

238
621.484(075)
A18

M.M. ABRALOV

PAYVANDLASH MATERIALLARI



TOSHKENT

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

M.M. ABRALOV

PAYVANDLASH MATERIALLARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
muvofiglantiruvchi Kengashi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT – 2017

UO'K: 62 (075)

KBK 34.64

A-18

A-18

M.M. Abzalov. Payvandlash materiallari. Darslik. – T.: «Fan va texnologiya», 2017, 244 b.

ISBN 978-9943-11-615-3

Darslikda payvandlash va eritib qoplash uchun simlar, chiviqlar, tasmalar hamda kukunlar, kukunli simlar, yoy yordamida qo'lda payvandlash va eritib qoplash uchun qoplamali elektrodlar, erish zonasida suyuq metallning elektrod qoplamasi bilan o'zaro ta'sirlashuvi, gaz alangasi bilan ishlov berishda ishlatiladigan payvandlash materiallari, materiallarni elektr toki bilan avtomatik va yarimavtomatik payvandlash uchun flyuslar, kavsharlar ko'rib chiqilgan.

В учебнике рассмотрены виды сварочных и наплавочных проволок, прутков, лент и порошков, порошковые проволоки, покрытые электроды для ручной дуговой сварки и наплавки, взаимодействие жидкого металла в зоне плавления с электродными покрытиями, сварочные материалы применяемые при дуговой и газопламенной обработке, флюсы для автоматической и полуавтоматической электрической сварки материалов, а также припой.

In the textbook the kinds welding and melt wire, tapes and powders, powder wire, covered electrodes for manual arc welding and melting, interaction of liquid metal in a zone melted with electrode coverings, welding materials used are considered at arc and gas-flame to processing, fluxes for automatic and semi-automatic electrical welding of materials, and also solders.

UO'K: 62 (075)

KBK 34.64

Taqrizchilar:

R.U.Abdurahmanov – "Texnolog-transfer-Osiyo Elektrodlar" QK texnik direktori, t.f.d., professor;

M.A.Abdullayev – ToshDTU «Texnologik mashinalar va jihozlar» kafedrası katta o'qituvchisi.

Darslik Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy Kengashining qaroriga asosan chop etildi.

ISBN 978-9943-11-615-3

© Toshkent Davlat texnika universiteti, 2017;

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2017.

KIRISH

Payvandlash metall konstruksiyalar tayyorlash texnologik jarayonlarining yetakchilaridan biri hisoblanadi. Metall konstruksiyalarni payvandlab tayyorlash, turli xil eritib qoplash ishlarini bajarish uchun ko'plab payvandlash materiallari ham ishlatiladi.

Payvandlash materiallarini quyidagicha tasniflash mumkin:

1. Payvand birikma, xususan, chok metalli hosil bo'lishida bevosita qatnashadigan materiallar. Ularga yoy yordamida qo'lda payvandlashda foydalaniladigan donali eruvchi elektrodlar himoya gazlari muhitida, flyus ostida yoy yordamida va elektrshlak bilan payvandlashda foydalaniladigan elektrod simlar, eritib payvandlashning har xil usullarida qo'llaniladigan qo'shimcha materiallar kiradi, choklar tarkibiga shakllanishida flyuslar va faol gazlar birmuncha kam darajada ishtirok etadi.

2. Chok metalli hosil bo'lishida bevosita qatnashmaydigan materiallar: bular erimaydigan elektrodlar – ko'mir, grafit, volfram elektrodlar hamda inert himoya gazlari – argon, geliy va boshqalardir.

Payvandlash metallarga gaz alangasi bilan ishlov berishda (kislorod bilan kesish va boshqalar) kislorod hamda boshqa yonuvchi gazlardan ko'p miqdorda foydalaniladi.

Boshqa turli payvandlash materiallari kamroq hajmda, ammo xilma-xil nomlarda tayyorlanadi va ishlatiladi, masalan, yoy yordamida payvandlashga mo'ljallangan erimaydigan elektrodlar, kontaktli mashinalar elektrodlarining va jag'larining materiallari, shuningdek, turli-tuman maxsus qo'shimcha hamda elektrod materiallari, kavsharlash uchun ishlatiladigan kavsharlar va hokazolar shular jumlasidandir.

Keyingi yillarda payvandlash va eritib qoplash ishlarida foydalanilayotgan donali eruvchi elektrodlar markalarining soni bir necha yuzdan oshib ketdi. Texnik jihatdan ilg'or hisoblangan boshqa mamlakatlarning har birida ham taxminan shuncha miqdordagi elektrod rusumlaridan foydalanilmoqda. Ana shu miqdordagi elektrodlar markalaridan chamasi o'ntasi, ishlab chiqarish hajmiga ko'ra, taxminan 90% ni tashkil etuvchi oddiy po'latlardan konstruksiyalar tayyorlash uchun keng ko'lamda ishlatiladigan markalardir. Uncha katta bo'lmagan yoki o'rtacha alohida turkumlar tarzida ishlatiladigan boshqa markalar o'ziga xos payvandlash va eritib qoplash ishlarida qo'llaniladi. Ular jumlasiga o'rtacha legirlangan va ayniqsa, yuqori darajada legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan, choklar metallining maxsus

fizik xossalari olinishini ta'minlaydigan elektrodlar, har xil rangli metallar va qotishmalarni payvandlash elektrodleri, eritib qoplash elektrodleri va boshqalar kiradi. Payvand konstruksiyalar, ishlab chiqarish rivojlanib borgani sari, elektrodlerning aynan shu guruhi eng jadal ravishda tadqiq qilinayapti, chunki u turli maqsadlarda qo'llanilmoqda. Vaqt o'tishi bilan ayrim markalar o'zining dolzarbligini yo'qotmoqda, eski markalar o'rnini bosadigan hamda yangi masalalarni hal qiladigan yangi markalar ishlab chiqilmoqda va amalga tatbiq qilinmoqda.

Payvandlash flyuslarining turlari va nomlari juda ko'p. Ular yoy yordamida flyus qatlami ostida va flyus qatlami bo'yicha (alyuminiy qotishmalari uchun) avtomatik hamda yarimavtomatik payvandlashda, gaz alangasida payvandlashda, erimaydigan elektrodlar bilan yoy yordamida payvandlashda, kavsharlashda va boshqa jarayonlarda qo'llaniladi. Ularning orasida ko'plab ishlatiladigan (yiliga 100 ming t chamasi) va kamroq hajmda (yiliga ming tonnadan yuzlarcha kilogrammgacha) foydalaniladigan flyuslar bor.

Flyuslar haqida bir tizimga keltirilgan ma'lumotlarning yo'qligi sababli ularning rusumlari sonini aniqlash juda qiyin, negaki, yangi materiallarni ishlab chiqish yangi flyuslar ishlab chiqishni ham talab qiladi. Kavsharlar markalari ham nihoyatda xilma-xildir. Ularning ayrimlari uchun davlat standartlari ishlab chiqilgan, lekin aksariyat markalar idoraviy ahamiyatga ega va bevosita iste'molchi tomonidan ishlab chiqariladi yoki maxsus texnik shartlar bo'yicha nisbatan kichik turkumlar tarzida yetkazib beriladi.

Payvandlash ishlab chiqarishida turli gazlar va yonuvchi suyuqliklar bug'laridan nihoyatda keng ko'lamda foydalanilmoqda. Gaz alangasida ishlov berish uchun, kisloroddan tashqari, yonuvchi gazlarning taxminan o'n turi, himoya gazlari muhitida yoy yordamida payvandlash uchun esa taxminan shuncha turdagi inert va aktiv gazlar, shuningdek, har xil gaz aralashmalari ishlatiladi.

Yangi payvandlash materiallarini ishlab chiqish asosan ilmiy tajriba tadqiqotlari o'tkazishga asoslanadi. Bu tadqiqotlarni ayrimlari juda sermehnat bo'lib, qimmatga tushadi. Bunga xilma-xil omillar mavjudligi sabab bo'lib, ular yangi materiallar ishlab chiqarishda inobatga olinishi kerak. Bunday omillarga materiallar qiymatini, ularni tayyorlash va ishlatishning texnologiyabopligini, payvandlab va kavsharlab hosil qilingan birikmalarning konstruksiyalar tayyorlashning turli usullarida berilgan muayyan ta'minlashini, boshlang'ich materiallarning kam-

yobligini, ularni yetkazib berish xususiyatlari va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

Juda xilma-xil sharoitlarda, turli mexanik yuklanishlarda (statistik yuklanishdan dinamik yuklanishgacha), kimyoviy tajovuzkor muhitlarda, turli haroratlarda va boshqa sharoitda ishlatishga mo'ljallangan konstruksiyalarda qo'llaniladigan tobora murakkab materiallarni payvandlash zarurligi munosabati bilan, bu vazifalarni hal etish uchun kerakli payvandlash materiallarini yaratish tobora qiyinlashib bormoqda va ularni ishlab chiqarish uchun katta mablag' sarflashni talab qilmoqda.

Bunday vazifalarni hal qilishning sof empirik usullari turlari variantlarni ilmiy tajriba tekshiruvlaridan o'tkazishni talab qiladi. Tabiiyki, hatto istisno tariqasida, umumiy fikr-mulohazalar yoki xomcho't hisob-kitoblar bo'yicha variantlar sonini istiqboli yo'q variantlar sifatida ularning sonini har qanday qisqartirish favqulodda maqsadga muvofiq hisoblanadi. Albatta, payvandlash materiallarini to'plangan tajriba va umumlashmalar asosida hisoblarga tayanib loyihalash eng oqilona qaror bo'lishi mumkin edi. Hozirgi bosqichda buning imkoni yo'q. Ammo elektrod qoplamalaridagi bir qancha tashkil etuvchilarning kerakli miqdorini taxminan baholashga, flyuslar va boshqa payvandlash materiallarining tarkibiga oid ayrim dastlabki umumiy shartlar hamda ba'zi hisoblab chiqarilgan qoidalar payvandlash korxonalari xodimlari uchun nihoyatda foydali bo'lishi mumkin. Ularni yosh mutaxassislar ham payvandlash ixtisosi bo'yicha o'quv kurslarini o'tash chog'ida bilishlari lozim.

Shu munosabat bilan, "Mashinasozlik va metallga ishlov berish" yo'nalishidagi muhandis-texnik xodimlar hamda bakalavrlar tayyorlash uchun Toshkent davlat texnika universitetida "Payvandlash materiallari" kursi o'qitiladi. Unda yangi payvandlash materiallarini yaratishda ularni ilmiy tajriba asosida ishlab chiqishdagi noto'g'ri yo'llarga mumkin qadar barham berish va tadqiq qilinadigan variantlar sonini kamaytirish nuqtayi nazaridan foydali bo'lishi mumkin bo'lgan ma'lumotlarni to'plashga harakat qilingan.

Bayon etilayotgan materialda, asosan, umumiy ishlarga mo'ljallangan eng keng tarqalgan payvandlash materiallarini ko'plab ishlab chiqarishni tashkil etish masalalari emas, balki maxsus ishlarga mo'ljallangan yangi materiallar ishlab chiqish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar ko'rib chiqiladi.

Ilova sifatida turli payvandlash materiallariga, qo'llaniladigan xomashyo turlariga oid davlat standartlaridan olingan ayrim ma'lumotlar, shuningdek, ba'zi boshqa ma'lumotlar keltirilgan.

1-BOB. UGLERODLI VA LEGIRLANGAN PO‘LATLARNI YOY YORDAMIDA HAMDA GAZ ALANGASIDA DASTAKI US‘JLDA PAYVANDLASH

1.1. Po‘latlar haqida qisqacha ma’lumot

Po‘latlar uglerodli va legirlangan bo‘ladi. Tarkibida 0,1 – 0,7% uglerod bo‘lgan po‘latlarga uglerodli konstruksion po‘latlar deyiladi.

Temir asosida tayyorlangan, tarkibida bitta yoki bir nechta legirlovchi elementlar hamda 0,5% gacha uglerod bo‘lgan po‘latlarga legirlangan po‘latlar deyiladi.

Uglerodli po‘latlar ГОСТ 380-71 (oddiy sifatli uglerodli po‘lat), ГОСТ 1050-74 (uglerodli konstruksion sifatli po‘lat), ГОСТ 23570-79 (qurilish konstruksiyalari uchun mo‘ljallangan po‘lat), ГОСТ 5521-76 (kemasozlikda ishlatiladigan po‘lat), ГОСТ 6713-75 (ko‘priklar qurishi-da ishlatiladigan po‘lat) va boshqalarga muvofiq yetkazib beriladi.

Payvand buyumlar tayyorlashda ishlatiladigan uglerodli konstruksion po‘lat kam uglerodli, o‘rtacha uglerodli va ko‘p uglerodli po‘latlarga bo‘linadi. Kam uglerodli po‘latlar jumlasiga yoy yordamida va gaz alangasida payvandlaganda toblanmaydigan, tarkibidagi uglerod miqdori 0,22% dan ortmaydigan po‘latlar kiradi; o‘rtacha uglerodli po‘latlarda uglerod miqdori 0,2 – 0,45% ga va ko‘p uglerodli po‘latlarda 0,45 – 0,7% ga teng.

Asosiy strukturasiga ko‘ra po‘latlar klasslarga bo‘linadi: perlitli, beynitli, martensitli, ferritli, austenitli va karbidli po‘latlar.

Mashinasozlik po‘lati ko‘pincha perlitli klassga, alohida xususiyatlarga ega bo‘lgan po‘lat austenitli, martensitli yoki ferritli klasslarga taalluqli.

Oddiy sifatli uglerodli po‘lat yetkazib berilish xarakteristikasiga ko‘ra uch guruhga bo‘linadi: A – mexanik xossalari, B – kimyoviy tarkibi va B – mexanik xossalari hamda kimyoviy tarkibiga ko‘ra. Qurilish norma va qoidalariga muvofiq, payvand buyumlar B guruhdagi po‘latlardan tayyorlanishi kerak. B guruh po‘lati kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari, oksidsizlanish darajasi va po‘lat kategoriyasining raqamiga qarab oltita markaga ega. Payvand konstruksiyalar uchun B guruhdagi po‘latdan asosan barcha oksidsizlanish darajalari va barcha kategoriya raqamlaridan BCT2 va BCT3 markali po‘latlar ishlatiladi. Markasining nomiga ko‘ra, po‘lat quyidagicha o‘qiladi. BCT3-чп3 – B guruh po‘lati, markasi 3, tinch qaynaydigan (oksidsizlanishi bo‘yicha), 3-kategoriya;

BCт3 Γnc4 – B guruh po‘lati, markasi 3, tarkibidagi marganets miqdori oshirilgan, qisman tinch qaynaydigan 4-kategoriya; BCт3кп – B guruh po‘lati, markasi 3, qaynaydigan, 1-kategoriya.

Uglerodli konstruksion sifatli po‘lat markalari quyidagicha ifodalaniadi: 08, 10, 15, 20 va hokazo, bu yerda raqamlar po‘lat tarkibidagi uglerodning o‘rtacha miqdorini protsentning yuzdan bir ulushlarida ifodalaydi.

Qurilish metall konstruksiyalari uchun payvandlanuvchan uglerodli po‘lat markalari quyidagicha belgilanadi: 18кп, 18nc, 18cn, 18Γnc va 18Γcn, bu yerda raqamlar uglerodning o‘rtacha miqdorini protsentning yuzdan bir ulushlarida (0,14 dan 0,22% gacha, 18Γnc markalida esa 0,14 dan 0,20% gacha), Γ harfi – tarkibidagi marganetsning miqdori 0,80 dan 1,10% gachanligini ko‘rsatadi, кп, nc, cn indekslar esa qaynaydigan, chala qaynaydigan va tinch po‘lat ekanligini ifodalaydi.

1.2. Po‘latlarning payvandlanuvchanligi haqida tushuncha

Zamonaviy mashinasozlik va qurilishni legirlangan po‘latlar ishlatmasdan tasavvur etib bo‘lmaydi; ular konstruksiyalarning massasi kichik va ekspluatatsion xossalari yaxshi bo‘lgan holda ishonchlilik, puxtaligi va tejamkorligini oshiradi. Bu har xil jinsli metallardan yig‘iladigan kombinatsiyalangan konstruksiyalar uchun ayniqsa muhim. Lekin ayrim bir jinsli bo‘lmagan metallarni umuman payvandlab biriktirib bo‘lmaydi yoki ularni payvandlash texnologiyasi juda murakkab. Shuning uchun payvandlash texnologiyasida metallarning payvandlanuvchanligi to‘g‘risidagi tushuncha katta ahamiyatga ega.

Payvandlanuvchanlik – metallning yoki bir nechta metallar qo‘shilmasining belgilangan payvandlash texnologiyasida konstruksiyaga va buyumni ishlatishga nisbatan qo‘yilgan talablarga javob bera oluvchi birikma hosil qilish xossasidir.

Materiallarning payvandlanuvchanligi tushunchasining murakkabligini payvandlanuvchanlikni baholashda, payvandlanadigan materiallarning bir-biriga buyum materiallari va konstruksiyalarining payvandlash texnologiyasiga bog‘liqligi e‘tiborga olinishi kerak. Payvandlanuvchanlik ko‘rsatkichlari ko‘p. Masalan, statik yuklanishlar va sex haroratida ishlaydigan buyumlarda kam uglerodli po‘latning yaxshi payvandlanuvchanlik ko‘rsatkichi, mustahkamligi maxsus texnologik shartlarni (oldindan qizdirish, termik ishlash va boshqalar) qo‘llamasdan asosiy

metall mustahkamligiga teng bo'lgan payvand birikmalar hosil qilish mumkinligi hisoblanadi.

Chunonchi, kimyoviy apparatlarni tayyorlash uchun mo'ljallangan legirlangan po'latlar payvandlanuvchanligining ko'rsatkichlari maxsus xossalari – korroziyaga chidamlilik, yuqori yoki past haroratlarda mustahkamligini ta'minlaydigan payvand birikmalar hosil qilish mumkinligi hisoblanadi.

Har xil jinsli metallarni payvandlashda atomlararo bog'lanishlarni hosil qilish mumkinligi payvandlanuvchanlik ko'rsatkichi hisoblanadi. Bir jinsli metallar osongina payvandlab biriktiriladi, har xil jinsli metallarning ba'zi juftlari esa birikmalar atomlararo bog'lanishni mutlaq hosil qilmaydi, masalan, mis qo'rg'oshin bilan payvandlanmaydi, temirni qo'rg'oshin bilan, titanni uglerodli po'lat, mis bilan payvandlash qiyin va hokazo.

Metallar payvandlanuvchanligining muhim ko'rsatkichlari – payvand birikmalarda toblangan uchastkalar, darzlar va payvand birikmaning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadigan boshqa nuqsonlarining bo'lmasligi hisoblanadi.

Termik mustahkamlangan po'latning payvandlanuvchanligini baholashda payvandlashda uning mustahkamligining pasayishga moyilligi muhim xarakteristika hisoblanadi. Odatda, mustahkamligining pasayishi po'latni tayyorlash jarayonida (toblash, so'ng yumshatish) uni yumshatish haroratiga qarab qizdirish harorati 400 – 720°C bo'lgan uchastkadagi termik ta'sir zonasida sodir bo'ladi.

Bularning hammasi shuni ko'rsatadiki, metallning payvandlanuvchanligi metall tarkibiga, uning fizik xossalarga, payvandlash texnologiyasiga (qo'shilma material, payvandlash rejimi va boshqalarni tanlash), buyumning shakli va o'lchamlariga, ishlatish sharoitlariga bog'liq. Metallar payvandlanuvchanligining yagona ko'rsatkichi yo'q. Metallarning payvandlanuvchanligi kompleks xarakterga ega bo'lib, qator ko'rsatkichlar dastavval payvandlanadigan metall xossasiga bog'liq bo'ladi.

Payvand birikmani loyihalashda payvandlanuvchanligini aniqlash va metallning darzlar hosil bo'lish, mo'rt holatga o'tish, korroziyalanish, yeyilish va boshqalarga qarshi tinch suyuqlanishini tekshirish maqsadida turli metodikalar hamda texnologik nusxalar qo'llaniladi.

Uglerodli po'latlarning payvandlanuvchanligi bo'yicha tasnifi. Tegishli payvandlash texnologiyasida, darzlar hosil bo'lishiga qarshi tinch suyuqlanish alomatlariga ko'ra, ferrit-perlit va beynit strukturali po'latlarni taxminan to'rtta gruppaga bo'lish mumkin: I – yoy

yordamida va gaz alangasida payvandlashda toblanmaydigan va shu sababli cheklanmagan darajada payvandlanadigan po'latlar; II – toblanadigan mikrostrukturalar hosil qilishga moyil po'latlar, lekin payvandlash texnologiyasi to'g'ri tanlansa, metallni qizdirmasdan payvandlansa, bunday mikrostrukturalar paydo bo'lmaydi; III – payvandlashda toblanuvchi strukturalarning hosil bo'lishiga moyil va bu strukturalar paydo bo'lishining oldini olish uchun qizdirib payvandlanadigan po'latlar; IV – payvandlashda toblanadigan va oldindan yoki payvandlashda qizdirib payvandlanadigan hamda payvandlangandan keyin buyum metalli darhol termik ishlanadigan po'latlar (1.1-jadval).

1.1-jadval

Perlit strukturali po'latlarning payvandlanuvchanligi

Payvandlanuvchanlik klassi	Po'latlar	Payvandlash shartlari
I	Tarkibidagi $C \leq 0,22\%$ (markalari BC Γ 3cn 5, BC Γ 3 Γ cn 5, 18kn, 18cn, 18 Γ cn, 08, 10, 15 va boshqalar)* bo'lgan kam uglerodli po'latlar Tarkibidagi $C \leq 0,14\%$ bo'lgan kam legirlangan kam uglerodli (markalari 09 Γ 2C, 10 Γ 2C1, 10XCH Δ , 12 Γ 2CM Φ , 12 Γ C va boshqalar) po'latlar	Metall qalinligi, atrof-muhit harorati va buyumning bikirliligiga qaramasdan payvandlash rejimlarining keng intervalida uncha cheklanmagan darajada payvandlanadi.
II	Tarkibida 0,22 – 0,30% uglerod bo'lgan uglerodli (markalari Cr4, 20, 25 va boshqalar) po'latlar Tarkibida 0,14 – 0,22% uglerod bor kam legirlangan kam uglerodli (markalari 15XCH Δ , 14 Γ 2A Φ , 15 Γ 2A Φ Дnc, 16 Γ 2A Φ , 14 Γ CM Φ P va boshqalar) po'latlar	Payvandlash rejimlarining tor intervalida to'g'ri tanlanganda atrofda havo haroratiga (kamida – 5 °C) qalinligi (20mm dan kam) va bikirligiga qarab cheklangan darajada payvandlanadi.
III	Tarkibida 0,3 – 0,4% uglerod bor, uglerodli (markalari Cr5, 25, 35 va boshqalar) po'latlar Tarkibida 0,22 – 0,3% uglerod bor kam legirlangan o'rtacha uglerodli (markalari 18 Γ 2A Φ , 20X Γ CA va boshqalar) po'latlar	Oldindan yoki payvandlashda 100 – 250 °C gacha qizdirib payvandlanadi.
IV	Issiqbardosh po'latlar (12XM, 15XM, 20XM Δ , 12XIM Φ , 15XIM Φ va boshqalar) O'rtacha legirlangan o'rtacha uglerodli (25X Γ CA, 30X Γ CA, 30X Γ CHA, 30XH2M Φ A, 20X2MA va boshqalar) po'latlar Turli markadagi ko'p legirlangan perlit po'latlar	Qizdirib payvandlanadi va keyin payvand buyum termik ishlanadi.

*Po'latlarning payvandlanuvchanligi formuladan aniqlanadigan ekvivalent uglerod C_E bo'yicha ham baholanishi mumkin.

1.3. Uglerodli konstruksion po'latlarni payvandlash

Tarkibida 0,2% gacha uglerod bo'lgan kam uglerodli po'latlar tipaviy payvandlash materiallaridan foydalanib payvandlanadi. Payvandlanadigan buyumning mas'uliyatlilik darajasiga qarab Э38, Э42 va Э42A tipli elektrodlardan foydalaniladi.

