aluminiy hamda uning qotishmalari qo‘ymalaridagi nuqsonlarni payvandlashda (metall eritib to‘ldirishda) ko‘mir elektrod bilan payvandlash qo‘llaniladi. Qalinligi 2 mm gacha bo‘lgan metall qirralari ishlanmasdan va qo‘shimcha simsiz payvandlanadi. Metall chokiga aluminiy oksid pardasi tushushining oldini olish uchun AΦ-4A flyusi ishlatiladi.

Argon-yoy bilan payvandlash. Payvandlash uchun oliy va birinchi navli argon ishlatiladi.

Payvandlash volfram elektrodi bilan o'zgarmas tokda bajariladi. Oksid pardasining ketkazilishi buyum katod bo'lganida, ya'ni katodning yonishi natijasida sodir bo'ladi.

6 mm gacha qalinlikdagi detal chetlari qiyalanmasdan, 8–12 mm qalinlikdagi detal chetlari V-simon, 12–20 mm qalinlikdagi X-simon, 20 mm dan qalini X-simon yoki U-simon ko'rinishda qiyalab payvandlanadi. Sim sifatida payvandlanadigan qotishma tarkibi kabi tarkibli qotishmada tayyorlangan sim ishlatiladi. Payvandlanadigan tunukalar buyumni kerakli holatda qisib turadigan moslamada payvandlanadi. Tunukalar chok chizig'i uzra chok orqa tomonining shakllanishini ta'minlaydigan ariqchasi bor zanglamaydigan po'lat taglikka yotqiziladi.

Payvandlash jarayonida eritib qo'shiladigan chiviq payvandlash tekisligiga nisbatan 10–30°, elektrod esa 70–80° burchak ostida tutiladi. Elektrod va sim ko'ndalangiga tebratilmaydi. Eritib qo'shiladigan sim metall chetlariga normal erib birikadigan eng katta tezlikda payvandlanadi.

Agar yondosh yuzalari qirralari ishlanmasdan biriktiriladigan bo'lsa, tok quyidagi formula bo'yicha tanlanadi:

$$I_{\text{pay}}=50 \cdot s,$$

bunda I_{pay} – payvandlash toki, A;

s – metallning qalinligi, mm.

6 mm dan qalin metallarni payvandlashda volfram elektrodi diametri 1 mm bo'lganda tok kuchi 35 – 40 A hisobidan olinadi.

Eriydigan elektrod bilan payvandlash. Payvandlanadigan qotishma tarkibi kabi tarkibli qotishmadan tayyorlangan sim elektrod bilan teskari qutbli o'zgarmas tokda payvandlanadi.

Eriydigan elektrod bilan argonda aluminiy va uning qotishmalaridan tayyorlangan 100 mm gacha qalinlikdagi buyumlarni ko'p qatlamlab payvandlash mumkin.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Aluminiy va uning qotishmalarni payvandlashdagi qiyinchiliklar nimalardan iborat?

2. Aluminiy va uning qotishmalarni payvandlashda g'ovaklar hosil bo'lishining qanday sabablari bor?

3. Aluminiy va uning qotishmalarni qanday usullar bilan payvandlash mumkin?

21 - MA'RUZA.

TITAN VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH

Reja

21.1. Titan va uning qotishmalari payvandlash xususiyatlari

21.2. Titan va uning qotishmalari payvandlash texnologiyasi

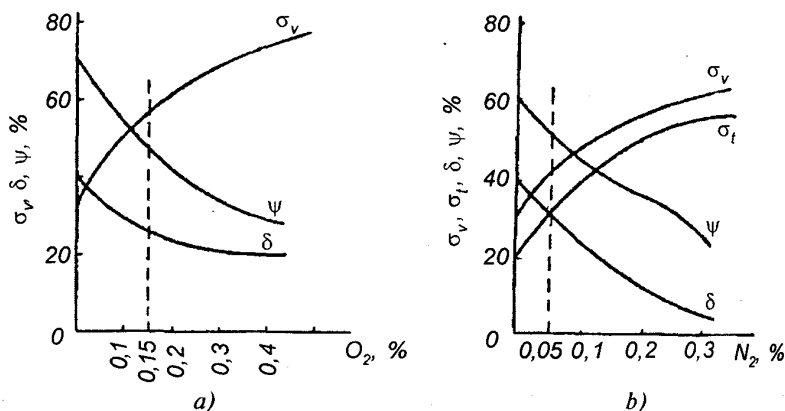
21.1. Titan va uning qotishmalari payvandlash xususiyatlari

Titanning solishtirma og'irligi juda kichik ($4,5 \text{ g/sm}^3$) bo'lib, u korroziyaga g'oyat chidamlidir. Titanning suyuqlanish harorati 1680°C . Texnik titan va uning qotishmalari tarkibida 0,08–0,6% uglerod, 0,3–2,15% temir, 1–4% marganes, 0,74–4% xrom bo'ladi. Bunday qotishmalarning nisbiy uzayishi 5 dan 20% gacha bo'lganida mustahkamlik chegarasi 840–1260 MPa ni tashkil etadi. Titan past haroratli α - fazaga va yuqori haroratli β - fazaga ega.