Э38 tipidagi elektrodlar mas'uliyatsiz buyumlarni, Э42 – mas'uliyatli buyumlarni va Э42A – alohida mas'uliyatli buyumlarni tayyorlash uchun ishlatiladi.

Qalin listlardan (15mm) va payvandchi uchun noqulay vaziyatlarda buyumlarni payvandlash uchun (qurilishda montaj ishlarini bajarishda) suyuqlantirib qoplanadigan metallining mustahkamligi yuqori bo'lgan Э46 va Э46A tiplardagi elektrodlardan foydalanish lozim. Bu talabni quyidagilar bilan tushuntirish mumkin: noqulay vaziyatlarda katta kesimli ko'p qatlamli choklarni nuqsonsiz payvandlash qiyin. Mustahkamligi yuqori bo'lgan chok metallini hosil qiluvchi elektrodlardan foydalanib, kafolatlangan mustahkamlikdagi birikmalar olish mumkin.

Kam uglerodli po'latlarni biriktiruvchi choklar (yoy yordamida va gaz alangasida payvandlashning barcha turlari bilan bajarilgan) darzlarining hosil bo'lishiga qarshi to'la qoniqarli turg'unlikka ega.

Tarkibida 0,2 dan 0,45% gacha uglerodi bor o'rtacha uglerodli po'latlar qo'shimcha texnologik priyomlarni qo'llab shunday payvandlanadiki, bunda payvandlanayotgan paytda darzlar hosil bo'lmasin. Turli darajada oksidsizlanuvchi va har xil kategoriyadagi BCт4 markali va 25 markali po'latlar noto'g'ri tanlangan payvandlash issiqlik rejimida darzlar hosil qilishi mumkin. Darzlar asosan burchak choklarda yoki listlar orasida zazor qoldirmasdan payvandlangan ko'p qatlamli uchma-uch chokning birinchi qatlamida yoki katta bikrlikka ega bo'lgan buyumlarning oxirgi choklarida yohud payvandlash past haroratli havoda bajarilsa va boshqa hollarda paydo bo'ladi. Barcha bu hollarda po'latlarning ko'rsatilgan markalari uchun payvandlash texnologiyasini shunday tashkil etish kerakki, chok metallining sovutilish tezligi iloji boricha yuqori bo'lmasin.

Ст5 markali po'lat tarkibida 0,29 dan 0,37% gacha uglerod bo'ladi, shuning uchun bu po'latning payvandlanuvchanligi Ст4 markali po'latning payvandlanuvchanligidan yomon. Ст5 po'latidan tayyorlanadigan buyumlarni qo'shimcha qizdirib payvandlash kerak. Yaxshisi buyumni bir yo'la chok o'qidan ikkala tomonga 50 – 70mm masofada 100 – 200°C haroratgacha qo'shimcha qizdirish kerak: qalinligi 15mm atrofida

bo'lgan listlar uchun qizdirish harorati 100°C ni, qalin listlar uchun 200°C ni tashkil qiladi.

УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, АНО-7, АНО-8, АНО-11 va boshqa elektrodlar chok metallining darzlarga qarshi yuqori turg'unligini va payvand birikmaning zarur bo'lgan yuqori mexanik xossalarini ta'minlaydi.

Cr6 va 40 markali po'latlarning payvandlanuvchanligi ancha yomon bo'ladi. Bu po'latdan tayyorlanadigan buyumlar qizdirib payvandlanadi, payvandlangandan keyin esa termik ishlanadi.

Odatda, ko'p uglerodli po'latlardan ($C=0,46 - 0,70\%$) payvand birikmalar tayorlanmaydi. Bu po'lat quyma detallarda qo'llaniladi.

1.4. Kam legirlangan po'latlarni payvandlash

Legirlangan po'latlar kam legirlangan (jami legirlovchi elementlari 2,5% dan kam), o'rtacha legirlangan (2,5 dan 10% gacha) va ko'p legirlangan po'latlar (10% dan ortiq) ga bo'linadi.

Kam legirlangan po'latlar kam legirlangan kam uglerodli, kam legirlangan issiqbardosh va kam legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlarga bo'linadi.

Kam legirlangan kam uglerodli konstruksion po'latlar tarkibidagi uglerod miqdori 0,22% dan oshmaydi. Legirlanishiga qarab po'latlar marganetsli (14Г, 14Г2), kremniy-marganetsli (09Г2С, 10Г2С1, 14ГС, 14ГС va boshqalar), xrom-kremniy-marganetsli (14ХГС va boshqalar), marganets-azot-vannadiyli (14Г2АФ, 18Г2АФ va boshqalar), xrom-kremniy-nikel-misli (10ХСНД, 15ХСНД) po'latlar va boshqalarga bo'linadi. Kam legirlangan kam uglerodli po'latlar, issiqalayin prokatka qilingan po'latlarning uzilishiga vaqtinchalik qarshiligi ($48 - 90$) $\cdot 10^7$ Pa atrofida bo'ladi.

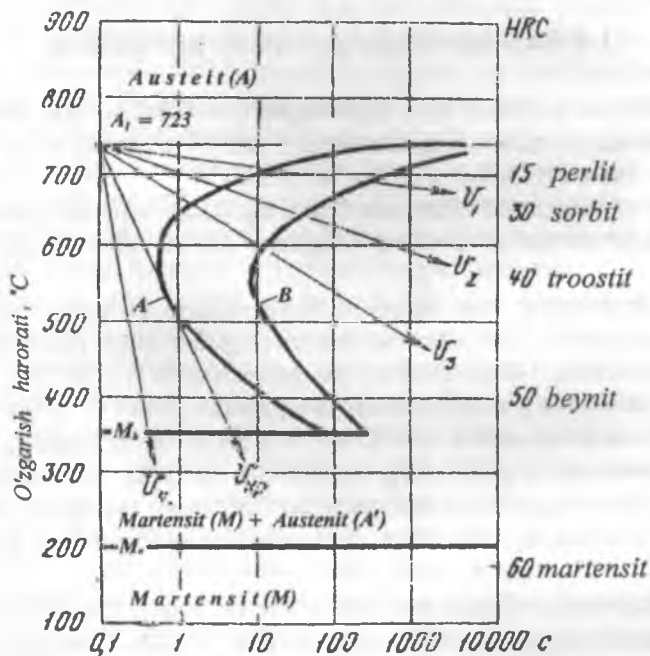
Kam legirlangan issiqqa chidamli po'latlar yuqori haroratda ishlatilganda yuqori mustahkamlikka ega bo'ladi. Ulardan energetik bug' qurilmalarini tayyorlashda keng foydalaniladi.

Kam legirlangan o'rtacha uglerodli (uglerod miqdori 0,22% dan ortiq) konstruksion po'latlar (17ГС, 18Г2АФ, 35ХМ va boshqalar) odatda, termik ishlangan holatda ishlatiladi. Bu po'latlarni payvandlash texnologiyasi o'rtacha legirlangan po'latlarni payvandlash texnologiyasiga o'xshash.

Kam legirlangan po'latni payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari.
Kam legirlangan po'latlarni payvandlash kam legirlangan konstruksion

po'latlarni payvandlashga qaraganda qiyinroq. Kam legirlangan po'lat payvandlashda issiqlik ta'siriga ancha sezgir. Kam legirlangan po'latning markasiga qarab payvandlashda toblanuvchi strukturalar yoki payvand birikmaning termik ta'sir zonasida o'ta qizigan uchastkalar hosil bo'lishi mumkin.

Termik ta'sir zonasida metall strukturasi uning kimyoviy tarkibi, sovitish tezligi va metallni tegishli haroratlarda (bunda donachalarning mikrostrukturasi va o'lchamlari o'zgaradi) qancha vaqt turishiga bog'liq. Agar evtektoidgacha po'latda qizdirib austenit olinsa (1.1-rasm), so'ngra esa po'lat turli tezlikda sovitilsa, u holda po'latning kritik nuqtalari pasayadi.



1.1-rasm. Kam uglerodli po'lat austenitining izotermik (o'zgarmas haroratda) parchalanish diagrammasi:

A – parchalana boshlanishi, V – parchalanish oxiri, A₁ – po'latning kritik nuqtasi, M_b va M_o – austenitning martensitga aylana boshlanishi va oxiri, V₁, V₂, V₃, V₄ – har xil tipli strukturalar hosil bo'lib sovish tezliklari.

Sekin sovitilsa, perlit strukturasi olinadi (ferrit va sementitning mexanik aralashmasi). Tez sovitilganda austenit nisbatan past haroratlarda tashkil etuvchi strukturalarga parchalanadi va strukturalar – sorbit, troosit, beynit hamda juda tez sovitilganda martensit hosil bo'ladi. Martensitli struktura eng mo'rt struktura hisoblanadi, shu sababdan kam legirlangan po'latlarni payvandlashda sovitish jarayonida austenitning martensitga aylanishiga yo'l qo'ymaslik lozim.

Payvandlashda metallni sovitish tezligi (ayniqsa qalin metallni) quyma metallni havoda odatdagicha sovitish tezligidan doim ancha ortiq bo'ladi, natijada legirlangan po'latlarni payvandlashda martensit hosil bo'lishi mumkin.

Payvandlashda toblangan martensit strukturasi hosil bo'lmasligi uchun termik ta'sir zonasining sovishini sekinlashtiradigan chora-tadbirlar ko'rish zarur (buyumni qizdirishdan, chokda metall qatlamlarini ma'lum vaqt oralig'ida hosil qilish va boshqalardan foydalanish). Buyumlarni yuqori haroratda ishlatishda uning yoyiluvchanligiga (vaqt o'tishi bilan yuqori haroratlarda buyum metallining deformatsiyalanishi) qarshiligini oshirish uchun metallda yirik donali strukturaga ega bo'lish mumkin ekan. Lekin juda yirik donali metallning plastikligi past bo'ladi, shuning uchun bunday hollarda donalar o'lchami cheklanadi.

Buyumlar past harorat sharoitlarida ishlatilganda yoyiluvchanlik bo'lmaydi va katta mustahkamlik hamda plastiklikni ta'minlaydigan mayda donali metall strukturasi zarur bo'ladi.

Kam legirlangan po'latlarni payvandlashda qoplamali elektrodlar va boshqa payvandlash materiallari shunday tanlanadiki, ular tarkibidagi uglerod, oltingugurt, fosfor va zararli elementlar miqdori kam uglerodli konstruksion po'latlarni payvandlash uchun mo'ljallangan materiallardagiga nisbatan kam bo'lsin. Shu bilan chok metallini kristallizatsion darzlarga qarshi turg'unligini oshirishga muvassar bo'linadi, chunki kam legirlangan po'latlar bunday darzlarning hosil bo'lishiga juda moyil bo'ladi.

Kam legirlangan po'latlarni payvandlash texnologiyasi asoslari. Qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД, 10Г2С1 va 10Г2Б markali kam legirlangan kam uglerodli po'latlar toblanmaydi va o'ta qizimaydi. Kam uglerodli po'latlar qanday texnologiya bo'yicha payvandlansa, bu po'latlar ham shunday payvandlanadi.

Birikmaning bir tekis mustahkamligini ta'minlash uchun dastaki usulda payvandlash Э46А va Э50А tipli elektrodlar bilan bajariladi.

Chok yaqinidagi zonaning qattiqligi va mustahkamligi amalda asosiy metallardan farq qilmaydi.

12ГC, 14Г, 14Г2, 14ХГC, 15XCHД, 15Г2Ф, 15Г2CФ, 15Г2AФ markali kam legirlangan kam uglerodli po'latlar payvandlashda toblaydigan mikrostrukturalar va chok metalli hamda termik ta'sir zonasida o'ta qizish hosil qilishi mumkin. Agar payvandlash payvand birikmaning sovitilish tezligini kamaytirish uchun zarur bo'lgan nisbatan katta pogon issiqlik energiyada bajarilsa, toblanadigan strukturalar miqdori keskin kamayadi. Lekin bu po'latlarda uglerod miqdori ko'p bo'lganligi tufayli, payvandlashda metallni sovitish tezligining pasaytirilishi chok metalli va chok yaqinidagi metall donalarining yiriklashishiga (o'ta qizishiga) sabab bo'ladi. Bu ayniqsa 15XCHД, 14ХГC markali po'latlarga taalluqlidir. 15Г2Ф, 15Г2CФ va 15Г2AФ markali po'latlarda chok yaqinidagi zona o'ta qizimaydi, chunki ular vanadiy va azot bilan legirlangan. Shuning uchun aytib o'tilgan ko'pgina po'latlarni payvandlash kam uglerodli po'latlarni payvandlashga nisbatan tor issiqlik rejimlari bilan cheklanadi.

Payvandlash rejimini shunday tanlash zarurki, toblovchi mikrostrukturalar miqdori ko'p bo'lmasin va metall o'ta qizimasin (katta miqdordagi juda yirik donalar), u holda atrof havo harorati minus 10°C dan past bo'lmaganda istalgan qalinlikdagi po'latni cheklanmagan darajada payvandlash mumkin bo'ladi. Atrof havo harorati ancha past bo'lganda 120 – 150°C gacha oldindan qizdirish zarur. Minus 25°C dan past haroratda toblanadigan po'latlardan tayyorlanadigan buyumlarni payvandlash man qilinadi.

Ortiqcha o'ta qizishning oldini olish uchun 15XCHД va 14ХГC po'latlarini kam uglerodli po'latlarni payvandlashga nisbatan pasaytirilgan pogon issiqlik energiyasida (kichik tokda kichik diametrli elektrodlar bilan) payvandlash lozim.

15XCHД va 14ХГC po'latlarini payvandlashda bir tekis mustahkamlikni ta'minlash uchun Э50A yoki Э55 tipidagi elektrodlardan foydalanish kerak. 17ГC, 18Г2AФ, 35XM va boshqa kam legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlarni payvandlash texnologiyasi o'rtacha legirlangan po'latlarni payvandlash texnologiyasiga o'xshash.

1.5. O'rtacha legirlangan po'latlarni payvandlash

O'rtacha legirlangan po'latlarning (ГОСТ 4543-71) uzilishga vaqtinchalik qarshiligining qiymati va mo'rt holatga o'tishga qarshi

chidamliligi yuqori bo'ladi; shu sababli ular past va yuqori haroratlarda, zarbiy yoki yo'nalishi o'zgarib turadigan yuklanishlar agressiv muhitlar ta'sirida va boshqa og'ir sharoitlarda ishlaydigan konstruksiyalar uchun ishlatiladi.

O'rtacha legirlangan po'latlar (20XГCA, 25XГCA, 30XГCA, 30XГЧA, 30XH2MΦA va boshqalar) issiqni sezuvchan bo'ladi, payvandlanayotganda ular toblanishi, o'ta qizishi, sovuqda darzlar hosil qilishi mumkin, bular ularni payvandlashni qiyinlashtiradi. Tarkibidagi uglerod va legirlovchi aralashmalar miqdori qancha ko'p va metall qancha qalin bo'lsa, bu po'latlarning payvandlanuvchanligi shuncha yomon bo'ladi.

Bu po'latlar teskari qutbiylikdagi o'zgarmas tokda asos xarakterli qoplamli elektrodlar bilan choklar kaskad va blok usullarida ko'p qatlamli qilib payvandlanadi. Payvandlash texnologiyasi chok metallining sekin sovitilishini nazarda tutishi kerak. Metallda darzlar hosil bo'lishining oldini olishda uning haroratini 150 °C dan yuqori ko'tarish katta yordam beradi. Kaskad usulida payvandlashda bosqich uzunligi chokning navbatdagi qatlamini yotqizish oldidan chokning oldingi qatlami ko'rsatilgan qizdirib olish hisobidan tanlanishi kerak. Odatda, payvandlash bosqichining uzunligi 150 – 200 mm ni tashkil qiladi.

O'rtacha legirlangan po'latlarni (BII9-6, BII12-6, HИAT-3M va boshqalar) payvandlashda qoplamali elektrodlar markasi payvand birikmaning termik ishlanish turiga qarab tanlanadi.

1.6. Legirlangan issiqqa chidamli po'latlarni yoy yordamida va gaz alangasida payvandlash

Mikrostrukturasiga ko'ra issiqqa chidamli po'latlar perlit klassli (12MX, 12X1M1Φ, 20X1M1Φ1TP va boshqalar) va martensit klassli (15X5, 15X5M va boshqalar) po'latlarga bo'linadi.

Barcha issiqqa chidamli po'latlar iste'molchiga termik ishlangandan so'ng (toblash plyus yuqori darajada bo'shatish, yumshatish) yetkazib beriladi, bu po'atlardan tayyorlangan buyumlarning ish harorati (bug' o'ta qizdiriladigan quvurlar, gaz turbinalarining detallari, neft zavodlari pechlarining quvurlari va boshqalar) 600°C dan oshmaydi. Agar ba'zi buyumlar 600°C dan yuqori haroratda ishlatilsa, u holda ular ko'p legirlangan olovbardosh va issiqbardosh po'atlardan tayyorlanadi.

Issiqqa chidamli po'latni yoy yordamida payvandlash uchun ГОСТ 9467-75 elektrodslarning to'qqizta tipini nazarda tutadi (Э09M, Э-09MX,

Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Е-10Х5МФ).

Istalgan markadagi issiqqa chidamli po'latni payvandlash texnologiyasida payvandlanayotgan buyumni oldindan yoki mahalliy joyini payvandlayotgan paytda yoxud hamma yog'ini qizdirish, chok metalli va asosiy metall strukturalarining mumkin qadar bir jinsli bo'lishini ta'minlash va payvand buyumning termik ishlanishi nazarda tutiladi.

Payvandlanayotgan buyumni qizdirish metallda payvandlash darzlari hosil bo'lmashligi uchun zarurdir.

Chok metalli va asosiy metallning kimyoviy jihatdan bir jinsliligi payvand buyumlarni ishlatayotgan vaqtda yuqori haroratlarda diffuzion hodisalar sodir bo'lmashligi uchun kerak, chunki diffuziya jarayonida kimyoviy elementlarning ko'chib yurishi buyumlarni ishlatish muddatining qisqarishiga olib keladi.

Termik ishlov berish bilan butun payvand birikmada metall mikrostrukturasini yaxshilashga erishiladi. Lekin buyumning ishlash muddatini oshirish uchun termik ishlash rejimini to'g'ri tanlash va amalga oshirish kerak. Issiqqa chidamli po'latlardan yasalgan payvand buyumlarni termik ishlashning eng yaxshi rejimi toblash va yuqori darajada bo'shatishdir. Amalda faqat yuqori darajada bo'shatish yoki taxminan 780°C haroratgacha qizdirib yumshatishdan foydalaniladi.

Payvandlanayotgan buyumni zarur darajada qizdirib olish, shuningdek, payvand birikmalarni termik ishlash odatda, sanoat chastotasidagi yoki yuqori chastotali induksion tok yordamida amalga oshiriladi. Bo'shatishda maksimal qizdirish haroratida tutib turish vaqti devor qalinligining 4 – 5 min/mm hisobidan olinadi; payvand buyum oldindan qizdirish haroratigacha (200 – 450°C) asta-sekin sovitilishi kerak.

Montaj sharoitlarida qizdirish va keyinchalik termik ishlash mumkin bo'lmaganda issiqqa chidamli po'latlarni payvandlash uchun АН-ЖР-2 markali (Е.О.Патон nomidagi institut konstruksiyasidagi elektrodlar) elektrodlar qo'llaniladi. Bunda chok metallidagi nikel miqdori kamida 31% bo'ladi va chok metalli austenitli strukturaga ega bo'ladi. Elektrodlar barcha fazoviy holatlarda payvandlash uchun yaroqli. Issiqqa chidamli po'latlarni payvandlash uchun СЛ («ЦННТМАШ», legirlangan po'latlar, masalan, СЛ-14, СЛ-30 va boshqalar), ТМЛ seriyalardagi va boshqa qoplamali elektrodlardan keng foydalaniladi.

Kam legirlangan konstruksion po'latlar qanday rejimlarda payvandlansa, issiqqa chidamli po'latlar ham qoplamali elektrodlar bilan shunday rejimlarda payvandlanadi. Bunda chok tubini to'la payvandlash

zarur, buning uchun birinchi qatlam 2 – 3 mm diametrli elektrodlar bilan payvandlanadi. Elektrodلarning aksariyat qismi teskari qutbiylkdagi o'zgarmas tokda payvandlashni talab qiladi.

Issiqa chidamli po'latلarni payvandlash texnikasi kam uglerodli po'latلarni payvandlash texnikasiga o'xshash. Ko'p qatlamlab payvandlash kuskad usulida (chokning har bir qatlamini sovitmasdan) bajariladi.

Issiqa chidamli po'latلarni gaz alangasida payvandlash ba'zan qoplamali elektrodlar bilan yoy yordamida payvandlashga qaraganda ishga luyogatlliligi yuqori bo'lgan payvand buyumlar olishga imkon beradi. Issiqa chidamli po'latlar gaz alangasida payvandlanganda alanga quvvati metallarning 1mm qalinligiga 100 dm³ atsetilen/soatni tashkil qiladi; payvandlash faqat normal (tiklovchi) alanga yordamida bajariladi. Qo'shilma metall sifatida payvandlanayotgan po'lat markasiga qarab CB-08XMΦA, CB-10XMΦT, CB-10X5M, CB-18XMA va boshqa markali payvandlash simlari ishlatiladi. Legirlovchi aralashmalar kuyib ketishining va mikrodarzlار hosil bo'lishining oldini olish maqsadida, avval detal qirralari suyuqlangan metallning yupqa qatlami bilan "oqartiriladi" va tayyorlash formasi tezda suyuq metallga to'lg'aziladi. Payvandlashda qo'shimcha metall har vaqt payvandlash vannasida bo'lishi kerak; legirlovchi elementlar kuyib ketmasligi uchun tomchilatib payvandlash usulidan (priyomidan) foydalanilmaydi.

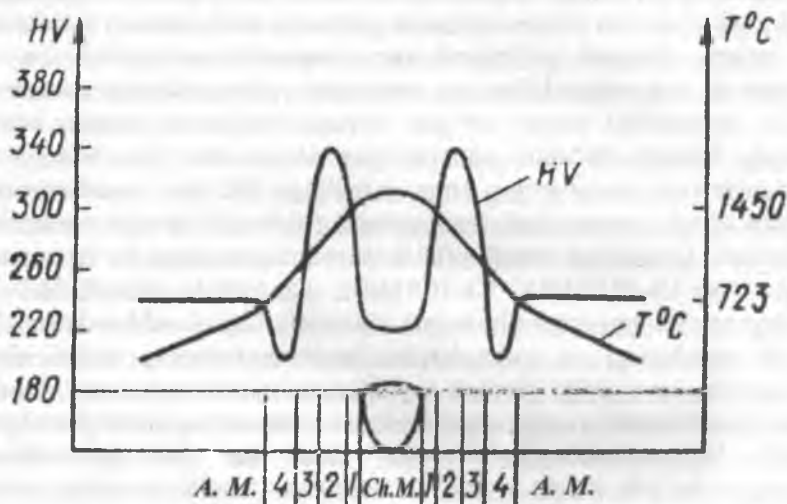
Quvurlarning uchma-uch choklari gaz alangasida oldindan butun chokni qizdirib payvandlanadi. Chokni quvur perimetri bo'ylab chok hosil qilganda foydalaniladigan gorelkaning o'zi bilan qizdirish mumkin. Issiqa chidamli po'latلarni payvandlash texnikasi kam uglerodli po'latلarni payvandlash texnikasiga o'xshash. Uchma-uch payvandlashda chokka termik ishlov berish shart; uni payvandlash gorelkasi bilan, yaxshisi quvurning diametri, devorning qalinligi va boshqa sharoitلarga ko'ra ancha kuchli gorelka bilan qizdirish mumkin.

1.7. Termik mustahkamlangan po'latلarni payvandlash

Termik ishlov berib (toblash plyus bo'shatish) uglerodli po'latلarning ham, legirlangan konstruksion, issiqa chidamli, issiqa bardoshli va boshqa po'latلarning ham (masalan, 10Г2C1, 09Г2C, 14Г2, 15XCHД, 12Г2CMΦ, 15Г2CΦ, 15Г2CΦP, 15Г2AΦ, 15XГCA va boshqalar) mexanik xossalari oshiriladi.

Tarkibidagi uglerod miqdori 0,12% dan ortiq bo'lganda, payvandlash jarayonida termik mustahkamlangan po'latlar termik ta'sir zonasida

toblash mikrostrukturalari hosil qiladi, agar payvand birikmaga payvandlashdan keyin termik ishlov berilmagan bo'lsa, mustahkamligi ham pasayadi. Termik mustahkamlangan po'lat payvand birikmasi qattiqligining o'zgarishi 1.2-rasmda ko'rsatilgan.



1.2-rasm. Termik mustahkamlangan po'lat payvand birikmasida qattiqlik HV ning o'zgarish egri chiziqlari:

Ch.M. – chok metalli; 1, 2, 3, 4 – to'la suyuqlanmagan (har xil jinsli mikrouchastka), toblangan, chala toblangan, yumshatish (mustahkamligini pasaytirish) uchastkalari; A.M. – asosiy metall.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, payvandlashda toblanishga moyil bo'lgan mustahkamlangan po'latni payvandlashda termik ta'sir zonasi quyidagi uchastkalarga bo'linadi: 1 – to'la suyuqlanmagan yoki uni yana asosiy metall suyuqlangan donalari bir qismining intensiv diffuziyalanadigan va kimyoviy jihatdan bir jinsli bo'lmagan mikrouchastkasi deb atash mumkin, 2 – qizdirish haroratlari 920 – 950°C dan yuqori bo'lgan toblanish va o'ta qizish uchastkasi, 3 – qizdirish haroratlari 720 dan 920°C gacha bo'lgan chala toblanish uchastkasi, 4 – qizdirish haroratlari 720°C dan past bo'lgan mustahkamligini yo'qotish uchastkasi.

Toblash uchastkasida metall qattiqligi maksimal, chala toblash uchastkasida esa pastroq bo'ladi. Boshqa uchastkalarga, shuningdek,

asosiy metallga nisbatan mustahkamligi yo'qotiladigan uchastkaning qattiqligi eng past bo'ladi. Mustahkamligini yo'qotish uchastkasi payvand birikma statik yuklanishda ishlayotganda uning eng bo'sh joyidir.

Mustahkamligini yo'qotish uchastkasining kengligi payvand birikmalarining ishlash moyilligiga ta'sir qiladi: bu uchastkaning eni qancha kichik bo'lsa, ishlash moyilligi shuncha yuqori bo'ladi. Mustahkamlik yo'qoladigan uchastka eni sovitish tezligiga bog'liq.

Metallning mustahkamligi yo'qoladigan uchastkasining enini hamda butun termik ta'sir zonasini kichiklashtirish uchun past pogon issiqlik energiyali payvandlash rejimlaridan foydalanish lozim.

Termik mustahkamlangan po'latlarni gaz alangasida payvandlash mustahkamligini yo'qotadigan keng uchastkaning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Agar payvand birikmani keyinchalik termik ishlab bo'lmasa, gaz alangasida payvandlashni tavsiya etib bo'lmaydi.

1.8. Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarni payvandlash

Ko'p legirlangan po'latlar deb, tarkibidagi bitta yoki bir nechta legirolovchi elementlar miqdori 10 – 55% bo'lgan po'latlarga aytiladi.

Ko'p legirlangan qotishmalar deb, tarkibidagi temir va nikel miqdori 65% dan ortiq yoki nikel miqdori 55% dan ortiq, qolgani aralashmalar bo'lgan qotishmalarga aytiladi.

ГОСТ 5632-72 ga muvofiq ko'p legirlangan po'latlarning 94 ta markasi va ko'p legirlangan qotishmalarning 22 ta markasi mavjud. Po'latlar va qotishmalarning bir nechta markalari turli texnik shartlarga ko'ra ishlab chiqariladi.

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalar turli alomatlariga ko'ra, asosan, legirlanish sistemasi strukturasi va xossalariga qarab klassifikatsiyalanadi. Legirlanish sistemasiga ko'ra, ko'p legirlangan po'latlar xromli, xrom-nikelli, xrom-marganetsli, xrom-marganets-azotli po'latlarga bo'linadi.

Strukturasiga ko'ra ko'p legirlangan po'latlar martensit (15X5, 15X5M va boshqalar), martensit-ferrit (15X6CЮ, 12X13 va boshqalar), austenit-martensit (07X16H6, 08X17H5M3), austenit-ferrit (08X20H14C2 va boshqalar) hamda austenit klassidagi (03X17H14M2, 12X18H9 va boshqalar) po'latlarga bo'linadi. Ba'zi austenitli po'latlarda nikel o'rniga, tanqis material sifatida, qisman yoki to'la marganets va azot ishlatiladi.

Mustahkamlanish sistemasiga binoan, ko'p legirlangan po'lat va qotishmalar tarkibida 0,2 – 1,0% uglerod bo'lgan karbidli, boridli (temir, xrom, niobiy, uglerod, molibden va volfram boridlari hosil bo'ladi), intermetallid bilan mustahkamlanadigan (mayda dispersiya zarrachalari bilan mustahkamlash) po'lat va qotishmalarga bo'linadi.

Xossalariga ko'ra, ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalar korroziyabardosh (zanglamaydigan), ular istalgan korroziya turlariga – atmosfera, tuproq, ishqor, kislota, tuz, kristallitlararo korroziyaga chidamli bo'ladi; yuqori haroratlarda (1300°C gacha) oksidlanmaydigan otashga chidamli (oksidlanishga chidamli); 1000°C dan yuqori haroratda normallangan vaqt davomida mustahkamligini pasaytirmasdan ishlashga moyil issiqbardosh po'lat va qotishmalarga bo'linadi.

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarni payvandlashning o'ziga xos xususiyatlari. Kam uglerodli po'latlarga nisbatan aksariyat ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti kichik (1,5 – 2 marta) va chiziqli kengayish koefitsiyenti katta (1,5 marta) bo'ladi. Payvandlashda issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyentining pastligi issiqlikning to'planishiga va buning natijasida buyum metalli suyuqlanishining ortishiga olib keladi. Shu tufayli berilgan suyuqlanish chuqurligini hosil qilish uchun payvandlash toki kattaligini 10 – 20% ga pasaytirish lozim. Oshirilgan chiziqli kengayish koefitsiyenti payvandlashda payvand – buyumlarda katta deformatsiyalarning paydo bo'lishiga, ularning bikirligi yuqori bo'lgan holda esa (nisbatan yirik buyumlar, qalin metall, payvandlanadigan metallar orasida zazorning yo'qligi, payvandlashda buyumning bikir mahkamlanishi) payvand buyumda darzlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalar kam uglerodli po'latlarga nisbatan darzlar hosil bo'lishiga ancha moyil bo'ladi. Darzlar issiqlikdan ko'pincha austenitli po'latlarda, sovuqdan esa martensit va martensitferrit klassidagi toblanadigan po'latlarda hosil bo'ladi. Bundan tashqari, tarkibida titan yoki niobiy bo'lmagan yohud vanadiy bilan legirlangan korroziyabardosh po'latlar 500°C dan yuqori haroratda qizdirilganda korroziyaga qarshi xossalarini yo'qotadi. Chunki qattiq eritmadan korroziyalanish hamda korroziyadan yorilish markazlari bo'lib qoladigan xrom karbidlari ajralib chiqadi. Termik ishlov berib (ko'pincha toblab) payvand buyumlarning korroziyaga qarshi xossalarini tiklash mumkin. Eritmadan ilgari ajralib chiqqan xrom karbidi 850°C gacha qizdirilib, austenitda qayta eritiladi, tez sovitilganda esa ular alohida fazaga ajralib chiqmaydi. Termik ishlov berishning bunday turi stabillash deb ataladi.

Lekin stabillash po'latning plastikligi va qovushqoqligining pasayishiga sabab bo'ladi.

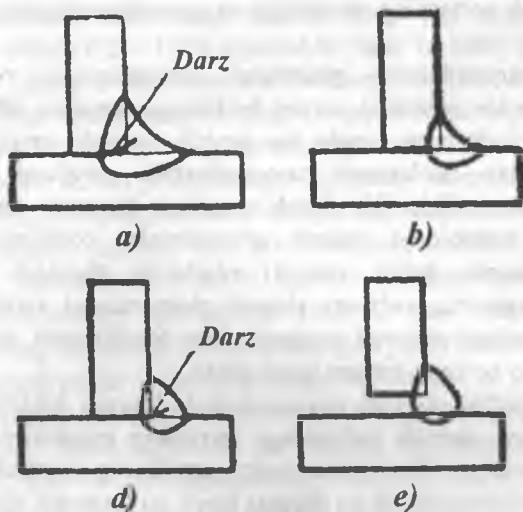
Payvand buyumlarning plastikligi, qovushqoqligi va bir yo'la korroziyaga qarshi xossalari yuqori bo'lishiga metallni 1000 – 1150°C haroratgacha qizdirib va suvda tez sovitib (toblab) erishish mumkin. Ko'p legirlangan po'latlarni payvandlashda darzlarni oldini olish yo'llari: chok metallida ikki fazali struktura (austenit va ferrit) hosil qilish; chok tarkibidagi zararli aralashmalar (oltingugurt, fosfor, qo'rg'oshin, surma, qalay, vismut) miqdorini cheklash va tarkibiga molibden, manganets, volfram singari elementlarni kiritish; asos va aralash xarakterdagi elektrod qoplamlaridan foydalanish, payvandlashda bikirligi pastroq bo'lgan buyum hosil qilish.

Austenitli po'lat chokini payvandlashda buyum bikirligini oshirish bilan birga chok metalli tarkibidagi ferritning miqdorini 2 dan 10% gacha oshirish zarur. Bu holda chok metallining plastikligi austenitli po'latnikiga nisbatan ortadi va darzlar hosil bo'lmagan cho'kadi (hatto payvand buyum bikir holatda bo'lganda ham).

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

Darzlari bo'lmagan payvand birikmalar hosil qilish uchun payvandlanadigan detallarni zazor qoldirib payvandlash (1.3-rasm) va iloji bo-richa choklarni kamroq suyuqlangan metall bilan to'ldirish (suyuqlangan metall bilan to'ldirish shakli ko'effitsiyenti 2 dan kam bo'lishi kerak) tavsiya etiladi. Choklarni minimal pogon issiqlik 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 metalli 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 markalarini yoy yordamida payvandlashda elektrod tipi qat'iy asoslangan holda tanlanishi kerak.



1.3-rasm. Payvandlash shakli koeffitsiyentining (a, b) va chok tubidagi zazorning (d, e) kristallizatsion darzlarning hosil bo'lishga ta'siri.

100 – 300 °C haroratgacha qizdirish (umumiy yoki mahalliy) asosiy metall mikrostrukturasining xarakteriga, tarkibidagi uglerod miqdoriga, buyumning bikirlik va qalinligiga qarab, ko'p legirlangan po'latlar hamda qotishmalarni pavandlashda 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 sovutilishiga yordam beradi, natijada payvand birikmada cho'kish deformatsiyalarining konsentratsiyasi hamda darzlar hosil bo'lmaydi.

Ko'p legirlangan po'latlar va qotishmalarni payvandlashda chok metalli va chok yaqinidagi metallning o'ta qizishi (donalarning yiriklashishi) uning kimyoviy tarkibi va mikrostrukturasiga qizish harorati va 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 (17X18H9, 31X19H9MBET, 36X18H25C2 va boshqalar) 300°C va undan yuqori haroratgacha oldindan qizdirib payvandlanadi, so'ngra payvand buyumlar termik ishlanadi.

Payvandlash uchun payvandlash simi, elektrod qoplamlarining turi va qoplamli elektrodlar tiplari. Alohida xossalarga ega bo'lgan ko'p legirlangan po'latlarni payvandlash uchun payvandlash simi, masalan, CB-04X19H9, CB-05X19H9Φ3C2, CB-06X19H9T markali simlar qo'llaniladi. ГОСТ 2246-70 ga muvofiq, bu simlarning hammasi bo'lib 41 markasi mavjud.

Elektrodlardan asosli, rutil-asosli va rutil-flyuorit-asosli qoplamlilari tanlanadi. Austenitli po'latlarni qoplamli asos xarakterli elektrodlar bilan yoy yordamida payvandlash chok metallining uglerodlanishiga olib keladi, bu esa uning kristallitlararo korroziyaga qarshi chidamliligining pasayishiga sabab bo'ladi. Uglerodlanish bu qoplama tarkibida ko'p miqdorda bo'ladigan marmarning parchalanishi hisobiga bo'ladi. Austenitli po'latlarni tarkibidagi marmar miqdori asos qoplamli elektrodlar tarkibidagi 35 – 40% o'rniga (masalan, YOHI-13/HЖ markali elektrodlarda) faqat 10% bo'ladigan rutil-asosli qoplamli elektrodlar (masalan, O3JI-14) bilan payvandlashda chok metalli uglerodlanmaydi. Alohida xossali ko'p legirlangan po'latlarni dastaki usulda yoy yordamida payvandlash uchun ГОСТ 10051-75 qoplamli elektrodning 49 tipini, masalan, Э-02X19H9Б, Э-04X20H9, Э-06X13H, Э-08X14H65M15B4Г2, Э-10X20H70Г2M2B va boshqalarni nazarda tutadi.

Qoplamli elektrodning har bir tipi bitta yoki bir nechta elektrodlar markasini o'z ichiga oladi.

Alohida xossali ko'p legirlangan po'latlarni yoy yordamida payvandlash uchun mo'ljallangan qoplamli elektrodlar ГОСТ 9466-75 ga muvofiq shartli belgilanadi. Bunda ГОСТ 10052-75 ga ko'ra suyuqlantirib qoplangan metall va chok metallining xarakteristikasini ko'rsatuvchi indekslar guruhini o'rnatish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha ma'lumotlar ko'rsatiladi.

Austenitli po'latlarni gaz alangasida quvvati 1mm qalinlikdagi metallga 70 – 75dm³ atsetilen/soat bo'lgan alanga bilan payvandlanadi. Payvandlashda oksidlovchi alangadan foydalanishga ruxsat etilmaydi, chunki u xromning kuyishiga sabab bo'ladi. Qo'shimcha metall sifatida tarkibidagi uglerod miqdori juda oz bo'lgan, niobiy va titan bilan legirlangan CB-02X19H9T, CB-08X19H10Б va boshqa markali payvandlash simlari ishlatiladi. Gaz yordamida payvandlashda titan deyarli batamom kuyib ketadi va chok metallining kristallitlararo korroziyaga qarshi chidamliligini ta'minlay olmaydi. Bundan tashqari, qizdirish harorati 500 – 850°C bo'lgan, shu bilan birga, sekin sovitiladigan (bunday jarayon gaz alangasida payvandlanayotgan paytda sodir bo'ladi),

zanglamaydigan po'latlar qattiq eritma parchalanganda donalar chegarasi bo'ylab xrom karbidlari ajratib chiqaradi. Xrom karbidi esa metallni korroziyalovchi markazlar hisoblanadi. Sim diametri listlar qalinligi 1 – 6 mm bo'lganda, asosiy metall qalinligiga taxminan teng qilib tanlanadi.

Ko'pincha payvandlashda flyuslardan, masalan, HX-8 markali (uning tarkibi: marmar – 28%, chinni – 30%, ferromarganets – 10%, ferrosilitsiy – 6%, ferrotitan – 6% va titan ikki oksidi – 20%) flyusdan foydalaniladi. Flyus suyuq shishada qoriladi va detal qirralariga pasta ko'rinishida surtiladi. Detal flyus qotgandan keyin payvandlanadi.

Qo'sh qatlamli po'latlarni payvandlash. Qo'sh qatlamli po'latlar ko'proq kam uglerodli po'lat va uni qoplaydigan korrozion po'lat qatlamidan iborat bo'ladi. Korroziyaga qarshi qatlam sifatida 08X18H10T, 08X17H13M3T markali va ularga o'xshash austenitli po'latlar ishlatiladi. Qo'sh qatlamli po'latni yoy yordamida payvandlash choklarni hosil qilish texnikasiga ko'ra, bir qatlamli po'latni payvandlashga o'xshash bo'ladi. Ko'pincha chok avval uglerodli po'lat tomonidan payvandlanadi, so'ngra suyuqlantirib qoplangan metallning qoplamali tomoni tozalanadi va qoplama qatlami payvandlanadi. Elektrodlar kimyoviy tarkibiga ko'ra, qoplama metall bilan bir xilda bo'lishi kerak, masalan, 08X17H16M3T po'lat uchun HX-16 qoplama markali elektrodlar va CB-06X19H10M3T markali sim ishlatiladi.

Austenitli elektrodlar bilan payvandlash uchun teskari qutbiylikdagi o'zgarmas tokdan foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Po'latlarning payvandlanuvchanligi nima?
2. Payvandlanuvchanlik qanday aniqlanadi?
3. Uglerodli po'latlarning payvandlanuvchanligi haqida gapirib bering?
4. Legirlangan po'latlarni payvandlashda qanday qiyinchiliklarga duch kelinadi?
5. Payvandlashda po'lat mustahkamligining pasayishi nima?
6. Austenitli po'latlarni payvandlashda qanday elektrodlardan foydalaniladi?
7. Payvandlanuvchanlik tajriba yo'li bilan qanday aniqlanadi?

2-BOB. PAYVANDLASH VA ERITIB QOPLASH UCHUN SIMLAR, CHIVIQLAR, TASMALAR HAMDA KUKUNLAR

2.1. Po'latdan tayyorlangan payvandlash simlari

Po'latlarni payvandlash, asosan ГОСТ 2246-70 ga muvofiq, po'latdan sovuqlayin cho'zib tayyorlangan payvandlash simidan foydalani-ladi. Bu standartda besh xil rusumdagi sim tayyorlash nazarda tutiladi.

Tasnifi va belgilanishi. ГОСТ 2246-70 ga muvofiq tayyorlangan payvandlash simi legirlanganlik darajasiga qarab kam uglerodli, legir-langan va yuqori darajada legirlangan xillarga ajratiladi.

Kam uglerodli sim oltita rusumda ishlab chiqariladi: СВ-08, СВ-08А, СВ-08АА, СВ-08ГА, СВ-10ГА va СВ-10Г2.

Legirlangan simning o'ttiz xil rusumi ishlab chiqariladi: СВ-08ГС, СВ-12ГС, СВ-08Г2С, СВ-10ГН, СВ-08ГСМТ, СВ-15ГСТЮСА va hokazolar.

Yuqori darajada legirlangan sim o'ttiz to'qqiz xil markada tayyorlanadi: СВ-12Х11НМФ, СВ-10Х11НБМФ, СВ-12Х13, СВ-20Х13, СВ-06Х14, СВ-08Х14ГНТ, СВ-10Х17Т, СВ-13Х25Т, СВ-01Х19Н9, СВ-04Х19Н9, СВ-08Х16Н8М2, СВ-08Х18Н8Г2Б va hokazolar.

Po'latdan tayyorlangan payvandlash simi vazifasiga qarab payvand-lash (eritib qoplash)ga mo'ljallangan simga va elektrodlar tayyorlash uchun mo'ljallangan simga (shartli belgisi Э) ajratiladi. Simning vazifa-siga qarab xillarga ajratilishi elektrodlar tayyorlash uchun ishlatiladigan simning diametri bo'yicha chekli chetlanishlarining qattiqroqligi, shu-ningdek, vaqtli qarshiligiga turli talablar qo'yilishi bilan bog'liq. Sim-ning vazifasi buyurtmada shartlashib olinmogi dardkor.

Kam uglerodli va legirlangan sim, sirtining turiga ko'ra, mislanma-gan hamda mislangan (О) simga bo'linadi. Sim sirtini mislashga qo'yila-digan maxsus talablar (shu jumladan, misning umumiy miqdori) texnik shartlar bilan belgilangan. Sirti mislangan sim yetkazib berish zarurligi buyurtmada kelishib olingan.

Iste'molchining talabiga muvofiq, sim elektrshlak (Ш) yoki vakuum-yoy (ВД) usulida, yohud vakuumli-induksion (ВИ) pechlarda eritilgan po'latdan tayyorlanishi kerak. Bunda simning metalliga qo'yiladigan qo'shimcha talablar (zararli va chet aralashmalar miqdoriga oid me'yorlarning jiddiyligi, gazlar, nometall qo'shilmalar miqdoriga doir cheklashlar va boshqalar) tomonlarning kelishuviga binoan belgilanadi.

Payvandlash simining shartli belgisida simning diametri va markasi, po'latni eritish usulini ifodalovchi yuqorida keltirilgan indekslar, simning vazifasi hamda sirtining turi, shuningdek, standarti ko'rsatiladi. Quyidagi shartli belgilarga misollar keltirilgan.

Payvandlash (eritib qoplash) uchun mo'ljallangan, sirti mislangan, 3 mm diametrli CB-08A markadagi payvandlash simi:

3CB-08A ГОСТ 2246-70

Elektrodlar tayyorlashga mo'ljallangan 4 mm diametrli CB-04X19H9 markadagi payvandlash simi:

4CB-04X19H-Э ГОСТ 2246-70

Elektrshlak usulida qayta eritish yo'li bilan eritilgan po'latdan tayyorlangan, po'latni payvandlash (eritib qoplash) uchun mo'ljallangan 2 mm diametrli CB-30X25H16Г7 markadagi payvandlash simi:

2CB-30X25H16Г7-III ГОСТ 2246-70

Payvandlash (eritib qoplash) ga mo'ljallangan sirti mislangan 1,6mm diametrli CB-08Г2C markadagi payvandlash simi:

1,6CB-08Г2C-O ГОСТ 2246-70

Vakuimli-induksion pechda eritilgan po'latdan tayyorlangan, elektrodlar tayyorlash uchun mo'ljallangan, sirti mislangan 2,5 mm diametrli CB-08XГCMΦA markadagi payvandlash simi:

2,5CB-08XГCMΦA-BИ-Э-O ГОСТ 2246-70

2.1-jadval

Po'lat simining kimyoviy tarkibi, %

Sim markasi	S	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Boshqa elementlar
								ko'pi bilan		
Kam lezirlangan sim										
CB-08	≤0,10	≤0,3	0,35-0,60	≤0,15	≤0,30	-	-	0,04	0,04	≤0,01 Al
CB-08A	≤0,10	≤0,03	0,35-0,60	≤0,12	≤0,25	-	-	0,03	0,03	≤0,01 Al
CB-08AA	≤0,10	≤0,03	0,35-0,60	≤0,10	≤0,25	-	-	0,02	0,02	≤0,01 Al
CB-08ГA	≤0,10	≤0,06	0,80-1,10	≤0,10	≤0,25	-	-	0,025	0,030	-
CB-10ГA	≤0,12	≤0,06	1,10-1,40	≤0,20	≤0,30	-	-	0,025	0,030	-

2.1-jadvalning davomi

C _B -10I2	0,12	0,06	1,50-1,90	≤0,20	≤0,30	-	-	0,30	0,030	-
Legirlangan sim										
C _B -08I C	≤0,10	0,60-0,85	1,40-1,70	≤0,20	≤0,25	-	-	0,025	0,030	-
C _B -12I C	≤0,14	0,60-0,90	0,80-1,10	≤0,20	≤0,30	-	-	0,025	0,030	-
C _B -08I 2c	0,8-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	≤0,20	≤0,25	-	-	0,025	0,030	-
C _B -10I H	0,12	0,15-0,15	0,90-1,20	≤0,20	0,90-1,20	-	-	0,025	0,030	-
C _B -08I CMT	0,06-0,11	0,40-0,70	1,00-1,30	≤0,20	≤0,30	0,20-0,40	0,05-0,12	0,025	0,030	-
Yuqori darajada legirlangan sim										
C _B -12X11HMΦ	0,08-0,15	0,25-0,55	0,35-0,65	10,50-12,0	0,60-0,90	0,60-0,90	-	0,025	0,030	0,25-0,50 V
C _B -10X11HB MΦ	0,08-0,13	0,30-0,60	0,35-0,65	10,5-12,0	0,80-1,10	1,0-1,30	-	0,025	0,030	0,25-0,50 V
C _B -12X13	0,09-0,14	0,30-0,70	0,30-0,70	12,0-14,0	≤0,60	-	-	0,025	0,030	-
C _B -20X13	0,16-0,24	≤0,60	≤0,60	12,0-14,0	-	-	-	0,025	0,030	-
C _B -06X14	≤0,08	0,30-0,70	0,30-0,70	13,0-15,0	≤0,60	-	-	0,025	0,030	-
C _B -08X14GHT	≤0,10	0,25-0,65	1,90-1,30	12,5-14,5	0,40-0,90	-	0,60-1,0	0,025	0,035	-
va boshqalar										

Izohlar:

1. Sim markalarining shartli belgilari C_B (payvandlash) indeksidan va undan keyin keluvchi raqamlar va harflaridan iborat.