Titan kislorod, azot va vodorodga kimyoviy jihatdan juda tez birikadi: 250°C haroratdayoq vodorod bilan, 400°C da kislorod bilan va 600°C azot bilan intensiv to'yina boshlaydi. Harorat ortishi bilan titanning faolligi keskin ortadi. Titanning kislorodga nisbatan ta'sirchanligi azotga nisbatan ta'sirchanligiga qaraganda 50 marta ortiq. Kislorod titanning α -fazasida ham, β -fazasida ham oson eriydi va α -fazaning kuchli stabilizatori hisoblanadi. Azot ham titanning α -fazasida ham, β -fazasida ham oson eriydi va α -fazaning kuchli stabilizatori hisoblanadi. Titan azotda yonadigan yagona elementdir. Vodorod titanning γ - fazasini stabillaydi va titan bilan qo'shib, qattiq eritmalar va gidrid TiH_2 ni hosil qiladi.

Titan 100–150°C dan past haroratda sovitilganida gidridlar (γ -fazalar) hosil bo‘ladi, bu esa payvandlashda sovish vaqtida yoriqlar hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Sekin sovitilganda γ -faza yupqa plastinkalar ko‘rinishida, toblanganda yuqori dispersli zarralar ko‘rinishida ajralib chiqadi.

Azot va kislorod titanning mustahkamligini keskin oshiradi, plastikligini pasaytiradi (21.1-rasm).



21.1-rasm. *Titanning mexanik xususiyatlariga kislorod (a) va azot (b) larning ta'siri.*

Titandagi vodorod asosan uning yorilishi va moyilligiga ta'sir qiladi. Titanning eng muhim xossalaridan biri uning ko'pgina agressiv muhitlarda korroziyaga juda chidamliligidir. Titanning mustahkamligi normal va yuqori haroratlarda katta.

Titanni payvandlashdagi asosiy qiyinchiliklarga quyidagilar kiradi:

- a) suyuq holatida ham, qattiq holatida ham uning kislorod, azot va vodorodga nisbatan yuqori faolligi;
- b) β -faza donalarining o'sishga va o'ta qizishga moyil;
- d) sovitishda mo'rt α' - fazaning hosil bo'lishi.

Titanning sifatli payvand birikmasini hosil qilish uchun undagi azot, kislorod, vodorod va uglerodning miqdori cheklanadi, shu maqsadda metall choki va chok atrofi zonasi inert gazlar bilan

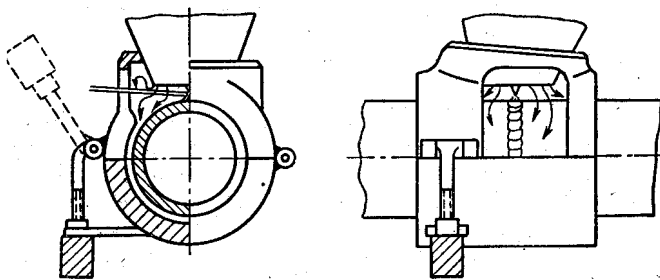
payvandlashda himoyalaniadi. Chok va chok atrofi zonasini havodan himoya qilish uchun pech to'sqichli g'orelkalar ishlatiladi. Chok tubi payvandlanayotgan detal qirralarini mis yoki po'lat ostqo'ymaga bosish va g'ovak materialdan yasalgan ostqo'ymaga inert gaz berish yo'li bilan himoyalaniadi. Metal choki va chok atrofi zonasining mexanik xossalari va strukturasini eng rasional payvandlash rejimlari va texnologiyasini tanlash, shuningdek, keyin termik ishlash yo'li bilan rostlash mumkin.

21.2. Titan va uning qotishmalari payvandlash texnologiyasi

Titanni inert gazlarda argon-yoy bilan oliy navli argon muhitida payvandlash to'g'ri qutbli o'zgarmas tokda bajariladi.