2. C_B indeksidan keyin keluvchi uglerodning foizning yuzdan bir ulushidagi miqdorini ko'rsatadi.

3. Sim metalli tarkibidagi kimyoviy elementlar ushbu harflar bilan belgilangan: A - azot (faqat yuqori darajada legirlangan simlarda); B - niobiy; B - volfram; Γ - marganets; Д - mis; M - molibden; H - nikel; C - kremniy; T - titan; Φ - vanadiy; X - xrom; Ц - sirkoniy; Ю - alyuminiy.

4. Kimyoviy elementlarning harfli belgilaridan keyin keluvchi raqamlar elementlarning foizdagi o'rtacha miqdorini ko'rsatadi.

5. Kam uglerodli va legirlangan simning shartli belgilari oxiridagi A harfi metallning oltingugurt va fosfor miqdori jihatidan yuqori darajada tozaligini ko'rsatadi. C_B-08AA markali simdagi ikkita A harfi oltingugurt va fosfor miqdori ularning C_B-08A markali simdagi miqdoriga nisbatan kamligini ko'rsatadi.

2.2. Alyuminiy va alyuminiy qotishmalaridan tayyorlangan payvandlash simi

Alyuminiy va uning qotishmalarini eritib payvandlashda asosan alyuminiy hamda alyuminiy qotishmalaridan ГОСТ 7871-75 bo'yicha cho'zib tortib va presslab tayyorlangan payvandlash simidan foydalaniladi. Bu standartda simni o'n to'rt xil markada ishlab chiqarish nazarda tutiladi. Sim alyuminiy va alyuminiy qotishmalaridan tayyorlanadi, kimyoviy tarkibi ularning markasiga bog'liq bo'lgan 2.2-jadvalda keltirilgan.

2.2-jadval

Alyuminiy va alyuminiy qotishmali simlarning kimyoviy tarkibi, %

Qotishmalar markasi	Asosiy komponentlari								Aralashmalar ko'pi bilan jami
	Al	Mg	Mn	Fe	Si	Ti	Be	Zr	
CB-A97	>99,97	-	-	-	-	-	-	-	0,03
CB-A85T	Qolgani	-	-	-	-	0,20-0,50	-	-	0,08
CB-A5	>99,50	-	-	0,20-0,35	0,1-0,25	-	-	-	0,50
CB-AM11	Qolgani	-	1,0-1,5	0,3-0,50	0,2-0,4	-	-	-	1,35
CB-AMr3		3,2-3,8	0,3-0,6	-	0,05-0,8	-	-	-	0,85
CB-AMr4		4,0-4,8	-	-	0,05-0,25 Sr	0,05-0,15	-	-	1,15
CB-AMr5		4,8-5,8	-	-	-	0,10-0,20	-	-	1,40
CB-1557		4,5-5,5	0,2-0,6	-	-	0,07-0,15 Cr	0,002-0,005	0,20-0,35	0,60
CB-AMr6		5,8-6,8	0,5-0,8	-	-	0,10-0,20	-	-	1,20
CB-AMr63		5,8-6,8	0,5-0,8	-	-	-	-	0,15-0,35	0,15
CB-AMr61		5,5-6,5	0,8-1,1	-	-	-	0,0001-0,0004	0,002-0,12	0,15
CB-AK5		-	-	-	4,5-6,0	0,10-0,20	-	-	1,00
CB-AK10		-	-	-	7,0-10,0	-	-	-	1,10
CB-1201		6,0-6,8 Cu	0,2-0,4	-	0,05-0,15 V	0,10-0,20	0,0001-0,0008	0,1-0,25	0,3

Izohlar:

1. CB-AMr3, CB-AK5 va CB-AK10 dan tashqari barcha markalardagi sim uchun hamda kremniy miqdorlari nisbati birdan katta bo'lishi kerak.

2. Berilliy miqdori hisoblab aniqlanadi.

3. CB-AMr3, CB-AK10 markali sim uchun qoldiq titan miqdori 0,15% gacha bo'lishiga ruxsat etiladi.

4. Iste'molchining buyurtmasiga binoan, CB-AMg6 markali qotishmadan olinadigan sim 100 g metallda vodorod miqdori 0,4 sm³ dan oshmaydigan qilib tayyorlanadi.

5. СБ-АК10 markali sim presslangan qilib tayyorlanadi. Simning shartli belgisida simning diametri, qotishmaning markasi va standart belgisi ko'rsatiladi.

2-СБ-АМ μ ГОСТ 7871-75 belgisi АМ μ markali alyuminiy qotishmasidan tayyorlangan 2 mm diametrli payvandlash simining shartli belgisiga misol bo'la oladi.

Simning avvalgi diametri bo'yicha chekli chetlanishlardan ortiq bo'lmashligi lozim.

4 mm va bundan kichik diametrli simning sirti kimyoviy ishlovdan o'tkaziladi. Ishlov berilgandan keyin, uning sirti yaltiroq g'adir-budurlik parametrlari ГОСТ 2789-73 bo'yicha $R_a \leq 2,5$ mkm bo'lishi zarur.

Sirti kimyoviy ishlovdan o'tkazilgan sim mexanik usulda g'altaklarga bukilgan joylari va tirqishlar bo'linmaydigan qilib o'raladi.

СБА97, СБА85Т, СБА5 va СБАМ μ markali qotishmalardan tayyorlangan sim g'altaklarga qasmoqli va uzulishga vaqtinchalik qarshiligi 10 kgs/mm² dan kam bo'lmagan holatda, СБАМr3, СБАМr5, СБ1557, СБАМr6, СБАМr63, СБАК5, СБАК10 va СБ1201 markali qotishmadan tayyorlangan sim esa iste'molchining buyurtmasiga muvofiq, qasmoqli yoki yumshatilgan holatda o'raladi.

O'ralgan simning sirti toza bo'lishi, unda darzlar, botiq, ezilgan joylar, g'o'ddalar, qatlamlangan va keskin bukilgan joylar bo'lmashligi kerak.

Buyurtmachining ihtiyoriga ko'ra, 4 mm gacha diametrli sim ham sirtiga kimyoviy ishlov berilmasdan o'ralgan holatda yetkazib beriladi.

Simli g'altaklar polietilen qopga suvsizlantirilgan selikagel-indikator kukunining nazorat paketi bilan joylanadi va kimyoviy ishlov berilgandan keyin 30 daqiqa mobaynida atrof havosining nisbiy namligi 20% dan past bo'lgan paytda germetiklanadi. O'rovning zichligi (germetikligi) selikagel-indikatorning rangiga qarab ko'z bilan chamalab baholanadi. Agar selikagel-indikator kukunining rangi pushti bo'lsa, zichli buzilgan deb hisoblanishi kerak.

G'altaklar solinib zichlangan polietilen qoplar karton plastmassa yoki yog'och qutilarga joylanadi.

Boshqa alyuminiy qotishmalaridan tayyorlanadigan payvandlash simi belgilangan tartibda ishlab chiqilgan, kelishilgan va tasdiqlangan texnik shartlarga muvofiq ishlab chiqariladi.

2.3. Misdan va mis asosidagi qotishmalardan tayyorlangan payvandlash simlari va chiviqlari

Misni va uning qotishmalarini payvandlash, eritib qoplash va kavsharlashda misdan hamda mis asosidagi qotishmalardan ishlangan payvandlash simlari va chiviqlaridan foydalaniladi.

Ko'rsatilgan standartga ko'ra, payvandlash simi mis va uning 17 xil markadagi qotishmalaridan ishlab chiqariladi: M1; MCp1; MHЖ5-1; MHЖKT-5-1-0,2-0,2; БpKMц3-1; БpOЦ4-3; БpAMц9-2; БpOФ6,5-0,15; БpAJMц10-3-1,5; БpX0,7; БpXHT; БpHCp; БpHCpT; Л63; ЛО60-1; ЛK62-0,5; ЛKBO62-0,2-0,04-0,5.

Payvandlash chiviqlari mis va uning 12 xil markadagi qotishmalaridan ishlab chiqariladi: M1p; M3p; БpOФ6,5-0,15; БpOTC4-3; БpAMц9-2; ЛО60-1; ЛK62-0,5; Л63; ЛMц58-2; ЛЖMц59-1-1; ЛOK59-1-0,3; ЛKBO62-0,2-0,04-0,5.

2.3-jadval

Sim va chiviqlarning kimyoviy tarkibi, %

Qotishmalar markasi	Asosiy komponentlari						Aralashmalar, ko'pi bilan			
	Cu	Ni+Co	Mn	Si	Ti	Cr	Zr	Zn	Boshqa elementlar	
MCp 1	98,5-99,0	-	-	-	-	-	-	-	0,8-1,2 Ag	0,3
MHЖKT5-1-0,2-0,2	qolgani	5,0-6,5	0,3-0,8	0,15-0,30	0,10-0,30	-	-	-	1,0-1,4 Fe	0,7
БpX0,7				-	-	0,40-1,00	-	-	-	0,3
БpXHT		0,5-0,8 Ni	-	-	0,05-0,15	0,15-0,35	-	-	-	0,2
БpHCp		0,3-0,6 Ni	-	-	-	-	0,04-0,08	-	-	0,2
БpHCpT		0,5-0,8 Ni	-	-	0,10-0,20	-	1,4-1,70	-	-	0,1
ЛK62-0,5	60,5-63,5	-	-	0,30-0,70	-	-	-	qolgani	-	0,5
ЛKBO62-0,2-0,4-0,5	60,5-63,5	-	-	0,1-0,30	-	-	-		0,3-0,7 Sn 0,03-0,1 B	0,5
ЛOK59-1-0,3	58,0-60,0	-	-	0,20-0,40	-	-	-		0,7-1,1 Sn	0,3

Shartli belgilarga misollar. ЛK62-0,5 markali, 2 mm diametrli yumshoq sim: ЛK62-0,5-M-2 ГОСТ 16130-72 simi. ЛKBO62-0,2-0,04-0,5 markali 6 mm diametrli qattiq chiviq: ЛKBO62-0,2-0,04-0,5-T-6 ГОСТ 16130-72 chivig'i.

ГОСТ 16130-72 da tavsiya etiladigan ilova (2.4-jadvalga qarang) keltirilgan bo'lib, unda misdan va mis asosidagi qotishmalardan tayyorlanadigan sim va chiviqlarning vazifasi ko'rsatilgan.

2.4-jadval

Sim va chiviqlarning vazifasi

Qotishma markasi	Vazifasi
MI	Misdan tayyorlanadigan buyumlarni flyus ostida avtomatik payvandlash uchun; mis va cho'yanni payvandlash, uncha muhim bo'lmagan mis konstruksiyalarni gaz alangasida payvandlashga mo'ljallangan elektrodlar tayyorlash uchun.
M1p, M3p	Muhim va elektrotexnik mis konstruksiyalarni gaz alangasida payvandlash uchun.
MНЖ5-1	Mis-nikel qotishmasini, latunli va alyuminiy-marganets bronzali mis-nikel qotishmasini payvandlashda ishlatiladigan elektrodlar tayyorlash uchun.
MНЖКТ5-1-0,2-0,2	Mis-nikel qotishmasini yoki bronzali, latunli va po'latli misni himoya gazlarida qo'lda, yarimavtomatik hamda avtomatik payvandlash, shuningdek, po'latga eritib qoplash uchun.
БрКМц3-1	Bikir bo'lmagan mis konstruksiyalarni himoya gazlarida qo'lda payvandlash, misni flyus ostida avtomatik payvandlash va misni payvandlashda foydalanadigan elektrodlar tayyorlash uchun.
БрОЦ4-3	Misni himoya gazlarida qo'lda payvandlash, mis va latunni flyus ostida avtomatik hamda yarimavtomatik payvandlash va misni payvandlashda qo'llaniladigan elektrodlar tayyorlash uchun.
БрАМц9-2	Alyuminiy-marganetsli bronzani, mishyakli latunni, misni va alyuminiy-marganetsli mis-nikel qotishmasini himoya gazlarida qo'lda payvandlash uchun; po'latga himoya gazlarida qo'lda, avtomatik va yarimavtomatik eritib qoplash uchun; alyuminiy-marganets-temirli va marganets-temirli latunni himoya gazlarida avtomatik payvandlash uchun.
БрАЖМц10-3-1,5	Alyuminiy-temirli bronzani payvandlashda ishlatiladigan elektrodlar tayyorlash uchun.
БрОФ6,5-0,15	Qalay-fosforitli bronza va qalayli bronzalarni himoya gazlarida qo'lda payvandlash uchun.
БрX0,7; БрXНТ; БрНСр, БрНСр1;	Bronzalarni argon-yoy yordamida qo'lda payvandlash uchun.
БрX0,7	Xromli bronzani flyus ostida avtomatik payvandlash uchun.
Л63	Latunni flyus ostida gaz alangasida payvandlash uchun.
ЛК62-0,5	Latunni gaz alangasida payvandlash uchun.
ЛО60-1	Qalay bilan legirlangan latunni flyus ostida gaz alangasida payvandlash uchun.
ЛКБО62-0,2-0,04-0,5	Latunni gaz alangasida payvandlash va misni flyus ishlatmagan holda kavsharlash uchun.
ЛМц58-2; ЛЖМц59-1-1; ЛЮК59-1-0,3	Latunni payvandlash, misning o'zini va misni latun bilan kavsharlash uchun.

2.4. Po'latdan tayyorlangan eritib qoplash simi

Po'lat detallarga mexanizatsiyalashtirilgan usulda yoy yordamida eritib qoplash uchun asosan ГОСТ 10543-82 ga muvofiq tayyorlangan, issiq holatda va sovuqlayin cho'zib uzaytirilgan po'latdan qilingan eritib qoplash simi ishlatiladi. Ushbu standartda uglerodli simni to'rt xil, legirlangan simni o'n ikki hil va yuqori darajada legirlangan simni o'n bir xil markada ishlab chiqarish nazarda tutiladi. Mazkur sim qoplamali elektrodlar tayyorlashga mo'ljallanmagan. Sim kimyoviy tarkibi simning markasiga bog'liq bo'lgan, 2.5-jadvalda keltirilgan simdan tayyorlanadi.

2.5-jadval

Sim po'latining kimyoviy tarkibi, %

Po'lat	Sim markasi	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	Boshqa elementlar	S	P
											ko'pi bilan	
Uglerodli	Hn-30	0,27-0,35	0,5-0,80	0,17-0,37	≤0,25	≤0,3	-	-	-		0,04	0,035
	Hn-45	0,42-0,50	0,5-0,80	0,17-0,37	≤0,25	≤0,3	-	-	-		0,04	0,035
	Hn-50	0,45-0,55	0,5-0,80	0,17-0,37	≤0,25	≤0,3	-	-	-		0,04	0,035
	Hn-85	0,82-0,90	0,5-0,80	0,17-0,37	≤0,25	≤0,3	-	-	-		0,035	0,035
Legirlangan	Hn-40Г	0,35-0,45	0,75-1,00	0,17-0,37	≤0,3	≤0,3	-	-	-		0,035	0,035
	Hn-50Г	0,45-0,56	0,70-1,00	0,17-0,37	≤0,3	≤0,3	-	-	-		0,035	0,035
	Hn-65Г	0,60-0,70	0,9-1,20	0,17-0,37	≤0,3	≤0,3	-	-	-		0,035	0,035
	Hn-30XГCA	0,27-0,35	0,8-1,10	0,9-1,20	0,8-1,10	≤0,4	-	-	-		0,025	0,025
	Hn-30X50	0,27-0,35	0,4-0,70	0,2-0,50	4,0-6,0	≤0,4	-	-	-		0,04	0,03
	Hn-40X3Г2MΦ	0,35-0,45	1,3-1,80	0,4-0,70	3,3-3,8	≤0,4	-	0,1-0,2	0,3-0,5		0,035	0,035
	Hn-40X2Г2M	0,35-0,43	1,8-2,30	0,4-0,70	1,8-2,3	≤0,4	-	-	0,8-1,2		0,035	0,035
	Hn-50XHM	0,5-0,60	0,5-0,80	≤0,35	0,5-0,8	1,4-1,8	-	-	0,15-0,3		0,03	0,03
	Hn-50X6ΦMC	0,45-0,55	0,3-0,60	0,8-1,20	5,5-6,5	≤0,35	-	0,35-0,55	1,2-1,6		0,03	0,03
	Hn-50XΦA	0,46-0,54	0,5-0,80	0,17-0,37	0,8-1,1	≤0,4	-	0,1-0,2	-		0,025	0,025
	Hn-105X	0,95-1,10	0,15-0,40	0,15-0,35	1,3-1,65	≤0,35	-	-	-		0,03	0,03

Yuqori darajada ishirilgan	Hn-20X14	0,16-0,25	≤0,80	≤0,80	13,0-15,0	≤0,6	-	-	-	-	0,025	0,03
	Hn-30X13	0,25-0,35	≤0,80	≤0,80	12,0-14,0	-	-	-	-	-	0,025	0,03
	Hn-30X10Γ10T	0,25-0,35	10,0-12,0	≤0,35	10,0-12,0	≤0,6	-	-	-	0,15-0,3Ti	0,03	0,035
	Hn-40X13	0,35-0,45	≤0,08	≤0,80	10,0-12,0	-	-	-	-	-	0,025	0,03
	Hn-45X4B3ΓΦ	0,40-0,50	0,8-1,20	0,7-1,0	3,6-4,6	≤0,6	2,5-3,0	0,2-0,4	-	-	0,03	0,03
	Hn-45X2B8Γ	0,40-0,50	1,0-1,40	0,4-0,70	2,2-3,0	≤0,6	8,0-9,5	0,3-0,5	-	0,2-0,9 Ti	0,03	0,03
	Hn-60X3B10Φ	0,55-0,65	1,3-1,80	0,4-0,70	2,6-3,6	≤0,5	9-10,5	0,3-0,5	-	-	0,03	0,03
	Hn-Γ13A	1,00-1,20	12,5-14,5	≤0,4	≤0,6	≤0,6	-	-	-	-	0,03	0,035
	Hn-X15H60	≤0,15	≤1,5	≤1,0	15,0-18,0	55-61	-	-	-	-	0,02	0,030
	Hn-X20H80T	≤0,12	≤0,7	≤0,8	19,0-23,0	asos	-	-	-	0,15-0,4Ti	0,015	0,02
Yuqori darajada ishirilgan	Hn-03X15H35Γ7M6B	≤0,03	5,0-7,50	≤0,9	13,0-16,0	33,0-36,0	-	-	5,0-7,5	1,2-1,8Nb	0,020	0,035

Po'latdan ishlanadigan eritib qoplash simi elektrshlak (III), vakuum-yoy (BД) yordamida qayta eritish yoki vakuumli-induksion (BH) pechlarda ochiq usulda eritish yo'li bilan olinadigan po'latdan tayyorlanadi.

ГОСТ 10543-82 da ma'lumot beruvchi ilova bor bo'lib, unda turli markadagi sim eritib qoplangan metallning qattiqligi hamda eritib qoplanadigan buyumlarning taxminiy vazifasi ko'rsatilgan.

2.6-jadval

Eritib qoplanadigan buyumlarning qattiqligi va taxminiy vazifasi

Sim		Eritib qoplangan metallning qattiqligi	Eritib qoplanadigan buyumlarning taxminiy vazifasi
Po'lati	Markasi		
uglerodli	Hn-30	HV 160-220	O'qlar, shpindellar, vallar
	Hn-45	HV 170-230	O'qlar, shpindellar, vallar
	Hn-50	HV 180-240	Aravachalarning taranglash g'ildiraklari, skatlar
	Hn-85	HV 280-350	Tirsakli vallar, kardanlar krestovinalari
Legirlangan	Hn-40Γ	HV 180-240	O'qlar, shpindellar, vallar
	Hn-50Γ	HV 200-270	Gusenitsali mashinalarning taranglash g'ildiraklari, ta-

2.6-jadvalning davomi

	Hn-65Г	HV 230-310	Kran g'ildiraklari, tayanch roliklar o'qlari
	Hn-30XГCA	HV 220-300	Qisilma g'ildirash jo'valari, kran g'ildiraklari
	Hn-30X5	HRC _E 38,5-43,5	Prokatlash stanlarining g'ildirash jo'valari
	Hn-40X3Г2MΦ	HRC 39,5-44,6	Zarblarga duchor bo'ladigan va abraziv yeyiladigan detallar
	Hn-40X2Г2M	HRC _E 55,0-57,0 (toblashdan keyin)	Dinamik yuklanishlar bilan ishlaydigan mashinalar detallari; tirsakli vallar, tayanch g'altaklar o'qlari
	Hn-50XHM	HRC 41,5-51,5	Issiq holatda shtamplashda ishlatiladigan bolg'alash va kesish shtamplari, bolg'alash mashinalarining jo'valari
	Hn-50XΦA	HRC 45,5-51,5	Ichki yonish dvigatellari-ning shlitli vallari, tirsakli vallar
	Hn-50X6ΦMC	HRC 43,5-49,5	Quvur prokatlash stanlarining jo'valari, issiq holatda shtamplashda ishlatiladigan qisma prokatlash vallari, shtamplar
	Hn-105X	HRC 34-39,5	Sovuqlayin shtamplashda qo'llaniladigan kesish shtamplari, aralashtirgichlar vallari
Yuqori darajada legirlangan	Hn-20X14	HRC 34,0-39,5	Bug' va suv zadvijskalari-ning zichlash yuzalari
	Hn-30X13	HRC 39,5-46,5	Gidropresslar plunjerlari, tirsakli vallar bo'yinlari, shtamplar
	Hn-30X10Г10T	HRC 200-220	Gidroturbinalar parraklari, dengiz kemalarining eshkak vallari
	Hn-40X13	HRC 46,5-53,0	Traktor va ekskavatorlarning tayanch roliklari, transportyor detallari
	Hn-45X4B3ГΦ	HRC 39,5-46,5	List prokatlash stanlarining jo'valari, issiq holatda shtamplash shtamplari
	Hn-45X2B8Г	HRC 41,5-47,5	Issiq metallni kesish pichoqlari, pressning asbob-uskunalar
	Hn-60X3B10Φ	HRC 43,5-51,5	Quvur prokallash stanlarining jo'valari, issiq holatda shtamplash shtamplari

	Hn-Г13А	HV 220-280	Temir yo'l krestovinalari, maydalagichlarning yassi qismlari (shchekalari), eks-kavator kovshalarining tishlari
	Hn-X15H60	HV 180-220	Yuqori haroratda ishlaydigan retorta va pechlarining detallari
	Hn-X20H80T	HV 180-220	Avtomobil dvigatellarning chiqarish klapanlari
	Hn-03X15H35Г7M6Б	-	Atom energetikasi va kimyoviy mashinasozlikdagi idishlarning korpuslari

2.5. Po'latni sovuqlayin cho'zib tortib tayyorlangan eritib qoplash tasmalari

Po'latni sovuqlayin cho'zib tortib tayyorlangan eritib qoplash tasmalariga davlat standartlari yo'q. Ammo po'lat tasma elektrodlar bilan eritib qoplash sanoatning turli sohalarida qo'llanilmoqda. Bunda talay hollarda umumiy ishlarga mo'ljallangan po'lat tasmadan foydalaniladi, ammo, asosan, belgilangan tartibda ishlab chiqilgan, kelishilgan va tasdiqlangan maxsus shartlarga muvofiq po'latdan tayyorlangan eritib qoplash tasmalari ishlatiladi. Atom va kimyo mashinasozligida korroziyaga qarshi tasma bilan eritib qoplash keng ko'lamda qo'llaniladi. Ushbu qoplama yuqori darajada legirlangan po'latdan tayyorlangan tasmadan foydalanib, flyus ostida avtomatik eritib qoplash yo'li bilan hosil qilinadi.