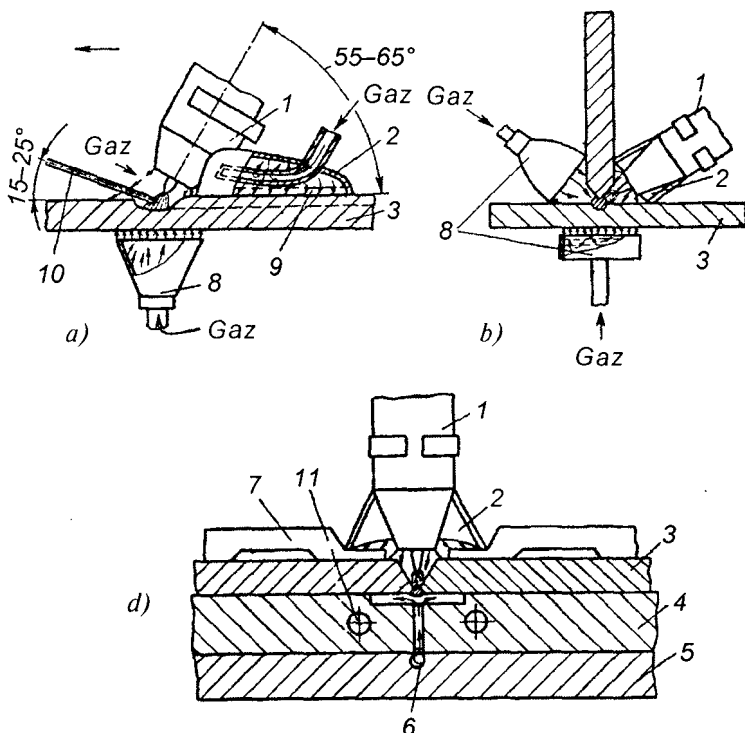
Payvandlashdan oldin chetlar hamda eritib qo'shiladigan metall yuzasi 35% sulfat kislota, 5% plavik kislota va 60% suvdan iborat aralashmada 10 daqiqa tutib tozalanadi. Qalinligi 0,8–3 mm metall uchun yoyning kuchlanishi 14–18 V bo'lganida 40 dan 140 A gacha tok ishlatiladi. Yoyda argondan daqiqasiga 8–12 l sarflanadi, chokning orqa tomonini muhofazalash uchun daqiqasiga 3–5 l sarflanadi, payvandlash tezligi 18–25 m/s.

Idish yoki trubalarni payvandlashda inert gaz buyumning ichiga kiritiladi (21.2-rasm).



21.2-rasm. Quvurlarni argon-yoyli payvandlash uchun gaz himoya kamerasi.

Payvandlashda chokning orqa tomoniga ariqchali tagliklar o'rnatiladi. Ariqchalarga muhofazalovchi gaz oqimi yuboriladi (21.3 – rasm).



21.3-rasm. Titan va uning qotishmalarini uchma-uch tavrli argon-yoyli payvandlashda himoyalash chizmasi:

a, b – puflashni qoʻllab; d – sovutuvchi tagliklarni qoʻllab: 1 – payvandlash gorelkasi; 2 – kamera-qiydirma; 3 – payvandlanayotgan buyum; 4 – taglikni mis qismi; 5 – taglikni poʻlat qismi; 6 – himoya gazi uchun kanal; 7 – qisqich; 8 – puflagich; 9 – toʻr; 10 – qoʻshimcha sim; 11 – sovutuvchi suvni uzatish uchun kanal.

Titanda yasalgan detallarni payvandlash uchun inert gaz bilan toʻldirilgan germetik kameralar ishlatiladi.

Oʻz-oʻzini tekshirish uchun savollar

1. Titan va uning qotishmalarini payvandlashdagi qiyinchiliklar nimalardan iborat?

2. Titan va uning qotishmalarni payvandlashda g'ovaklar hosil bo'lishining qanday sabablari bor?

3. Titan va uning qotishmalarni qanday usullar bilan payvandlash mumkin?

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. – М.: Машиностроение, 1989.
2. Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов. – М.: Высшая школа, 1974.
3. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. – Киев: Наукова думка, 1981.
4. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1987.
5. Иоффе И. С., Ханапетов М.В. Сварка порошковой проволокой. – М.: Высшая школа, 1986.
6. Козулин М.Г. Технология электрошлаковой сварки в машиностроении: Учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 1994.
7. Маслов В.И. Сварочные работы. – М.: Издательский центр «Академия», 1999.
13. Николаев А.А. Электрогазосварщик – Ростов на Дону: Феникс, 2000
8. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. Л.: Энергоатомиздат, 1986
9. Подгаецкий В.В., Люборец И.И. Сварочные флюсы. Киев.: Техніка, 1984
10. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка. – М.: Высшая школа, 1986.
11. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. – М.: Машиностроение. 1978 – 1979.
12. Сварка и резка в промышленном строительстве. /Б.Д. Малышев, А.И. Акулов, Е.К. Алексеев и др.; Под ред. Б.Д. Малышева. – М.: Стройиздат, 1989.
13. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие/ М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В. Казакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2001.
14. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. II. Технология и оборудование. Справ. изд./Под. ред. В.М.

Ямпольского. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998/

15. Справочник сварщика/ Под ред. В.В. Степанова. – М.: Машиностроение, 1982.

16. Стеклов О.И. Основы сварочного производства. – М.: Высшая школа, 1986.

17. Технология и оборудование сварки плавлением/ Г.Д. Никифоров, Г.В. Бобров, В.М. Никитин, В.В. Дьяченко; Под общ. ред. Г.Д. Никифорова. – М.: Машиностроение, 1986.

18. Титов В.А, Волков А.Н., Брызгалин А.Г., Миличенко С.С. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки. Каталог-справочник. – Киев, 2001.

19. Фоминых В.П. Ручная дуговая сварка. – М.: Высшая школа, 1986.

20. Чебан В.А. Сварочные работы. – Ростов на Дону: Феникс, 2004.

21. Шебеко Л. П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки. – М.; Высшая школа, 1986.

MUNDARIJA

11 - MA`RUZA. HIMOYA GAZLAR MUHITIDA PAYVANDLASH (HIMOYA GAZLAR MUHITIDA PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASI).....	3
11.1. Inert gazlar muhitida payvandlash texnologiyasi.....	3
11.2. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash.....	4
12-MA`RUZA. ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH (ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH MOHIYATI VA REJIMLARI).....	10
12.1. Elektr-shlak payvandlash mohiyati.....	10
12.2. Elektr-shlak payvandlash usullari.....	12
12.3. Elektr-shlak payvandlash metallurgiyasi.....	14
12.4. Elektr-shlak payvandlash rejimlari.....	15
13-MA`RUZA. ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH (ELEKTR-SHLAK PAYVANDLASH MOHIYATI VA REJIMLARI).....	17
13.1. Detallarni payvandlashga tayyorlash.....	17
13.2. To`g`ri chiziqli va halqali choklarni elektr-shlak payvandlash texnologiyasi.....	19
13.3. Texnologik moslama va jihozlar.....	21
14 - MA`RUZA. LAZERLI PAYVANDLASH.....	29
14.1. Lazerli payvandlash mohiyati.....	29
14.2. Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi.....	31
14.3. Lazerli payvandlash uchun jihozlar.....	32
15 - MA`RUZA. ELEKTRON-NURLI PAYVANDLASH.....	34
15.1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati.....	34
15.2. Elektron nurli payvandlashda qo`llaniladigan jihozlar.....	38
16-MA`RUZA. ERITIB QOPLASH TEXNOLOGIYASI.....	40
16.1. Eritib qoplash jarayonlarining usullari tasnifi.....	40
16.2. Eritib qoplanadigan materiallar.....	45
16.3. Eritib qoplash texnikasi.....	51
17-MA`RUZA. ERITIB KESISH TEXNOLOGIYASI..	55
17.1. Kesishning yoyli usullari.....	55

17.2. Plazmali kesish.....	60
17.3. Lazerli kesish.....	64
17.4. Suv ostida elektr yoyi vositasida kesish.....	65
18 - MA`RUZA. PO`LATLARNI PAYVANDLASH TEKNOLOGIYASI.....	67
18.1. Po`latlarning tasnifi.....	67
18.2. Po`latlarning payvandlanuvchanligi.....	68
18.3. Uglerodli po`latlarni payvandlash texnologiyasi....	70
18.4. Kam va o`rtacha legirlangan po`latlarni payvandlash texnologiyasi.....	73
18.5. Ko`p legirlangan po`latlarni payvandlash texnologiyasi.....	77
19 - MA`RUZA. CHO`YANLARNI PAYVANDLASH TEKNOLOGIYASI.....	82
19.1. Cho`yanning payvandlash mohiyati.....	82
19.2. Qizdirib payvandlash.....	87
19.3. Yarimqizdirib payvandlash.....	88
19.4. Nikel, mis va murakkab mis-po`lat elektrodlar bilan sovuqlayin payvandlash.....	88
19.5. Shpilka qurilmasi bilan kam uglerodli po`latlardan tayyorlangan elektrodlar bilan sovuqlayin payvandlash.....	90
20 - MA`RUZA. ALUMINIY VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH.....	92
20.1. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash xususiyatlari.....	92
20.2. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash texnologiyasi.....	94
21 - MA`RUZA. TITAN VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH.....	97
21.1. Titan va uning qotishmalari payvandlash xususiyatlari.....	97
21.2. Titan va uning qotishmalari payvandlash texnologiyasi.....	99
Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.....	101

Muharir X. Po`latxo`jayev