Korroziyaga qarshi qoplama hosil qilish uchun eritib qoplashda ishlatiladigan tasmaga oid texnik shartlar ko'p hollarda ГОСТ 2246-70 ga muvofiq tayyorlangan payvandlash simining ayrim markalariga (CB-08X19H10Г2Б, CB-04X19H11M3, CB-07X25H13, CB-10X16H25AM6 va boshqalar) o'xshash tasma markalarini nazarda tutadi. Shu bois, bunday texnik shartlarda tasma metallining kimyoviy tarkibiga doir talablar ГОСТ 2246-70 ga tegishli havolalar ko'rinishida beriladi.

2.6. Eritib qoplash chivqlari

Abraziv, zarbli yuklanishlar, korroziya, yuqori haroratlardagi eroziya yoki tajovuzkor muhitlar ta'sirida yeyilish sharoitida ishlaydigan mashina va uskunalar detallariga yeyilishga chidamli qatlamlar eritib qoplash uchun ГОСТ 21449-75 ga muvofiq tayyorlangan chivqlardan foydalaniladi. Bu standartda Пp-C27 (ПpH-Y45X28H2CBM turidagi), Пp-

B3K (ПpH-Y10XK63B5 turidagi) va Пp-B3K-P (ПpH-Y20XK57B10 turidagi) markali chiviqlar tayyorlash nazarda tutiladi.

Chiviqlar metallining kimyoviy tarkibi 2.7-jadvalda ko'rsatilgan me'yorlarga mos bo'lishi kerak.

2.7-jadval

Chiviqlarning kimyoviy tarkibi, %

Marka-si	Asosiy elementlar									Aralashmalar, ko'pi bilan		
	asos	C	Cr	Si	Mn	Ni	W	Mo	Sb	S	P	Fe
Пp-S27	Fe	3,3-4,5	25-58	1,0-2,0	1,0-1,5	1,5-2,0	0,2-0,4	0,08-0,15	-	0,07	0,06	-
Пp-B3K	Co	1,0-1,3	28-32	2,0-2,7	-	0,5-2,0	4,0-5,0	-	-	0,07	0,03	2
Пp-B3K-P	Co	1,6-2,0	28-32	1,2-1,5	0,3-0,6	0,1-2,0	7,0-11,0	-	0,02-10,0	0,07	0,03	3

Eritib qoplash chiviqlari misdan, sirti silliqlangan yoki ishlov berilmagan holda tayyorlanadi. Пp-B3K-P va Пp-B3K markali qotishmalardan tayyorlangan chiviqlarning diametri 4 va 5mm, sirti silliqlangan bo'ladi.

Chiviqlar bilan eritib qoplanadigan metall qatlamining qattiqligi quyida keltirilgan qattqlikka mos bo'lishi lozim.

Chiviq markasi

Eritib qoplangan qatlamning qattiqligi, HRC, ko'pi bilan

Пp-C27

53,5

Пp-B3K

41,5

Пp-B3K-P

47,5

ГОСТ 21449-76 da tavsiya etiladigan ilova mavjud bo'lib, unda eritib qoplash chiviqlari qo'llaniladigan sohalar ko'rastilgan (2.8-jadval).

2.8-jadval

Eritib qoplash chiviqlari qo'llaniladigan sohalar

Chiviqlar markasi	Qo'llanilishi
Пp-C27	Абразив та'sirida jadal yeyilish sharoitida mo'tadil zarbli yuklanishlar bilan va 500°C dan oshmaydigan haroratda ishlaydigan detallarga eritib qoplash uchun.

IIp-B3K	Abraziv, eroziya, 750°C gacha qizish, aktiv tajovuzkor muhitlar, zarbli yuklanishlar va metallning metallga ishqalanishi ta'sir ko'rsatadigan sharoitda ishlaydigan detallarga eritib qoplash uchun.
IIp-B3K-P	Ramali daraxt kesuvchi arralar, qiruvchi asboblarni tishlariga, shuningdek, abraziv, eroziya, 800°C gacha haroratda qizish, kimyoviy aktiv muhitlar va metallning metalga ishqalanishi ta'sir ko'rsatadigan sharoitda ishlaydigan detallarga eritib qoplash uchun.

2.7. Qotishmalardan olingan eritib qoplash kukunlari

Mashina hamda uskunalarning abraziv, korroziya, yuqori haroratlardagi eroziya, tajovuzkor muhitlar ta'sirida yeyilish sharoitida ishlaydigan detallariga eritib va purkab yeyilishga chidamli qatlam qoplash uchun ГОСТ 21448-75 ga muvofiq tayyorlangan kukunlar ishlatiladi.

Qotishmalardan olinadigan eritib qoplash kukunlari, kimyoviy tarkibiga ko'ra, ushbu markalarda tayyorlanadi: ПГ-C27, (ПН-Y40X28H2C2BM turidagi), ПГ-УС25 (ПН-Y50X38H turidagi), ПГ-ФБХ6-2 (ПН-Y45X35ГСР turidagi), ПГ-АН1 (ПН-Y25X30СР turidagi), ПГ-СР2 (ПН-ХН80С2Р2 turidagi), ПГ-СР3 (ПН-ХН80С3Р3 turidagi), ПГ-СР4 (ПН-ХН80С4Р4 turidagi).

Qotishmalardan olinadigan eritib qoplash kukunlari, granulometrik tarkibiga ko'ra, quyidagi klasslarda ishlab chiqariladi: yirik (K), o'rtacha (C), mayda (M) va juda mayda (OM). Qotishmalardan olingan eritib qoplash kukunlari markalarida avval kimyoviy tarkibi bo'yicha markasi, keyin granulometrik tarkibi bo'yicha klassi ko'rsatiladi. Misol: qotishmalardan olingan ПГ-C27 markali yirik eritib qoplash kukuni ПГ-C27-K ГОСТ 21448-75 ko'rinishida belgilanadi.

Qotishmalardan olingan eritib qoplash kukunlarining kimyoviy tarkibi 2.9-jadvalda keltirilgan me'yorlarga, granulometrik tarkibi esa 2.10-jadvalda keltirilgan me'yorlarga mos kelmog'i zarur. Kukunlarning namligi 0,1% dan ortiq bo'lmasligi darkor. Kukun eritib qoplangan qatlamning qattiqligi 2.11-jadvalda berilgan me'yorlarga mos kelishi lozim.

Kukunlarning kimyoviy tarkibi, %

Kukun markasi	Asosiy elementlar										Aralashmalar ko'pi bilan	
	asos	C	Cr	Si	Mn	Ni	W	Mo	B	Fe	S	P
ПГ-S27	temir	3,3-4,5	25,0-28,0	1,0-2,0	0,8-1,5	1,5-2,0	0,2-0,4	0,08-0,15	-	-	0,07	0,06
ПГ-УС25	temir	4,4-5,4	35-41,0	1,6-2,6	≤2,5	1,0-1,8	-	-	-	-	0,07	0,06
ПГ-ФБХ6-2	temir	3,5-5,5	32,0-37,0	1,0-2,5	1,5-4,0	-	-	-	1,3-2,0	-	0,07	0,06
ПГ-АН1	temir	2,0-2,8	26,0-32,0	1,5-2,5	1,5-4,0	-	-	-	1,2-1,8	-	0,07	0,06
ПГ-CP2	nikel	0,2-0,5	12,0-15,0	2,0-3,0	-	-	-	-	1,5-2,1	≤5,0	0,04	0,04
ПГ-CP3	nikel	0,4-0,7	13,5-16,5	2,5-3,5	-	-	-	-	2,0-2,8	≤5,0	0,04	0,04
ПГ-CP4	nikel	0,6-1,0	15,0-18,0	3,0-4,5	-	-	-	-	2,8-3,8	≤5,0	0,04	0,04

Kukunlarning granulometrik tarkibi

Kukun klassi	Zarralari-ning o'lchami, mm	Elakdagi qoldiq, %, kamida			Elakdan o'tishi, %, kamida						
		To'rlarning ГОСТ 6613-86 dagi raqamlari			To'rlarning ГОСТ 6613-86 dagi raqamlari						
		0,8	0,4	0,16	1,6	1,25	1,0	0,8	0,5	0,4	0,16
K	1,25-0,8	85	-	-	100	95	-	-	-	-	-
C	0,8-0,4	-	87	-	-	-	100	95	-	-	-
M	0,4-0,16	-	-	90	-	-	-	-	100	95	-
OM	0,16 dan kichik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100

Eritib qoplangan qatlamning qattiqligi

Kukun markasi	Qattiqligi, HRC, kamida	Kukun markasi	Qattiqligi, HRC, kamida
ПГ-C27	54,2	ПГ-CP2	36,5
ПГ-УС25	55,9	ПГ-CP3	46,4
ПГ-ФБХ6-2	53,2	ПГ-CP4	55,9
ПГ-АН1	54,0		

ГОСТ 21448-75 da tavsiya etiladigan ilova mavjud bo'lib, unda qotishmalardan olingan eritib qoplash kukunlarining qo'llanilish sohalari keltirilgan (2.12-jadval).

2.12-jadval

Kukunlar qo'llaniladigan sohalar

Kukun markasi	Qo'llanilishi
ПГ-С27	Metallurgiya va energetika uskunalarining, qishloq xo'jalik mashinalarining abraziv yeyilish sharoitida 500°C gacha haroratda o'rtacha zarbli yuklanishlar bilan ishlaydigan detallariga eritib qoplash uchun.
ПГ-УС25	Qishloq xo'jalik mashinalari va shu kabilarning jadal yeyilish sharoitida zarblarsiz ishlaydigan detallariga eritib qoplash uchun.
ПГ-ФБХ6-2	Ko'mir qazish uskunalarining abraziv yeyilish sharoitida ishlovchi detallariga eritib qoplash uchun.
ПГ-АН1	Metallurgiya uskunolari, qishloq xo'jalik va qurilish mashinalarining abraziv yeyilish sharoitida o'rtacha zarbli yuklanishlar bilan ishlaydigan detallariga eritib qoplash uchun.
ПГ-СР2 ПГ-СР3	Issiqlik va atom elektr stansiyalari armaturasining 600°C gacha qiziganda yeyiladigan va tajovuzkor muhitlar ta'siriga duchor bo'luvchi detallariga hamda zichlash yuzalariga eritib va purkab qoplash uchun.
ПГ-СР4	600°C gacha haroratda jadal yeyiladigan va tajovuzkor muhitlar ta'siriga duchor bo'luvchi detallarga eritib hamda purkab qoplash uchun.

2.8. Elektrshlak usulida payvandlash uchun qo'shimcha materiallar

Elektrshlak usulida payvandlash uchun qo'shimcha materiallar jumlasiga elektrod simlar, plastinasimon va tasmaimon elektrodlar, eriydigan hamda eritadigan mundahtuklar kiradi.

Elektrod sim sifatida tegishli standartlar yoki texnik shartlarga muvofiq tayyorlangan payvandlash simidan foydalaniladi. Po'lat detallarni elektrshlak usulida payvandlash uchun ГОСТ 2246-70 ga muvofiq po'latdan tayyorlangan payvandlash simi keng ko'lamda ishlatiladi.

Tasmaimon elektrodlar sifatida kimyoviy tarkibi asosiy (payvandlanadigan) metallning kimyoviy tarkibiga yaqin bo'lgan 1-2 mm qalinlikdagi sovuqlayin prokatga qilingan (yoyilgan) tasma ishlatiladi.

Plastinasimon elektrodlar, eriydigan va eritadigan mundahtuklar asosiy metall markasidagi metall dan yoki kimyoviy tarkibiga ko'ra asosiy metallga yaqin bo'lgan metall dan tayyorlanadi.

Elektrshlak usulida payvandlashda talay hollarda yuqorida keltirilgan elektrodning o'zaro uyg'un birikmasi (kombinatsiyasi), masalan, simplastinasimon elektroddan foydalaniladi.

Kam uglerodli va kam legirlangan po'lat detallarini elektrshlak usulida payvandlashda АН-8, АН-8М, ФС-1, ФС-7 va АН-22

flyuslaridan foydalaniladi. Elektrod sim po'latning tarkibiga qarab tanlanadi. Kam uglerodli (tarkibidagi uglerod miqdori 0,15% dan oshmaydi) tinch po'latlarni payvandlashda CB-08 va CB-08ГА simlaridan foydalanilsa, yaxshi natijalarga erishiladi. Tarkibida kremniy miqdori kam bo'lgan qaynar po'latlarni payvandlashda havo bo'shliqlari va pufakchalari hosil bo'lishining oldini olish uchun tarkibida 0,6 – 0,85% Si bo'lgan CB-08ГC elektrod simidan foydalanish tavsiya etiladi. BCт3 po'latlarini va kam legirlangan po'latlarning ayrim markalarini payvandlashda CB-08ГА, CB-10Г2 va CB-08ГC simlaridan, 10XCHД po'latini payvandlashda esa CB-08XГ2CMA simlaridan foydalanish qoniqarli natijalar beradi.

Korroziyabardosh po'latlarni elektrshlak usulida payvandlash uchun AHΦ-6, AHΦ-7, AHΦ-8, 48-ОΦ-6, AHΦ-14 va boshqa flyuslardan, o'tga chidamli po'latlarni payvandlash uchun esa AHΦ-1Π, AHΦ-7, AHΦ-8 hamda yuqori asosli AHΦ-292 flyuslaridan foydalaniladi. O'tga chidamli po'latlarni X25H13 turidagi ikki fazali chok bilan payvandlashda kam kremniyli AHΦ-14 va AH-26 flyuslarini ishlatish mumkin. Ayniqsa, o'tga chidamli po'lat va qotishmalarni payvandlashda floridli oksidlamaydigan flyuslar qo'llanilsa, shlak vannasi yuzasi orqali havo kislorodi kirishi natijasida oson oksidlanadigan elementlar (titan, marganets va boshqalar) ning kuyishiga kafolat bo'lmaydi, bu esa ayrim hollarda shlak vannasi yuzasini unga argon puflash yo'li bilan himoyalash zaruratini keltirib chiqaradi.

2.13-jadval

Kam uglerodli po'latlarni elektrshlak usulida payvandlashning taxminiy rejimlari

Metall-ning qalinligi	Bitta elektrod-ga to'g'ri keladigan payvandlash toki, A	Payvandlash kuchlanishi, V	Elektrod-lar soni, dona	Elektrod-lar diametri, mm	Elektrod-lar oralig'i, mm	Elektrod-larni uzatish tezligi, m/soat	Payvandlash tezligi, m/soat
Sim elektrodlar							
30	350-370	32-34	1	2,5	-	172	0,9-4,0
70	650	47			-	371-400	1,0-1,1
90	600-620	42-46			45-50	300	1,6
150	450-500	44-50			65	220-2400	0,8-0,9
200	550	46-48	2	3,0	90	250	0,5
250	500-550	50-55			125	230-250	0,4-0,5
340	400-450	46-48	3		110	200-220	0,3

Yuqori darajada legirlangan po'latlarni elektr yoy yordamida va elektrshlak usulida payvandlash uchun flyuslar

Vazifasi	Flyus markasi	Flyus tayyorlash usuli
Po'latlarni elektr yoy yordamida avtomatik payvandlash:	AHΦ-14, AHΦ-16 48-OΦ-10	Eritish
Austenit-ferritli choklar bilan	K-8	Qizdirib yaxlitlash
Austenitlik zaxirasi katta bo'lgan po'latlarni elektr yoy yordamida va elektrshlak usulida toza-austenitli choklar bilan avtomatik payvandlash	48-OΦ-6	Qizdirib yaxlitlash
Austenitlik zaxirasi katta bo'lgan po'latlarni elektrshlak usulida toza austenitli choklar bilan payvandlash	AHΦ-1, AHΦ-6, AHΦ-7, AH-29 AH-292	Mineralni donador qilish

2.9. Volframdan tayyorlangan erimaydigan payvandlash elektrodleri

Yoy yordamida kesish va payvandlash uchun erimaydigan elektrodler sifatida ГОСТ 23949-80 bo'yicha tayyorlangan ko'mir elektrodlar hamda grafit va volfram elektrodlerden foydalaniladi.

ГОСТ 23949-80 da 580A gacha tok kuchi bilan detallarni havo-yoy yordamida kesish, quymalarning ortiqcha joylari va nuqsonlarini olib tashlash, payvand choklarni yo'qotish, metallarni payvandlash va boshqa ishlar uchun mo'ljallangan mislangan hamda mislanmagan elektrodler tayyorlanishi belgilangan. Ko'mir elektrodlerining vazifasi va kesimiga qarab uch xil markadagi elektrodler tayyorlash nazarda tutilgan: ВДК (воздушно-дуговые круглые) – havo-yoy dumaloq; ВДП (воздушно-дуговые плоские) – havo-yoy yassi; СК (сварочные-круглые) – dumaloq payvandlash.

ВДК markali elektrodler nominal diametri 6, 8, 10 va 12 mm, uzunligi 300 ± 10 mm qilib ishlab chiqariladi. ВДП markali elektrodlerining nominal kesimi 12×5 mm va 18×5 mm, uzunligi esa 350 ± 10 mm; СК markali elektrodlerining nominal diametri 4, 6, 8, 10, 15 va 18 mm, uzunligi esa 250 ± 10 mm bo'ladi. Iste'molchining talabiga binoan СК elektrodleri 700 ± 35 mm gacha uzunlikda ishlab chiqarilishi mumkin.

Yoy yordamida kesish va payvandlash uchun maxsus mo'ljallangan erimaydigan grafit elektrodler davlat standartlari bo'yicha tayyorlanmaydi, shu sababli ayrim hollarda ular grafitlangan elektrodlerini kesish va yo'nish yo'li bilan tayyorlanadi.

Chiviqlar ko‘rinishidagi erimaydigan volfram elektrodlar belgilangan tartibda ishlab chiqilgan, kelishilgan va tasdiqlangan texnik shartlarga muvofiq tayyorlanadi. Turli texnik shartlarda volfram elektrodning to‘rt xilini ishlab chiqarish nazarda tutilgan, ulardan himoya gazlarida yoy yordamida payvandlashda (asosan, argon-yoy yordamida payvandlashda) erimaydigan elektrodlar sifatida foydalaniladi. Bunday elektrod-larni tayyorlash uchun quyidagi materiallar ishlatiladi: lantanlangan volfram (lantan oksidi 2% gacha qo‘shiladi); ittriylangan volfram (ittriy oksidi 2% gacha qo‘shiladi); toriylangan volfram (toriy ikki oksidi 1,5% gacha qo‘shiladi); maxsus qo‘shimchalar qo‘shilmagan volfram (2.15-jadvalga qarang).

2.15-jadval

Elektrodlar metallining kimyoviy tarkibi, %

Elektrodlar markasi	W, kamida	Qo‘shimchalar				Aralashmalar, ko‘pi bilan Al, Fe, Ni, Si, Ca, Mo (jami)
		La ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	ThO ₂	Ta	
ЭВЧ	99,92	-	-	-	-	0,08
ЭВЛ	99,95	1,1-1,4	-	-	-	0,05
ЭВИ-1	99,89	-	1,5-2,3	-	-	0,11
ЭВИ-2	99,95	-	2,0-3,0	-	0,01	0,05
ЭВИ-8	99,95	-	2,5-3,5	-	0,01	0,05
ЭВТ-15	99,91	-	-	1,5-2,0	-	0,09

Izohlar:

1. Jadvalda ko‘rsatilgan tantalning, lantan, ittriy va toriy oksidlari-ning massa bo‘yicha ulushlari volframning massa bo‘yicha ulushiga kiradi.

2. ЭВЛ markasi uchun nikel aralashmalar yig‘indisiga kirmaydi.

Lantanlangan va ittriylangan volframdan qilingan 1-dan 4 mm gacha diametrli erimaydigan elektrodlar eng ko‘p qo‘llanilmoqda. Toriylangan volframdan tayyorlangan elektrodlar biroz radioaktivligi tufayli ulardan foydalanish ma‘lum darajada cheklangan.

Har bir elektrodda rangli markirovka bo‘lishi lozim. Elektrodlar markirovkalarining rangi quyidagichadir:

Elektrodlar markasi

Markirovka rangi

Markalanmaydi

Qora

Ko'k

Binafsha rang

Yashil

Qizil

ЭВЧ

ЭВЛ

ЭВИ-1

ЭВИ-2

ЭВИ-3

ЭВТ-15

Marka, elektrod uchlaridan biriga uning tagiga yoki tagi yaqinidagi yon yuzasiga 5 – 10 mm uzunlikda yozib qo'yilgan bo'lishi zarur.

Nazorat savollari

1. Payvandlash simlari qanday rusumlanadi?
2. Elektr yoy payvandlash uchun erimaydigan elektrodlar qanday tasniflanadi?
3. Mis va mis qotishmali simlar qanday rusumlanadi?
4. Alyuminiy qotishmalarini payvandlashda payvandlash simlari qanday turlarga ajratiladi?
5. Volfram elektrodlar qanday turlarga ajratiladi?
6. Erimaydigan grafit elektrodlar qanday holatlarda qo'llaniladi?

3-BOB. PAYVANDLASH VA ERITIB QOPLASH UCHUN KUKUNLI SIMLAR HAMDA TASMALAR

3.1. Payvandlash va eritib qoplash uchun kukunli simlar

Kukunli sim uzluksiz elektrod bo'lib, metall qobiqdan va uning ichidagi kukun o'zak (kukun to'ldirgich) dan tashkil topadi.

Po'latlarni, qotishmalar va cho'yanni payvandlash va eritib qoplashga mo'ljallangan simlarning aksariyati uchun qobiq sifatida sim shakllanishi va uni cho'zish uchun zarur bo'lgan yuqori darajadagi plastiklikka ega bo'lgan kam uglerodli po'latdan olingan 0,2 – 0,8 mm qalinlikdagi sovuqlayin prokatlangan tasma xizmat qiladi. Rangli metallarni eritib qoplash va payvandlash uchun kukunli simlar tayyorlashda mos tarkibli metallardan qilingan tasmadan foydalaniladi.

Simning o'zagi payvandlash jarayoni barqaror va turg'un kechishini hamda talab etiladigan foydalanish tavsiflariga ega bo'lgan birikmalar hosil bo'lishini ta'minlovchi minerallar, rudalar, metallar, ferroqotishmalar va boshqa moddalar kukunlari qotishmasidan iborat.

O'zakning komponentlari, vazifasiga ko'ra, gaz hosil qiluvchi, shlak hosil qiluvchi, barqarorlashtiruvchi va legirlovchi materiallar, kisloroddan tozalovchilar hamda maxsus qo'shimchalarga bo'linadi. Ko'pgina materiallar payvandlash jarayonida bir necha vazifalarni bajaradi.

Gaz hosil qiluvchi materiallar payvandlash zonasida gaz fazasini yuzaga keltirish uchun xizmat qiladi, bu faza payvandlash vannasi yuzasidan havoni so'rib chiqaradi va suyuq metallni metallurgiya nuqtayi nazaridan zararli gazlar (azot, vodorod) dan himoya qiladi. Gaz hosil qiluvchi materiallar sifatida ishqorli va ishqorli-yer metallar karbonatlari (marmar, magneziiy, suvsizlantirilgan soda), organik moddalar (sellyuloza, kraxmal, yog'och uni) dan foydalaniladi.

Shlak hosil qiluvchi materiallar payvandlash shlaki hosil qilish uchun qo'shiladi, bu shlak metallurgik va texnik vazifalarni bajarib, xususan, payvand chok yaxshi shakllanishini ta'minlaydi. Metallar tuzlari va ularning minerallar hamda rudalar (rutil, kremnezem, glinozem, alyumosilikatlar, marmar, magneziiy va boshqalar) ko'rinishdagi birikmalari, ftoridlar hamda ishqorli metallar oksidlari shlak hosil qiluvchi materiallar hisoblanadi.

Kisloroddan tozalovchilar (raskisliteli) sifatida kislorodga juda yaqin bo'lgan aktiv metallar qo'llaniladi. Bu metallar o'zak tarkibiga fer-

roqotishmalar (ferromarganets, ferrosilitsiy, ferrotitan va boshqalar) va metall kukunlari ko'rinishida qo'shiladi.

Chok metallini zarur hossalari bilan ta'minlaydigan legirlovchi materiallardan ferroqotishmalar va metall kukunlari (ferroxrom, ferrovolfram, ferrovanadiy, xrom, molibden, nikel va boshqalar) ko'rinishida ham foydalaniladi. Legirlash vazifalarini materiallar – kisloroddan tozalovchilar ham bajaradi.

Barqarorlashtiruvchi materiallar payvandlash rejimlarining keng diapazonida yoyning barqaror va turg'un yonishini ta'minlashga mo'ljallangan. Bu maqsadda ionlash imkoniyati past bo'lgan elementlar birikmalaridan foydalaniladi, ular, qoidaga ko'ra, gaz hosil qiluvchi va (yoki) shlak hosil qiluvchi materiallarda bo'ladi.

Maxsus qo'shimchalar payvandlash yoki eritib qoplash jarayoniga qo'shimcha ravishda bilvosita ta'sir ko'rsatish uchun xizmat qiladi. Bunday qo'shimchalar sifatida korroziya ingibitorlari (simning metall tashkil etuvchilari zangidan himoyalash uchun), temir kukuni ishlatiladi. Temir kukuni ko'pgina kukunli simlarning majburiy komponenti hisoblanadi, chunki u payvand chok hosil bo'lishida qatnashadi, jarayonning unumdorligini oshiradi.

Umuman olganda, kukunli simlarning o'zaklari o'z tarkibiga ko'ra besh turga: rutilli-organik, karbonat-flyuritli (asosiy), flyuritli, rutilli va rutil-flyuritli turlarga kirishi mumkin.

Kukunli sim tayyorlashda uning o'zagi kompozitsiyasini aniqlabgina qolinmasdan, balki kesimining eng maqbul konstruksiyasi ham tanlanadi. Eritib qoplanadigan kukunli simlar uchun asosan qobiqning sodda: naychasimon yoki ustma-ust naychasimon konstruksiyasi qo'llaniladi.

Kukunli simlar payvandlash vannasini himoyalamasdan yoki gaz, yoxud flyus bilan qo'shimcha himoyalagan holda payvandlash va eritib qoplash uchun ishlatiladi. Qo'shimcha himoyalashni talab qilmaydigan simlar o'zi himoyalaydigan simlar deb ataladi, bunda metallning gaz va shlak bilan himoyalaniishi ulardagi gaz hamda shlak hosil qiluvchi materiallarning tarkibiy qismlarga ajralishi (dissotsiatsiyasi) va erishi hisobiga amalga oshadi.

Payvandlash yoki eritib qoplash ishlarini boshlashdan oldin kukunli simni me'yoriy yoxud texnologik hujjatlarda ko'rsatilgan rejimlarda qizdirish lozim.

Ko'pgina, ayniqsa kukunli payvandlash simlaridan mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan payvandlash jarayonlarida foydalanish mumkin. Aksariyat markalardagi simlar bilan payvandlash va eri-

tib qoplash ishlari teskari qutbli o'zgarmas tokdan foydalanib amalga oshiriladi. Kukunli simlar ishlatilganda payvandlash va eritib qoplash ishlarining unumdorligi bu ishlarni qo'lda bajarishdagidan 1,5 – 4 baravar ortadi.

3.1.1. Tasnifi, navlari va texnik talablar

Kukunli simlarning asosiy vazifasiga ko'ra, tasniflanish tizimi boshqalarnikidan farq qiladi. Kukunli payvandlash simlari uchun payvandlanadigan metallning klassi, qo'llaniladigan himoyalash usuli, turli fazoviy holatlarda payvandlashda foydalanish imkoniyati, eritib qoplangan metall mexanik xossalariining kafolatlanadigan ko'rsatkichlari eng muhimidir. Kukunli eritib qoplash simlari, eng avvalo, eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibiga, eritib qoplashning vazifasiga ko'ra tasniflanadi.

Kukunli payvandlash va eritib qoplash simlari o'zakning turi, jaryonning unumdorligi, payvandlash-texnologik xususiyatlar, gigiyenik tavsiflar singari ko'rsatkichlar bo'yicha tasniflaydi. Ushbu va boshqa ayrim ko'rsatkichlarga qo'yiladigan talablar simga oid standartlar va texnik shartlarda belgilab qo'yiladi.

Kukunli simni tayyorlash sifatining asosiy ko'rsatkichlaridan biri qobiqning o'zak shixtasi bilan to'ldirilish kattaligi va bir tekisligidir. O'zakning simdagi ulushini to'ldirilish koeffitsiyenti (%) belgilaydi:

$$K_t = (R_o / R_s) \cdot 100 = [(R_s - R_q) / R_s] \cdot 100$$

bunda: R_o – o'zak (to'ldirgich kukun) ning og'irligi;

R_s – simning umumiy og'irligi;

R_q – qobiqning og'irligi.

Ikki qatlamli simda to'ldirilish koeffitsiyenti har bir shixta uchun alohida aniqlanadi (%):

$$K_{t1} = (R_{sh1} / R_s) \cdot 100$$

$$K_{t2} = (R_{sh2} / R_s) \cdot 100$$

bunda: R_{sh1} – birinchi shixtaning og'irligi;

R_{sh2} – ikkinchi shixtaning og'irligi.

Kukunli payvandlash simlari uchun to'ldirilish koeffitsiyentining qiymatlari 5 – 40%, eritib qoplash simlariniki esa 15 – 45% doirasida bo'ladi.

Kukunli sim undan sanoatda foydalanish mumkinligi va maqsadga muvofiqligini belgilab beruvchi bir necha talablarga javob bermog'i lozim. Simlarning barcha turlari uchun payvandlash-texnologik xususiyatlar qo'yiladigan umumiy texnik talablar quyidagilardan iborat: yoy oson uyg'otilishi va turg'un yonishi kerak; sim elektrod metalli haddan tashqari sachramasdan erimog'i lozim; payvandlash va eritib qoplash vaqtida hosil bo'layotgan shlakning oquvchanligi yaxshi bo'lishi hamda sovigandan keyin oson ajralishi zarur; payvand chok yoki eritib qoplangan qatlam ruxsat etilmagan nuqsonlarsiz yaxshi shakllanmog'i darkor; sim uzatuvchi mexanizmlar bilan ishonchli va qiyinchiliklarsiz siljirilishi kerak.

Simning sirti silliq bo'lishi, unda ezilgan, uzilgan joylar, korroziya, moy izlari va boshqa iflosliklar bo'lmasligi lozim. Bo'ylama chiziqlar va cho'zish moylari izlari bo'lishiga ruxsat etiladi. Sirtidagi cho'zish moyini yo'qotish uchun ko'pincha unga 2 – 4 soat mobaynida 150 – 250°C haroratda termik ishlov beriladi (qizdiriladi). To'ldiruvchi kukunni simning uchidan to'kib tashlashga ruxsat etilmaydi.

Kukunli sim oddiy o'ralgan yoki standart g'altaklarga o'ralgan holda yetkazib beriladi. O'ramning og'irligi 80 kg dan oshmasligi zarur. Har bir o'ram simning bitta bo'lagidan iborat bo'lmog'i lozim.

O'ramlar yoki g'altaklar (ayrim simlar uchun esa suv o'tkazmaydigan qog'oz bilan o'ralgan yohud polietilen plyonka qoplanga joylangan o'ramlar yoki g'altaklar) payvandlangan yoki katoklangan chokli metall barabanlar (bochkalar) ga joylanadi. Kukunli payvandlash simi namiqib qolishining oldini olish maqsadida har bir barabanga sim og'irligining 0,5 – 1% miqdorida silikagel solib qo'yiladi.

3.1.2. Payvandlash uchun kukunli sim

Uglerodli va kam legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan simlar eng ko'p qo'llaniladi. Legirlangan po'latlar, cho'yan, rangli metall va qotishmalarni payvandlashda ishlatiladigan kukunli sim uncha ko'p bo'lmagan miqdorda ishlab chiqariladi. Vaqtinchalik qarshiligi 900 MPa gacha bo'lgan uglerodli va kam legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan kukunli simlarning tasnifi, navlari va ularga qo'yiladigan texnik talablar ГОСТ 26271-84 bilan belgilab qo'yiladi.

Kukunli payvandlash simi, ishlatilish sharoitiga ko'ra, karbonad angidrid gazida yoki gaz aralashmalarida payvandlashda foydalaniladigan gaz bilan himoyalab ($\Gamma 3$) hamda qo'shimcha himoyasiz payvandlashga mo'ljallangan o'zi himoyalovchi (ΠC) payvandlash simlariga bo'linadi.

Payvandlashning joiz fazoviy holatlari va payvand chokning shakllanish shart-sharoitiga muvofiq, sim vertikal tekislikda pastki (N), pastki va gorizont (Γ) holatda; vertikal tekislikda pastki, gorizont va vertikal (B) holatda; hamma holatlarda (Y); vertikal tekislikda chok majburiy shakllantiriladigan gorizont (ΠI) holatda; chok majburiy shakllantiriladigan vertikal (B) holatda; chok majburiy shakllantiriladigan barcha (YI) holatlarda payvandlash simlariga ajratiladi.

Eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibiga binoan kukunli sim A, B, C toifalarga bo'linadi (3.1-jadval).

3.1-jadval

Kukunli payvandlash simlarining toifalari, kimyoviy tarkibi, %

Toifasi	C	S	P
A	0,15	0,03	0,03
B	0,15	0,04	0,04
C	0,25	0,03	0,03

Kukunli payvandlash simiga oid amaldagi standartda simlarni 15 xil diametrda ishlab chiqarish nazarda tutiladi (3.2-jadval).

3.2-jadval

Kukunli payvandlash simlarining tur-o'lchamlari

Simning nominal diametri, mm	Eng katta chetlanish, mm	Simning nominal diametri, mm	Eng katta chetlanish, mm
1,20	$\pm 0,05$	2,40	$\pm 0,10$
1,40		2,60	
1,60		2,80	
1,80	$\pm 0,08$	3,00	$\pm 0,12$
2,00		3,20	
2,20		3,60	
		4,00	$\pm 0,15$
		5,00	
		6,00	

Tasniflanishiga muvofiq, kukunli payvandlash simining ushbu shartli belgilari tuzilmasi belgilab qo'yilgan: markasi; diametri (mm); ishlatilish shart-sharoiti; turi; kimyoviy tarkibiga ko'ra toifasi; zarbiy

qovushqoqlik darajasi; joiz payvandlash holati; standart belgisi. Simning belgisida ПП indeksi (kukunli sim), undan keyin chiziqli orqali harfli yoki raqamli simvollar bo'lishi kerak, bu simvollar ishlab chiqargan tashkilot tarmog'ida qabul qilingan payvandlash materialini ro'yxatga olish shifrlari ko'rsatadi.

3,0 mm diametrlil, o'zi himoyalaydigan (ПЦ), eritib qoplangan metallning oquvchanlik chegarasiga ko'ra 44 turidagi, eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibiga binoan A toifadagi, eritib qoplangan metallning zarbiy qovushqoqligi -20°C (2) haroratda 35 Joul/sm^2 dan past bo'lmashini ta'minlaydigan, pastki (H) holatda payvandlashga mo'ljallangan ПП-AH3 markali kukunli simning shartli belgisiga misol: ПП-AH3 3, ОПС44-A2H ГОСТ 26271-84.

Kukunli sim ГОСТ 26271-84 talablariga muvofiq, belgilangan tartibda tasdiqlangan texnologik reglamentlar bo'yicha tayyorlanadi. Simning markasi, konstruksiyasi, kimyoviy tarkibi hamda qobig'i va o'zagining (to'ldiruvchi kukunning) xossalari, to'ldirish koeffitsiyentining qiymati me'yoriy-texnik hujjatlar bilan belgilanadi.

Simning payvandlash-texnologik xossalari plastinaga valik eritib qoplash va tavrSimon yoki uchma-uch birikma payvandlash yo'li bilan tekshiriladi. Valik yoki payvand chok sirtida g'ovaklar va darzlar bo'lishiga ruxsat etilmaydi; chokning 100 mm uzunlikdagi har qanday qismidagi joiz ichki nuqsonlar o'lchamlari va miqdori 3.3-jadvalda keltirilganidan ortiq bo'lmashligi kerak.

3.3-jadval

Chokning 100 mm uzunligidagi joiz nuqsonlarning o'lchamlari va miqdori

Payvand birikmaning turi	Sim turi	Bitta nuqsonning o'lchami, mm, ko'pi bilan			Nuqsonlarning joiz miqdori			Yirik, o'rtacha, mayda nuqsonlarning keltirilgan jami yuzi, mm^2 , ko'pi bilan
		yirik	o'rtacha	mayda	yirik	Jami yirik, o'rtacha	Jami yirik, o'rtacha, mayda	
Uchma-uch	34	24	1,7	0,6	5	11	15	17
	boshqa hamma	2,0	1,4	0,5	4	9	13	15
TavrSimon	34	1,8	1,3	0,5	5	12	15	10
	boshqa hamma	1,4	1,0	0,4	3	8	11	8

3.1.3. Eritib qoplash uchun kukunli sim

Alohida xossalari sirtqi qatlamlarni mexanizatsiyalashtirilgan usulda yoy yordamida eritib payvandlashga mo'ljallangan kukunli simning tasnifi, navlari va unga oid texnik talablar GOST 26101-84 bilan belgilab qo'yilgan.

Kukunli sim eritib qoplash usullariga ko'ra flyus ostida (Φ); himoya gazida (Γ); qo'shimcha himoyasiz - o'zi himoyalaydigan (C); flyus ostida, himoya gazida va qo'shimcha himoyalamasdan - universal (Y) eritib qoplashga mo'ljallangan simlarga tasniflash mumkin.

GOST 26101-84 da eritib qoplanadigan metall (ikkinchi va uchinchi qatlamlar) ning kimyoviy tarkibiga muvofiq, kukunli eritib qoplash simlarini 23 xil markada tayyorlash nazarda tutilgan (3.4- jadval).

Ushbu standartda simlar 11 xil diametrda tayyorlanishi belgilangan (3.5-jadval). Bunda eritib qoplash simlarining konstruksiyasi (tuzilishi) uch xil bo'lishi mumkin: naychasimon uchma-uch (T); qirrasi naxlyostli naychasimon (H), ikki qatlamli (Δ) sim.

Kukunli eritib qoplash simlari shartli belgisining harf-raqamli tuzilmasi simning markasini, konstruksiyasi turini, eritib qoplash usulini, diametrini (mm), standartni o'z ichiga oladi.

Quvursimon uchma-uch tuzilishdagi (T), o'zi himoyalaydigan (C) 2,6mm diametrli ПП-Нн-30Х5Г2СМ markadagi eritib qoplash simining shartli belgisiga misol: ПП-Нн-30Х5Г2СМ-Т-2,6 GOST 26101-84.

3.4-jadval

**Kukunli eritish simlarining markalari,
kimyoviy tarkibi, %**

Sim markasi	C	Cr	Mn	Si	Mo	Ti	V	W	B	Boshqa element- lar	S	P
											ko'pi bilan	
ПП-Нн- 200X12M	1,50- 1,90	11,0- 13,0	≤0,06	≤0,06	0,40- 0,70	-	-	-	-	-	0,040	0,04 0
ПП-Нн- 200X12B Φ	1,60- 2,10	11,0- 13,0	≤0,06	≤0,06	-	-	0,15- 0,35	0,90- 1,5	-	-	0,040	0,04 0
ПП-Нн- 20Г13Н4	0,74- 0,90	-	13,0- 15,00	0,10- 0,30	-	-	-	-	-	3,5- 4,0Ni	0,040	0,03 5
ПП-Нн- 10X14T	0,12- 0,20	12,50- 14,50	0,30- 0,80	0,20- 0,60	-	0,12- 0,25	-	-	-	-	0,040	0,04 0
ПП-Нн- 18X1Г1М	0,14- 0,20	1,20- 1,80	1,20- 1,80	0,80 gacha	0,30- 0,60	-	-	-	-	-	0,040	0,06 0
ПП-Нн-30 X5Г2СМ	0,30- 0,50	4,40- 6,50	1,40- 2,20	0,50- 1,00	0,60- 1,00	0,15- 0,60	-	-	-	-	0,040	0,04 0

3.4-jadvalning davomi

ПП-Нп- 200X15C 1ГРТ	1,50- 2,20	14,00- 20,00	0,80- 1,50	1,00- 2,00	-	0,15- 0,80	-	-	0,50- 0,80	-	0,040	0,04 0
ПП-Нп- 30X4Г2М	0,30- 0,45	3,30- 4,80	1,40- 2,20	0,50- 1,00	0,60- 1,00	0,15- 0,60	-	-	-	-	0,040	0,04 0
ПП-Нп- 25X5ФМ С	0,20- 0,31	4,70- 5,90	0,40- 0,90	0,80- 1,30	0,90- 1,40	-	0,30- 0,60	-	-	-	0,040	0,04 0
ПП-Нп- 30X4В2М 2ФС	0,25- 0,38	3,10- 4,50	0,50- 1,20	0,70- 1,20	2,30- 3,40	-	0,20- 0,70	1,80- 2,50	-	-	0,040	0,04 0
ПП-Нп- 10X17Н9 С5ГТ	Ко'пи bilan 0,12	16,00- 19,00	1,00- 2,00	4,90- 5,90	-	0,10- 1,30	-	-	-	7.8-10 Ni	0,040	0,04 0
ПП-Нп- 250X10Б8 С2Т	2,30- 2,70	8,50- 11,50	-	1,50- 2,50	-	0,50- 1,20	-	-	-	6.50- 9.0Nb	0,040	0,06 0
ПП-Нп- 10X15Н2 Г	≤0,10	13,00- 19,00	-	-	-	0,10- 0,50	-	-	-	1.60- 3.0Ni	0,040	0,06 0

3.5-jadval

Kukunli eritib qoplash simlarining tur-o'lchamlari

Simning nominal diametri, mm	Eng katta chetlanish, mm	
	I-sifat toifasidagi sim uchun	Oliy sifat toifasidagi sim uchun
2,0	-0,10	-0,08
2,2	-0,12	-0,10
2,6		
2,8		
3,0	-0,18	-0,15
3,2		
3,6		
4,0	-0,20	-0,18
5,0		
6,0		
8,0	-0,35	-0,30

3.1.4. Kukunli payvandlash simlari sanoat markalarining tavsifi

Uglerodli va kam legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan kukunli sim. Kukunli payvandlash simlari ushbu klassning eng e'tiborli guruhini umumiy ishlarga mo'ljallangan simlar tashkil etadi. Bu simlar bilan qo'shimcha himoyalamasdan yoki karbonad angidrid gazi bilan qo'shimcha himoyalagan holda payvandlash mumkin.

Umumiy ishlarga mo'ljallangan o'zi himoyalovchi kukunli simlardan zavod va montaj sharoitida muvaffaqiyatli foydalaniladi. Himoyalaydigan simlar o'zaginging asosini gaz va shlak hosil qiluvchi elementlar tashkil qiladi. Gaz hosil qiluvchi materiallar sifatida ko'pincha karbonatlar yoki organiklardan foydalaniladi (shunga mos ravishda o'zakning karbonat-flyuoritli va rutilli-organik turlari deyiladi). Metall havodan yetarli darajada himoalanmagan taqdirda azotni bog'lash aktiv nitrit hosil qiluvchilar: alyuminiy, titan, sirkoniy ishlatiladi. Payvand birikmaning vazifasi, uning payvandlash-texnologik xususiyatlari va foydalanish tavsiflariga qo'yiladigan talablar simning tanlangan konstruksiyasiga hamda o'zak komponentlari sifatida foydalaniladigan materiallarga bog'liq. Umumiy ishlarga mo'ljallangan o'zi himoyalaydigan kukunli payvandlash simlarining umumiy texnik tavsiflari, shuningdek eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi hamda mexanik xossalari ko'rsatkichlari 3.6–3.8-jadvallarda keltirilgan.

Quyida payvandlash zonasida havo oqimi (shamol) ning eng katta tezliklari bo'lib, bunday tezliklarda o'zi himoyalaydigan kukunli simlarning turli markalari bilan eritilgan metallning gaz bilan ishonchli himoalanishi ta'minlanadi, m/s:

ПП-АН3	8 – 10
ПП-АН7	8 – 10
ПП-АН11	8 – 10
ПП-АН45	10 – 12
СП-2	5 – 7
СП-3	4 – 5

3.6-jadval

Umumiy ishlarga mo'ljallangan o'zi himoyalovchi kukunli payvandlash simlarining tavsifi

Sim mar-kasi	ГОСТ 26271-84 bo'yicha shartli belgi indeks-lari-ni-g guruhi	Diamet-ri, mm	Payvand-lash vaziyati	ГОСТ 9467-75 bo'yicha elektrod turiga mu-vofiqligi	O'zakning turi, qobiqning kon-struksiyasi	Eri-sh ko'rsatkichlari	
						Eritib qop-lash unum-dorli-gi, kg/soat	Sarfla-nish koef-fitsi-yenti
ПП-АН3	ПС44-А2Н	2,8;3,0	pastki	Э50А	Karbonat-flyuoritli ikki qatlamli	5-9	1,25-1,3

3.6-jadvalning davomi

ПП-АН7	ПС44-А2Г	2,4	gorizontal pastki	Э50А	shuning o'zi	4-7	1,25-1,3
ПП-АН11	ПС39-А2В	2,0	gorizontal vertikal pastki	Э50А	-/-	3-7	1,25-1,3
ПП-АН45 ПП-АН45	ПС39-А3В ПС39-А3Н	2,5 3,0	shuning o'zi	Э50А	-/- -/-	2-5 2-5	1,25-1,3 1,25-1,3
СП-3	ПС44-А2Н	2,2;2,6	-/-	Э50А	Karbonat-flyuoritli naychasi-mon	7-11	1,25
ПП-Т-7М	ПС44-А2Н	2,2	-/-	Э50А	Karbonat-flyuoritli bir buklamli	7-11	1,25
СП-9	ПС54-А1Н	2,8	-/-	Э50А	Karbonat-flyuoritli naychasi-mon	11-13	1,25
ПП-11	ПС34-В1Н	2,2	-/-	Э46	Rutilli-organik bir buklamli	2-3,5	1,3

Izoh: payvandlash teskari qutbli o'zgarmas tok bilan bajariladi. ПП-11 markali sim vositasida to'g'ri qutbli o'zgarmas tok va o'zgaruvchan tok bilan ham payvandlash mumkin.

3.7-jadval

O'zi himoyalaydigan kukunli payvandlash simi bilan eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi, %

Sim markasi	C	Mn	Si	S	P	Izoh
ПП-АН3	0,08-0,12	1,0-1,2	0,30-0,40	0,020-0,025	0,025-0,030	o'ziga xos tarkib
ПП-АН7	0,05-0,12	0,9-1,2	0,30-0,40	0,010-0,020	0,010-0,020	shuning o'zi
ПП-АН11	0,10-0,12	1,1-1,3	0,24-0,40	0,010-0,015	0,020-0,025	-/-
ПП-АН45	0,08-0,11	1,2-1,3	0,30-0,43	0,02-0,024	0,015-0,023	-/-
СП-3	≤ 0,12	≤ 1,1	≤ 0,30	ko'pi bilan 0,03	≤ 0,03	ТШ talablari
ППТ-7М	≤ 0,15	0,4-1,2	0,10-0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	shuning o'zi
СП-9	≤ 0,15	≤ 1,6	≤ 0,5	≤ 0,030	≤ 0,03	-/-
ПП-11	≤ 0,15	0,65-1,1	0,06-0,18	≤ 0,03	≤ 0,04	-/-

**O'zi himoyalaydigan kukunli payvandlash simi bilan eritib
qoplangan metallning mexanik xossalari**

Sim markasi	Vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Oquvchanlik chegarasi, MPa	Nisbiy uzayishi, %	Quyidagi haroratda zarbiy qovushqoqligi, Joul/sm ²		Izoh
				20°S	-40°S	
ПП-АН3	550-590	450-480	24-28	167-196	98-137	o'ziga xos xossa
ПП-АН7	530-560	440-460	27-29	167-196	98-117	shuning o'zi
ПП-АН11	530-550	420-440	23-25	176-215	108-127	-//-
ПП-АН45	540-580	420-490	23-29	108-150*	28-55*	-//-
СП-3	500-650	≥ 440	≥ 22	≥ 80*	-	TSH talablari
ППТ-7М	500-650	≥ 440	≥ 22	≥ 127	-	shuning o'zi
СП-9	620-760	≥ 540	≥ 18	≥ 60*	-	-//-
ПП-11	≥	≥ 340	≥ 18	≥ 60*	-	-//-

* Ko'rsatkichlar ГОСТ 6996-66 bo'yicha tayyorlangan IX turidagi namunalarga taalluqlidir.

Umumiy ishlarga mo'ljallangan, himoya gazlarida payvandlashda ishlatiladigan, ya'ni payvandlash paytida karbonat angidrid gazidan foydalanilishini nazarda tutuvchi kukunli simlar payvand birikmalarning yuqori sifat ko'rsatkichlariga erishish imkonini beradi. Bu holda erigan metallni havodan himoyalash vazifasini karbonad angidrid gazi bajargani uchun, sim o'zagining metallurgik roli asosan erigan metallning (chok metallining) kisloroddan tozalanishi, legirlanishi va tozalanishidan iborat bo'ladi.

Umumiy ishlarga mo'ljallangan, karbonat angidrid gazi bilan qo'shimcha himoyalagan holda payvandlashda foydalaniladigan kukunli payvandlash simlarining tavsiflari, shuningdek, eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibiga hamda mexanik xossalariга oid ma'lumotlar mos ravishda 3.9–3.11-jadvallarda keltirilgan. Payvandlash zonasida havо oqimining eng katta tezligi 2 – 3 m/s dan oshmaydi. Bunday tezlikda gaz bilan himoyalagan holda payvandlashga mo'ljallangan kukunli simlar bilan eritilgan metallning gaz bilan ishonchli himoyalaniши ta'minlanadi.

**Karbonat angidrid gazi bilan qo'shimcha himoyalagan holda
payvandlashda ishlatiladigan, umumiy ishlarga mo'ljallangan
kukunli payvandlash simining tavsiflari**

Sim markasi	ГОСТ 26271-84 ga ko'ra shartli bel- gisi in- dekslarining guruhi	Diametri, mm	Payvandlash vaziyati	ГОСТ 9467-75 ga ko'ra elektrod turiga mu- vofiqligi	O'zagining turi Qobig'ining konstruksiyasi	Eritish ko'rsatkichlari	
						Unum- dorligi, kg/soat	Sarfla- nish koef- fitsiyen- ti
ПП-AH8	ПГ44-AOH	2,5;3,0	pastki	Э50А	Rutilli naychasimon	7-11	1,2
ПП-AH9	ПГ44-A4H	2,2;2,5	-//-	Э50А	Rutil-flyuoritli naychasimon	6-9	1,25
ПП- AH10	ПГ-44A2Г	2,2	gorizontal pastki	Э50А	Rutilli naychasimon	8-12	1,2
ПП- AH22	ПГ39-A3Г	2,2	-//-	Э50А	Rutil-flyuoritli naychasimon	3-12	1,2
ПП- AH25	ПГ44-A3B	1,8;2,0	gorizontal, vertikal pastki	Э50А	Rutilli naychasimon	-	-
ПП- AH54	ПГ64-A4Г	2,2	gorizontal, pastki	Э70	Rutil-flyuoritli naychasimon	7-10	1,2
ПП- AH54	ПГ64-A4H	2,5;3,0	pastki	Э70	shuning o'zi	7-10	1,2

Izoh: Payvandlash teskari qutbli o'zgarmas tok bilan bajariladi

**Umumiy ishlarga mo'ljallangan, karbonat angidrid gazi bilan
qo'shimcha himoyalagan holda payvandlashda ishlatiladigan
kukunli payvandlash simi bilan eritib qoplangan metallning o'ziga
xos kimyoviy tarkibi, %**

Sim markasi	S	Mn	Si	S	P
ПП-AH8	0,08-0,10	1,1-1,3	0,25-0,35	0,022-0,027	0,024-0,030
ПП-AH9	0,08-0,10	1,3-1,5	0,30-0,40	0,018-0,026	0,018-0,027
ПП-AH10	0,08-0,10	1,2-1,4	0,30-0,35	0,020-0,025	0,021-0,025
ПП-AH22	0,06-0,09	1,2-1,3	0,25-0,35	0,018-0,022	0,018-0,024
ПП-AH25	0,10	1,1	0,25	ko'pi bilan 0,03	ko'pi bilan 0,03
ПП-AH54	0,06-0,11	1,0-1,2	0,2-0,3*	0,18-0,20	0,020-0,022

* eritib qoplangan metallda 0,5-0,7 % Cr, 1,3-1,6 % Ni, 0,4-0,6 % Mo ham bor.

Umumiy ishlarga mo'ljallangan, karbonat angidrid gazi bilan qo'shimcha himoyalagan holda payvandlashda qo'llaniladigan kukunli payvandlash simi bilan eritib qoplangan metallning o'ziga xos mexanik xossalari

Sim markasi	Vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Oquvchanlik chegarasi, MPa	Nisbiy uzayishi, %	Quyidagi haroratlarda zariy qovushqoqligi, J/sm ²	
				20°S	-40°S
ПП-АНВ	550-570	450-470	24-26	127-147	78-79
ПП-АН9	510-540	450-470	22-25	167-186	124-147
ПП-АН10	560-570	460-470	25-27	147-167	98-117
ПП-АН22	530-560	430-460	28-30	176-196	117-137
ПП-АН25	580	480	27	-	-
ПП-АН54	770-800	650-660	15-16	137-157	108-117

Legirlangan po'latlarni payvandlash uchun kukunli sim. Legirlangan po'latlarni o'zi himoyalaydigan sim bilan yoki karbonat angidrid gazi bilan qo'shimcha himoyalagan holda payvandlashga mo'ljallangan simlar bilan payvandlash mumkin.

O'zi himoyalaydigan kukunli simning o'zagi (to'ldiruvchi kukun) karbonat-flyuoritdan iborat bo'ladi. Ular eritilganda erigan metallning ishonchli gaz-shlak himoyasi yuzaga keladi. Himoya gazlarida payvandlaydigan kukunli simlarda gaz hosil qiluvchi maxsus komponentlar bo'lmaydi. O'zakning asosiy tashkil etuvchilari shlak hosil qiluvchi materiallardan iborat bo'ladi. Legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan kukunli simlarning umumiy texnik tavsiflari, shuningdek, chok metallining kimyoviy tarkibiga va mexanik xossalari doir ma'lumotlar mos ravishda 3.12–3.14-jadvallarda keltirilgan.

Legirlangan po'latlarni mexanizatsiyalashtirilgan usulda payvandlashga mo'ljallangan kukunli simlarning tavsifi

Sim markasi	Diametri, mm	Ishlatilish shart-sharoiti	Asosiy vazifasi	O'zagi-ning turi, qobig'i-ning konstruksiyasi	Eritish ko'rsatkichlari	
					Unumdorligi	Sarflanish koeffitsiyenti
ПП-АНВ1	2,6;3,0	Qo'shimcha himoyalamasdan	18-8104X18H10, 12X18H9, 08X12H10T va boshqa turdagi korroziyabardosh po'latlarni payvandlash	Karbonat-flyuoritli, naxlyostli naychasi-mon	6,9	1,3

3.12-jadvalning davomi

ПП-АВВ2	2,6;3,0	shuning o'zi	30Г turidagi po'latlarni 110Г13Л turidagi austenit-marganetsli po'latlar bilan, uglerodli po'latlarni austenitli po'latlar bilan payvandlash			
ПП-АВВ3	2,6;3,0	-/-	ЭИ943 qotishmasini uglerodli po'lat bilan payvandlash	-/-	6-9	1,3
ПП-АВ-А1	2,5	Karbonat anhidrid gazi bilan qo'shimcha himoyalagan holda	O'rtacha legirlangan austenitli juda mustahkam po'latlarni payvandlash	Rutil-flyuoritli, ustma-ust nay-chasimon	8-12	1,25

Izoh: Payvandlash teskari qutbli o'zgarmas tok bilan gorizonta, pastki holatda bajariladi.

3.13-jadval

Kukunli payvandlash simi bilan mexanizatsiyalashtirilgan usulda payvandlaganda hosil bo'lgan chok metallining kimyoviy tarkibi, %

Sim markasi	C	Mn	Si	Cr	Ni	Nb	Ti	S	P
ПП-АВВ1	0,05-0,07	1,7-2,0	0,6-0,8	20,0-21,0	8,5-9,5	0,08-1,0	-	0,010-0,015	0,012-0,016
ПП-АВВ2	0,08-0,10	15,0-17,0	-	10,0-12,0	7,0-8,0	-	-	0,012-0,015	0,011-0,015
ПП-АВВ3	0,06-0,08	8,0-9,0	0,3-0,5	16,0-17,0	-	-	-	0,018-0,020	0,018-0,021
ПП-АВ-А1	0,10-0,12	5,0-6,0	0,4-0,45	17-20,0	8,5-10,0	-	0,08-0,10	0,018-0,020	0,016-0,018

3.14-jadval

Legirlangan po'latlarni mexanizatsiyalashtirilgan usulda kukunli simlar bilan payvandlaganda hosil bo'lgan chok metallining mexanik xossalari

Sim markasi	Vaqtinchalik qarshiligi, МРa	Oquvchanlik chegarasi, МРa	Nisbiy uzayishi, %	Quyidagi haroratda zarbiy qovushqog'ligi	
				20 °С	-40 °С
ПП-АВВ1	610-630	440-460	41-42	88-107	78-98
ПП-АВВ2	500-510	380-390	18-20	176-196	-
ПП-АВВ3	550-560	320-340	43-44	137-147	-
ПП-АВ-А1	590-600	300-320	48-52	166-178	117-127

3.2. Cho'yanni payvandlash uchun kukunli simlar

Cho'yanni payvandlashda darzlari va boshqa nuqsonlari bo'lmagan payvand choklar hosil qilish uchun chok metallining (eritib qoplangan metallning) tarkibi berilgan darajada va payvandlangandan keyin sovitish tezligi talab etilgan darajada bo'lishini ta'minlash zarur. Cho'yan kukunli sim bilan ikki usulda: yarimissiq va issiq usullarda payvandlanadi. Yarimissiq usulda payvandlashda payvandlanayotgan detallar 300 – 400°C haroratgacha to'liq yoki mahalliy tarzda (kerakli joyi) qizdiriladi; issiq usulda payvandlashda 600 – 700°C haroratgacha to'liq qizdiriladi. Payvandlash teskari qutbli o'zgarmas tok bilan bajariladi. 3.15–3.17-jadvallarda cho'yanni mexanizatsiyalashtirilgan usulda payvandlashga mo'ljallangan o'zi himoyalovchi kukunli simlarning texnik tavsiflari, eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi, chok metallining mexanik xossalari keltirilgan.

3.15-jadval

Cho'yanni mexanizatsiyalashtirilgan usulda payvandlashga mo'ljallangan o'zi himoyalovchi kukunli simlarning tavsifi

Sim markasi	Asosiy vazifasi	Payvandlash texnologiyasining o'ziga xos xususiyatlari	Eritish ko'rsatkichlari	
			Unumdorligi, kg/soat	Sarflanish koeffitsiyenti
ПП-AH42	Quyma nuqsonlarini tuzatish va cho'yanni plastinasimon grafit bilan payvandlab ta'mirlash	Quymala yoki detallar avval 300-350 °C haroratgacha qizdiriladi, asta sekin sovutiladi	3-12	1,20-1,30
ПП-AH45	Quyma nuqsonlarini tuzatish va yuqori darajada mustahkam cho'yanni sharsimon grafit bilan payvandlab ta'mirlash; cho'yanni sharsimon grafit bilan payvandlash	Quyma yoki detallar oldin 400-700 °C haroratgacha qizdiriladi; asta-sekin sovutiladi (100 °C/ soatdan kam)	4-9	1,20-1,25

Izoh. Payvandlash teskari qutbli o'zgarmas tok yordamida, 3 mm diametrlilik sim bilan, pastki vaziyatda olib boriladi; o'zakning turi – rutillik organik, konstruksiyasi – naychasimon.

**Cho'yanni kukunli sim bilan payvandlashda eritib qoplangan
metallning kimyoviy tarkibi, %**

Sim markasi	C	Mn	Si	Al	Ti	Ca	Mg	Ce	S	P
ПП- AH42	4,7- 5,5	0,7- 1,0	3,8- 4,3	0,45- 0,6	0,3-0,5	-	-	-	0,008- 0,010	0,03- 0,04
ПП- AH45	3,3- 3,6	0,3- 0,5	3,0- 3,5	-	-	0,02- 0,03	0,02- 0,03	0,01- 0,02	≤0,01	0,03- 0,04

**Cho'yanni kukunli sim bilan payvandlashda hosil bo'lgan chok
metallning mexanik xossalari**

Sim markasi	Vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Oquvchanlik chegarasi, MPa	Nisbiy uzayishi, %	20°C haroratda zarbiy qovushqoqligi, J/sm ²
ПП- AH42	160-200	-	-	-
ПП- AH45	430-510	320-420	4-9	59-108

3.3. Kukunli tasmalar

Kukunli tasmalar asosan alohida xossalarga ega bo'lgan sirtqi qatlamlarni mexanizatsiyalashtirilgan usulda yoy yordamida eritib qoplashga mo'ljallangan. U metall qobiq va kukun-to'ldiruvchi (shixta) dan tashkil topadi.

Ko'p hollarda qobiq kam uglerodli po'latdan qilingan bitta yoki ikkita yupqa (0,3 – 0,5mm) tasmadan iborat bo'ladi. Kukunli tasma uchun, qoidaga ko'ra, gaz hosil qiluvchi, shlak hosil qiluvchi, barqarorlashtiruvchi va legirlovchi komponentlardan tashkil topuvchi shixta kukunli sim uchun bo'lgani kabi olinadi.

Kukunli tasma maxsus dastgohlarda tayyorlanadi, bu dastgohlar tasmani-qobiqni shakllantirish va valsovkalash uchun roliklar bilan ta'minlangan bo'ladi. Dastgohda to'ldiruvchi kukun uchun dozalovchi qurilma va o'zakni zichlash uchun jo'valar bor. Cho'zib uzaytirish jarayoni yo'q.

Kukunli tasma bilan payvandlash himoyalamasdan yoki flyus bilan qo'shimcha himoyalagan holda olib boriladi. Bunda asosan teskari qutbli o'zgarmas tokdan foydalaniladi.

Eritib qoplashga mo'ljallangan kukunli tasmani asosiy parametrlari, o'lchamlari va unga oid texnik talablar ГОСТ 26467-85 bilan belgilab qo'yilgan.

Kukunli tasma eritib qoplash usullariga ko'ra, flyus ostida (Φ); qo'shimcha himoyalamasdan - o'zi himoyalaydigan (C); flyus ostida va qo'shimcha himoyalamasdan - universal (Y) eritib qoplash tasmlariga ajratiladi.

Kukunli tasma konstruksiyasiga ko'ra, A turidagi ikki qulfli va B turidagi bir qulfli xillarga bo'linadi.

Kukunli tasma shartli belgisining harf-raqamli tuzilmasi tasmaning markasi, turi, konstruksiyasi, eritib qoplash usulini, standartni o'z ichiga oladi.

Eritib qoplashga mo'ljallangan ПЛ-Нн-350Х25Н3С3 markali, ikki qulfli konstruksiyadagi (A), universal (Y) kukunli tasmaning shartli belgisiga misol: ПЛ-Нн-350Х25Н3С3-А-У ГОСТ 26467-85.

Ochiq yoy bilan, shuningdek, flyus ostida eritib qoplash uchun yaraydigan kukunli tasmlar eng katta amaliy ahamiyatga ega. Sanoatda ishlab chiqarilayotgan ayrim tasmlarning umumiy tavsiflari 3.18-jadvalda keltirilgan.

3.18-jadval

Ayrim tasmlarning umumiy tavsiflari

ГОСТ 26467-85 bo'yicha tasmaning markasi	Tasma turi	Qo'llanilishi (o'ziga xos eritib qoplash obyektlari)	Eritib qoplash ko'rsatkichlari		Eritib qoplangan metallning qattiq-ligi, HRC
			Eritib qoplash koeffitsiyenti	Sarflanish koeffitsiyenti	
ПЛ-Нн-300Х25С3Н2Г (ПЛ-АН101)	A, Б	Me'yoriy va yuqori haroratlarda jadal yeyilish sharoitida ishlaydigan detallar (domna pechlaridagi ko'mma apparatlari detallari, koks maydalagichlar jo'valari, urgichlar, buldozerlar pichoqlari) ga sormayt turidagi yeyilishga chidamli ko'p xromli qotishma qatlami eritib qoplash	18-22	1,05-1,15	50-56
ПЛ-Нн-500Х40Н40С2 PC (ПЛ-АН111)	Б	Yuqori haroratlarda abraziv, o'rtacha zarblar ta'sirida yeyilish sharoitida ishlaydigan detallar (domna pechlari konuslari va kosalarining tezlashtirilgan rejimlarda ishlovchi tegish yuzalari, kolosniklar) ga yeyilishga chidamli qatlam eritib qoplash	18-24	1,15-1,2	54-62

ПЛ-Нн-120Х22Р3Г2С (ПЛ-АН171)	А	Jadal gidroabraziv yeyilish sharoitida ishlaydigan detallar (zemlesoslarning korpuslari va ish g'ildiraklari, aralashtirgichlar detallari, shnekli nasoslar shneklari, gilzalari, tuproqni qayta ishlovchi mashinalarning ishchi organlari) ga yeyilishga chidamli qatlam eritib qoplash.	18-22	1,15-1,2	65-68
---------------------------------	---	--	-------	----------	-------

Nazorat savollari

1. Kukunli simlarni tasniflash.
2. Kukunli simlarning afzaliklari va qo'llanilish sohasi.
3. Kukunli simlarni rusumlash qanday amalga oshiriladi?
4. Kukunli simlar bilan payvandlash vannasi qanday himoyalanaadi?
5. Kukunli tasmalar qanday payvandlash usuli uchun qo'llaniladi?
6. Kukunli tasmalar qanday usulda tayyorlanadi?

4-BOB. YOY YORDAMIDA QO'LD A PAYVANDLASH VA ERITIB QOPLASH UCHUN QOPLAMALI ELEKTRODLAR

Po'latlarni payvandlash va eritib qoplashga mo'ljallangan elektrod-larning tasnifi, o'lchamlari, ularga oid umumiy texnik talablar hamda sinash usullari.

ГОСТ 9466-75 "Po'latlarni yoy yordamida qo'lda payvandlash va eritib qoplashga mo'ljallangan qoplamali metall elektrodlar. Tasnifi, o'lchamlari va umumiy texnik talablar" presslash usulida tayyorlanadigan elektrod-larga taalluqlidir. Standart rangli metallardan qatlamlar eritib qoplash uchun ishlatiladigan elektrod-larga tatbiq etil-maydi. Standartda Standartlashtirish PC 52-70 ga va xalqaro standart ISO 2560-73 ga doir talablar hamda tavsiyalari inobatga olingan.

4.1. Tasnifi

Vazifasiga ko'ra elektrod-lar quyidagilarga ajratiladi:

Y – uzilishga vaqtinchalik qarshiligi 588MPa gacha bo'lgan uglerodli va kam uglerodli konstruksion po'latlarni payvandlash uchun;

II – uzilishga vaqtinchalik qarshiligi 588MPa dan katta bo'lgan legirlangan konstruksion po'latlarni payvandlash uchun;

T – legirlangan issiqqa chidamli po'latlarni payvandlash uchun;

B – yuqori darajada legirlangan alohida xossalari po'latlarni payvand-lash uchun;

H – alohida xossalari sirtqi qatlamlar eritib qoplash uchun.

Elektrod-larning ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10051-75 va ГОСТ 10052-75 ga ko'ra turlarga ajratilishi.

Elektrod-lar texnik shartlar va pasportlar bo'yicha markalarga bo'linadi. Elektrod-larning har bir turiga bitta yoki bir necha markalar mos kelishi mumkin.

Elektrod-lar D/d nisbatga bog'liq holda qoplamasining qalinligiga ko'ra quyidagilarga ajratiladi:

M – yupqa qoplamali ($D/d \leq 1,20$);

C – o'rtacha qoplamali ($1,20 < D/d \leq 1,45$);

II – qalin qoplamali ($1,45 < D/d \leq 1,80$);

I – juda qalin qoplamali ($D/d > 1,80$).

Elektrod-larning tayyorlanish aniqligiga, qoplamasi sirtining ah-voliga, ushbu elektrod bilan hosil qilingan chok metallining yaxlitligiga

qo'yiladigan talablarga hamda eritib qoplangan metallidagi oltingugurt va fosfor miqdoriga ko'ra, elektrodlar 1, 2 va 3 - guruhlariga ajratiladi.

Elektrodlar qoplamasining turiga qarab quyidagilarga bo'linadi:

A – nordon qoplamali; *B* – asos qoplamali; *P* – rutil qoplamali; *U* – sellyuloza qoplamali; *II* – boshqa turdagi qoplamali. Qoplama turi aralash bo'lsa, mos ravishdagi qo'sh belgi qo'llaniladi. Qoplama tarkibida 20% dan ortiq miqdorda temir kukuni bo'lganda, tur belgisiga *J* harfi qo'shilmog'i lozim.

Elektrodlar payvanlash yoki eritib qoplash paytidagi fazoviy joiz holatlariga qarab, quyidagilarga ajratiladi: 1 - hamma holatlar uchun; 2 - yuqoridan pastga tomon vertikal holatdan tashqari barcha holatlar uchun; 3 - vertikal tekislikda pastki, gorizontal va yuqoridan pastga tomon vertikal holatlar uchun; 4 - pastki va "qayiqsimon" pastki holatlar uchun.

O'lchamlari. Elektrodning o'lchamlari 4.1-jadvalda ko'rsatilgan o'lchamlarga mos bo'lishi kerak. Elektrodlar uzunligining chetlanishi: 1 - guruh elektrodleri uchun 3 mm dan, 2 va 3 - guruhlar elektrodleri uchun 2 mm dan oshmasligi lozim.

Shartli belgilarga misollar. Uglerodli va kam legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan *V*, qalin qoplamali *II*, 2 - guruhdagi, ГОСТ 9467-75 bo'yicha belgilangan eritib qoplangan metall va chok metallining tavsiflarini ko'rsatuvchi indekslar guruhi 43 2(5) bo'lgan, asos qoplamali *B*, barcha fazoviy holatlarda 1, teskari qutbli o'zgarmas tokda payvandlash uchun ishlatiladigan 0, УОНИ-13/45 markali, 3,0 mm diametrli Э46А turidagi elektrodlar.

Э46А – УОНИ – 13/45 – 3,0 – УД2

Е43 2(3) – В10

ГОСТ 9166-75, ГОСТ 9467-75

Bu belgi elektrodlar solingan qutilar, pachkalar va yashiklar etiketkalari yoki markirovkalarida ko'rsatiladi.

УОНИ-13/45-3,0-2 ГОСТ 9466-75 elektrodleri hujjatlarda ko'rsatiladi.

Elektrodlarning o'lchamlari, mm

Sterjen-ning diametri bilan belgilanadigan elektrodning nominal diametri	Payvandlash simidan qilingan sterjeni bo'lgan elektrodning nominal uzunligi L		Qoplamadan tozalangan uchining uzunligi, L	Izohlar: 1. Qavsda ko'rsatilgan o'lchamlardan elektrodlar tayyorlashda foydalanish tavsiya etilmaydi. 2. Elektrodlarni nominal diametri 3,15; 6,3 va 12 mm bo'ladigan qilib tayyorlashga ruxsat etiladi. 3. Tayyorlovchi bilan iste'molchining kelishuviga muvofiq, elektrodning uzunligi boshqacha bo'lishi mumkin. 4. Tayyorlovchi bilan iste'molchining kelishuviga binoan, elektrodning uchidagi l uzunlikdagi qismini qoplamadan tozalamaslikka yo'l qo'yiladi. Bunda elektrodning ikkala toretsi kontakt singari tozalanmog'i lozim. 5. Elektrodning kontakt toretsidagi qoplamani tozalash shakli dumaloq bo'lishiga ruxsat etiladi. 6. Tayyorlovchi bilan iste'molchining kelishuviga muvofiq, elektrodni kontakt toretslari qoplamada konus bo'lmaydigan tarzda yassi shaklda tozalangan qilib tayyorlash mumkin
	Kam uglerodli yoki legirlangan	Yuqori darajada legirlangan		
1,6	200; 250	150; 200 (250)	20	
2,0	250 (300)	200; 250 (300)		
2,5	250; 300 (350)	250 (300)		
3,0	300; 350 (450)	300; 350	25	
4,0	350; 450	350 (450)		
5,0; 6,0; 8,0	450	350; 450		
10,0; 12,0			30	

4.1.1. Texnik talablar

Elektrodlar ГОСТ 9466-75 talablariga muvofiq tayyorlanishi, elektrodlar sterjenlari elektrodlar tayyorlashga mo'ljallangan po'latdan qilingan payvandlash simidan yasalgan bo'lishi kerak. Elektrodlar qoplamasi bir jinsli, zich, mustahkam, shishgan, uzilgan joylarsiz, bo'qoqlarsiz bo'lishi zarur, ularning sirtida me'yorlar doirasida qilsimon darzlar bo'lishiga ruxsat etiladi. Elektrodlar quyidagi balandlikdan silliq po'lat plastinaga yoni bilan erkin tushib ketganda qoplamasi buzilmasligi lozim: diametri 4 mm dan kichik elektrodlar uchun 1m; diametri 4 mm va bundan katta elektrodlar uchun 0,5m. Tayyorlovchi bilan iste'molchining kelishuviga binoan, 5 mm dan katta diametrli elektrodlar uchun tushish balandligi 0,3 m gacha kamaytirilishi mumkin.

Elektrodlarning payvandlash-texnologik xossalari quyidagi talablarni qanoatlantirmog'i lozim:

- yoy oson uyg'otilishi va barqaror yonishi kerak;
- qoplama bir tekis, haddan tashqari sachramasdan, bo'laklarga ajralmasdan g'ilof yoki bo'g'ot hosil bo'lmasdan erimog'i zarur, chunki bu

nuqsonlar barcha fazoviy holatlarda payvandlash vaqtida elektrodning yaxshi erishiga to'sqinlik qiladi;

- payvandlashda yuzaga keluvchi shlak chok valiklari to'g'ri shakllanishini ta'minlashi va sovigandan so'ng oson ajralishi darkor;

- chok metallida, shuningdek, elektrodlar bilan payvandlashga mo'ljallangan elektrodlar bilan eritib qoplangan metallda darzlar, uzilgan joylar va sirtqi g'ovaklar bo'lmashligi kerak;

- chok metallining mexanik xossalari ГОСТ 9466-75 talablariga javob bermog'i lozim;

- qoplamadan odam salomatligi uchun zararli gazlar ajralmasligi zarur.

4.1.2. Elektrod qoplamalarining turlari

Asosan po'latlarni yoy yordamida payvandlashga mo'ljallangan elektrodning sanoatda ishlab chiqariladigan qoplamalarini payvandlash vannasidagi metallurgik ta'siriga ko'ra, ushbu asosiy turlarga tasniflash mumkin.

Barqarorlashtiruvchi qoplama. Uning tarkibiga, yoyning yonish turg'unligini, ayniqsa o'zgaruvchan tokda, oshirish uchun kaliy, natriyning, shuningdek, kalsiy, magniy va bariy karbonatlarining kimyoviy birikmalari kiritiladi.

Qoplamada ishqorli va ishqorli-yer metallarining tuzlari mavjud bo'lishi katodda ajralayotgan energiya kamayishiga olib keladi. Kuyish va sachrash natijasida ko'p isrof bo'lishi, erish tezligining pastligi, payvandlashni yuqori payvandlash toklarida olib borish imkoniyati yo'qligi tufayli barqarorlashtiruvchi qoplamali elektrodning unumdorligi juda past bo'ladi.

Nordon (nordon oksidlari ko'p bo'ladi) qoplama, uning asosini marganets, temir, kremniy oksidlari tashkil etadi. Gaz bilan himoyalash vazifasini elektrodning erish jarayonida yonib tamom bo'ladigan organik komponentlar bajaradi. Kisloroddan tozalovchilar sifatida qoplamaga ferromarganets qo'shiladi. Bunday qoplamali elektrodlar energetika nuqtayi nazaridan talay ustunliklarga ega: erish tezligi yetarlicha yuqori bo'lib, tezlashtirilgan rejimlarda payvandlashga imkon beradi. Ular yuqori darajada eritish xususiyatiga ham ega. Ular pastki holatda payvandlashda juda texnologiyabop bo'lsa-da, ulardan vertikal va gorizontal choklarni payvandlashda ham foydalanish mumkin.

Oksidlovchi qoplamalar tarkibida asosan temir oksidlari va har xil silikatlar (kaolin, talk, slyuda, dala shpati va boshqalar) bo'ladi. Oksidlovchi qoplama aksariyat elektrodalarda kisloroddan tozalovchilar umuman bo'lmaydi. Ayrim kompozitsiyalarga oz miqdorda ferromarganets qo'shiladi.

Bunday qoplamali elektrodلarning eritish qobiliyati past bo'ladi. Shlak va metall vannasi nihoyatda suyuq holatda oquvchandir. Shu bois, ulardan gorizontal yoki vertikal burchak choklarini, shuningdek, "qayiqsimon" choklarni payvandlashda cheklangan holatda foydalaniladi.

Bu elektrodلar bilan payvandlashda yuzaga keladigan shlak og'ir, zich, ammo juda yaxshi ajraladigan bo'ladi. Ko'p hollarda hatto bo'lib-bo'lib payvanlaganda ham o'zi ajrala oladi.

Rutil qoplamalar asosan dala shpati, magnezit va boshqa shlak hosil qiluvchi komponentلar qo'shilgan rutildan iborat bo'ladi. Qoplama tarkibida rutil o'miga 45 – 50% ilmenit bo'lishi mumkin. Himoya gazlarini hosil kilish uchun qoplama organik moddalar (sellyuloza, dekstrin) va karbonatلar qo'shiladi.

Legirlovchi va kisloroddan tozalovchi komponent sifatida ferromarganetsdan foydalaniladi. Kompleks ravishda kisloroddan tozalanganda chok metallining g'ovakلar paydo bo'lishiga moyilligi ortadi. Eritib qoplash koeffitsiyentini oshirish maqsadida bu turdagi qoplama temir kukuni qo'shiladi.

Rutil qoplamali elektrodلarning payvandlash-texnologik xossalari yuqori bo'ladi, ular barcha fazoviy holatlarda silliq va ravon tashqi ko'rinishli chokلar hosil bo'lishini ta'minlaydi. Sanoat va qurilishda keng ko'lamda ishlatiladi.

Sellyuloza qoplama. Tarkibida, asosan, ko'p miqdorda gazلar hosil bo'lishi uchun organik tashkil etuvchilar bo'ladi. Shlak hosil qiluvchi asos sifatida ko'pincha rutil-silikatli komponentلardan foydalaniladi. Elektrodلar qoplamasida bularga qo'shimcha ravishda ba'zan bir qancha maxsus komponentلar, masalan, asbest bo'ladi.

Payvandlash vannasi ko'p hollarda marganets yordamida kisloroddan tozalanadi, chunki aktiv kisloroddan tozalovchilar (ferrotitin va ayniqsa ferrosilitsiy) qo'shiladigan bo'lsa, chok metallining g'ovakلar yuzaga kelishiga moyilligi oshib ketardi.

Sellyuloza qoplamali elektrodلarning eritish qobiliyati yuqori va erish tezligi ancha yuqori bo'ladi. Ular barcha fazoviy holatlarda payvandlashga, shu jumladan, yuqoridan pastga tomon 25 m/soatga yetadigan katta tezlik bilan payvandlashga imkon beradi. O'zak chok

tayantirish usulida, chokning orqa tomonini shakllantirgan holda payvandlanadi. Shu bois, payvandlash paytida choklarni ichidan payvandlashga hojat qolmaydi va ishlash qobiliyati nuqtayi nazaridan, payvand birikmalarning erish shakli eng qulay bo'lishi ta'minlanadi. Bu turdagi qoplamali elektrodlar mamlakatimiz amaliyotida asosiy o'tkazgich quvurlarni payvandlashda eng ko'p qo'llaniladi.

Bunday elektrodلarning kamchiliklariga sachrash, payvandlanayotgan qirralarda tor darzsimon kesiklar hosil bo'lishi natijasida elektrod metallining ko'p isrof bo'lishini, choklar metallida diffuzion-harakatlanuvchi vodorod miqdori juda ko'p bo'lishini kiritish mumkin.

Asos qoplama asosan kalsiy karbonat va kalsiy floriddan hosil qilinadi (boshqa floridli birikmalardan ancha kam foydalaniladi). Gaz bilan himoyalash qoplamaning qizish va erish jarayonida yuzaga keluvchi CO₂ oqimi vositasida amalga oshiriladi. Kisloroddan tozalovchilar sifatida qoplamaga ferrosilitsiy, ferromarganets, ferrotitan va alyuminiy, chok metallini legirlash uchun esa qoplamaga metall kukunlari qo'shilishi mumkin.

Asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda teskari qutbli o'zgarmas tokdan foydalaniladi. O'zgaruvchan tok bilan payvandlash uchun qo'shimcha chora-tadbirlar ko'rish, ya'ni qoplama tarkibiga ionlagich kiritish, maxsus ikki qatlam qoplamali elektrodlar ishlatish kerak bo'ladi va hokazo.

Asosiy shlak odatda hamma fazoviy holatlarda payvandlashga yaraydi. Ammo yuqoridan pastga tomon payvandlashni ta'minlashi uchun unga maxsus fizik xossalar berilishi lozim. O'zak choklarni payvandlashda asos qoplamaning texnologiyabopligi odatda selluloza qoplamanikiga nisbatan yomonroqdir.

Asos qoplamaning kamchiliklariga o'zgarmas tok bilan payvandlashdagi texnologiyabopligi pastligini; elektrodlar tayyorlashdagi qiyinchiliklarni, xususan, maxsus qo'shimchalar – plastifikatorlardan foydalanilishini; qoplama nam tortganda va payvandlanayotgan qirralarda namlik, qasmoq yoki zang mavjud bo'lganda g'ovaklar yuzaga kelishiga moyilligini kiritish zarur.

Kisloroddan tozalanish darajasi yuqoriligi munosabati bilan payvandlash vannasi vodorodni kisloroddan tozalanmaganga nisbatan ancha ko'p miqdorda shimadi. Shu sababli elektrod qoplamasidagi namlik miqdorini tayyorlovchi zavodlarda ularni yuqori haroratlarda qizdirish, payvandlash oldidan qayta qizdirish, bevosita payvandlashdan

oldin maxsus termopenallarda saqlash va boshqa yo'llar bilan cheklash lozim.

Mamlakatimiz va chet elda asos qoplamadan asosan maxsus ishlarga mo'ljallangan yuqori darajada mustahkam, sovuqqa hamda o'tga chidamli, korroziyabardosh va boshqa elektrodlar tayyorlashda foydalaniladi.

Rutil-karbonatli va karbonat-rutilli qoplamalar rutil va asos qoplamalarning afzalliklarini birlashtirishga intilish natijasida yuzaga kelgan. Natijada chok metallining qovushqoqligi va qayishqoqligi rutil elektrodlar bilan hosil qilingan choklarnikiga nisbatan biroz ortadi. Bundan tashqari, elektrodلarning payvandlash-texnologik xossalari, masalan, asosiy turdagi elektrodلarnikidan yaxshilanadi, ayni paytda chok metallida g'ovaklar paydo bo'lishiga moyilligi kamayadi.

Maxsus elektrod qoplamalari gidrofob qoplamalar deb ataladigan qoplamalar jumlasiga kiradi. Ushbu qoplamalarga zaruriyat, masalan, payvandlash ishlarini juda nam sharoitda: atmosfera yuqori darajada nam bo'lganda, suv ostida va boshqa sharoitda bajarishga to'g'ri kelganda paydo bo'ladi.

Gidrofob qoplamalar yaratishning ikki usuli bor: birinchi usulda elektrodلarning odatdagi bog'lovchisi (suyuq shisha) ga 10% gacha miqdorda maxsus kremniy-organik birikmalar – gidrofob polimerlar qo'shiladi. Bunday polimerlar sifatida sintetik smolalar, loklar va boshqalardan ham foydalanish mumkin. Polimerlar qo'shish qotirgich (rudo-mineral komponentlar) bilan aralashmada polimerlanish jarayonida murakkab tarkibli gidrofob smola olish imkonini beradi, u qoplama zarralari orasidagi g'ovaklarni to'ldiradi va qoplamaning ichki qatlamlariga nam kirish yo'llarini to'sib qo'yadi; ikkinchi usulda silikat bog'lovchi o'rniga bir qancha fizik-kimyoviy xossalar (zarur qovushoqlik, metallga singish; qayishqoq qilish qobiliyati; to'g'ri keluvchi qotish rejimi va boshqalar) ga ega bo'lgan polimerlanuvchi organik bog'lovchi ishlatiladi.

Bog'lovchilar sifatida polimerlardan foydalanilganda elektrod qoplamasidagi namlik miqdori bir necha barobar kamayadi, nam atmosferada va suv ostida ishlaganda zarur mexanik mustahkamlik saqlanib qoladi.

4.2. Konstruksiya va issiqqa chidamli po'latlarni payvandlash uchun qoplamali elektrod turlari

Konstruksiya va issiqqa chidamli po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan elektrodlar ГОСТ 9467-75 ga muvofiq quyidagi turlarga ajratiladi: Э38, Э42, Э46 va Э50 – vaqtinchalik qarshiligi 490MPa gacha bo'lgan uglerodli va kam legirlangan konstruksiya po'latlarni payvandlash uchun; Э42А, Э46А, Э50А – payvand choklar metalliga qayishqoqligi va zarbiy qovushqoqligi bo'yicha yuqori talablar qo'yilgan taqdirda vaqtinchalik qarshiligi 490MPa gacha bo'lgan uglerodli va kam legirlangan konstruksiya po'latlarni payvandlash uchun, Э55 va Э60 – vaqtinchalik qarshiligi 490MPa dan 588MPa gacha bo'lgan uglerodli hamda kam legirlangan konstruksiya po'latlarni payvandlash uchun; Э70, Э85, Э100, Э125, Э150 – vaqtinchalik qarshiligi 588MPa dan ziyod bo'lgan mustahkamligi oshirilgan va yuqori bo'lgan legirlangan konstruksiya po'latlarni payvandlash uchun; Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ – issiqqa chidamli legirlangan po'latlarni payvandlash uchun.

Konstruksiya po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan elektrodlar bilan eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi muayyan markalardagi elektrodga oid standartlar yoki texnik shartlar talablarini qanoatlantirishi kerak. Bunda eritib qoplangan metallda oltingugurt va fosfor miqdori 4.2-jadvalda ko'rsatilganidan ortiq bo'lmazligi lozim.

4.2-jadval

Eritib qoplangan metallda oltingugurt va fosforning eng ko'p miqdori

Elektrod turi	S	P
Э38, Э42, Э46, Э50	0,040	0,045
Э42А, Э46А, Э50А, Э55, Э60	0,030	0,035
Э70, Э85, Э100, Э125, Э150		

Konstruksiya po'latlarni payvandlash uchun mo'ljallangan elektrodlar bilan hosil qilingan chok metalli, eritib qoplangan metall va payvand birikma metallining mexanik xossalari 4.3- jadvalda keltirilgan me'yorlarga mos bo'lmog'i darkor.

Me'yoriy haroratda chok metallining mexanik xossalari

Elektrod turi	Chok metalli va eritib qoplangan metall			Diametri 3mm dan kichik elektrodlar bilan hosil qilingan payvand birikma	
	σ_r , MPa	δ_s , %	KCV, J/sm ²	σ_r , MPa	Bukish burchagi, gradus
	Kamida				
Э38	372	14	29	372	60
Э42	412	18	78	412	150
Э46	451	18	78	451	150
Э50	490	16	69	490	120
Э42А	412	22	147	412	180
Э46А	451	22	137	451	180
Э50А	490	20	128	490	150
Э55	539	20	118	539	150
Э60	588	18	98	588	120
Э70	686	14	54	-	-
Э85	833	12	49	-	-
Э100	980	10	49	-	-
Э125	1225	8	39	-	-
Э150	1470	6	39	-	-

Izohlar:

1. Jadvala keltirilgan Э38, Э42, Э46, Э50, Э42А, Э46А, Э50А, Э55 va Э60 elektrodlarining mexanik xossalari chok metalli, eritib qoplangan metall va payvand chok uchun ularning payvandlashdan keyingi holatiga (termik ishlov berilmasdan) belgilangan.

2. Legirlangan issiqqa chidamli po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan elektrodlar bilan eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi, shuningdek, ana shu elektrodlar bilan eritib qoplangan metallning yoki hosil qilingan chok metallining mexanik xossalari 4.4-jadvalda keltirilgan.

Eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi, % va chok metallining hamda eritib qoplangan metallning mexanik xossalari

Elektrod turlari	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Nb	S	P	σ_r , MPa	δ_s , %	KCV J/sm ²
	Ko'pi bilan					Kamida							
Э-09М	0,06-0,12	0,15-0,35	0,4-0,9	-	-	0,35-0,65	-	-	0,030	0,030	441	18	98
Э-09МХ	0,06-0,12	0,15-0,35	0,4-0,9	0,35-0,65	-	0,35-0,65	-	-	0,025	0,035	451	18	88

Э-09X1M	0,06- 0,12	0,15- 0,40	0,5- 0,9	0,8- 1,2	-	0,4- 0,7	-	-	0,025	0,035	470	18	88
Э-05X2M	0,03- 0,08	0,15- 0,45	0,5- 1,0	1,7- 2,20	-	0,4- 0,7	-	-	0,020	0,030	470	18	88
Э-09X2M1	0,06- 0,12	0,15- 0,45	0,5- 1,0	1,9- 2,5	-	0,8- 1,1	-	-	0,025	0,035	490	16	78
Э-09X1MΦ	0,06- 0,12	0,15- 0,40	0,5- 0,9	0,8- 1,25	-	0,4- 0,7	0,1- 0,3	-	0,025	0,030	490	16	78
Э-10X1M1H ΦБ	0,07- 0,12	0,15- 0,40	0,6- 0,9	1,0- 1,4	1,0- 1,4	0,7- 1,0	0,15- 0,35	0,07- 0,20	0,025	0,030	490	15	69
Э10X3M1Б Φ	0,07- 0,12	0,15- 0,45	0,5- 0,9	2,4- 3,0	-	0,7- 1,0	0,25- 0,5	0,35- 0,60	0,025	0,030	539	14	59
Э-10X5MΦ	0,07- 0,13	0,15- 0,45	0,5- 0,9	4,0- 5,5	-	0,35- 0,65	0,1- 0,35	-	0,025	0,035	539	14	59

Izoh: Jadvalda keltirilgan mexanik xossalar standartda belgilab qo'yilgan rejimlarda termik ishlov berilgandan keyingi chok metalli uchun belgilangan.

4.3. Alohida xossali yuqori darajada legirlangan po'latlarni payvandlash uchun qoplamali elektrod turlari

Martensit, martensit-ferrit, ferrit, austenit-ferrit va austenit klasslaridagi yuqori darajada legirlangan korroziyabardosh, o'tga chidamli va olovbardosh po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan elektrodlar ГОСТ 10052-75 ga ko'ra 49 ta asosiy turlarga ajratiladi.

Elektrod turlari, me'yoriy haroratda eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi va chok metalli hamda eritib qoplangan metallning mexanik xossalari 4.5-jadvalda ko'rsatilgandek bo'lmog'i lozim. Eritib qoplangan metallda ferritli fazaning miqdori 4.6-jadvalda keltirilgandek bo'lishi zarur.

Eritib qoplangan metallni kristallitlararo korroziyaga sinash ishlari ГОСТ 6032-89 ga muvofiq amalga oshirilmog'i darkor.

4.5-jadval

Eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi va chok metalli hamda eritib qoplangan metallning mexanik xossalari

Elektrod turlari	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	V	Boshqa elementlar	S	P	σ_t , MPa	δ_5 , %	KCV J/sm ²
										Ko'pi bilan		Kamida		
Э-12X13	0,08-0,16	0,3-1,0	0,5-1,5	11,0-14,0	≤0,6	-	-	-	-	0,030	0,035	588	16	49

Э-06X13H	≤0,0 8	≤0,4	0,2- 0,6	11,50 - 14,50	1,0- 1,5	-	-	-	-	0,030	0,035	637	14	49
Э-10X17T	≤0,1 4	≤1,0	≤1,2	15,00 - 18,00	≤0,6	-	-	-	0,05- 0,2Ti	0,030	0,040	637	-	-
Э-12X11HM Φ	0,09- 0,15	0,3- 0,7	0,5- 1,1	10,0- 12,0	0,6- 0,9	0,6- 0,9	-	0,2- 0,4	-	0,030	0,035	686	15	49
Э-12X11HB MΦ	0,09- 0,15	0,3- 0,7	0,5- 1,10	10,0- 12,0	0,6- 0,9	0,6- 0,9	-	0,2- 0,4	0,8- 1,3W	0,030	0,035	735	14	49
Э-14X11HB MΦ	0,11- 0,16	≤0,5 0	0,3- 0,8	10,0- 12,0	0,8- 1,1	0,9- 1,25	-	0,2- 0,4	0,9-1,4	0,030	0,035	735	12	39
Э-10X16H4Б	0,05- 0,13	≤0,7	≤0,8	14,0- 17,0	3,0- 4,5	-	0,02- 0,12	-	-	0,030	0,035	980	8	39
Э-08X24H6T AΦM	≤0,1 0	≤0,7	≤1,2	22,0- 26,0	5,0- 6,5	0,05- 0,1	-	0,05 0,15	0,02- 0,08 Ti	0,020	0,035	686	15	49
Э-04X20H9	≤0,0 6	0,3- 1,2	1,0- 2,0	18,00 - 22,50	7,5- 10,0	-	-	-	-	0,018	0,030	539	30	98
Э-07X20H9	≤0,0 9	0,3- 1,2	1,0- 2,0	18,0- 21,5	7,5- 10,0	-	-	-	-	0,020	0,030	539	30	98
Э-02X21H10 Г2	≤0,0 3	≤1,1	1,0- 2,5	18,0- 24,0	9,0- 11,5	-	-	-	-	0,020	0,025	539	30	98
Э-06X22H9	≤0,0 8	0,2- 0,7	1,2- 2,0	20,5- 23,5	7,5- 9,6	-	-	-	-	0,020	0,030	637	20	-
Э-08X16H8M 2	0,05- 0,12	≤0,6 0	1,0- 2,0	14,6- 17,5	7,2- 9,0	1,4- 2,0	-	-	-	0,020	0,030	539	30	98
Э-08X17H8M 2	0,05- 0,12	≤1,0 0	0,8- 2,0	15,5- 19,5	7,2- 10,0	1,2- 3,0	-	-	-	0,020	0,030	490	30	98
Э-06X19H11 Г2M2 va boshqalar (jami 49 ta)	≤0,0 8	≤0,8 0	1,2- 2,5	16,5- 20,0	9,0- 12,0	1,8- 3,2	-	-	-	0,020	0,025	539	25	98

4.6-jadva

Eritib qoplangan metallda ferritli fazaning miqdori

Elektrod turlari	Ferritli fazaning miqdori, %
Э-02X20H14Г2M2, Э-02X19H9Б	0,5 - 4,0
Э-08X16H8M2	2,0 - 4,0
Э-06X19H11Г2M2, Э-08X19H10Г2Б	2,0 - 5,5
Э-09X19H11Г3M2Φ	

Э-07Х20Н9, Э-08Х19Н10Г2МБ	2,0 - 8,0
Э-07Х19Н11М3Г2Ф, Э-08Х17Н8М2	
Э-08Х20Н9Г2Б	
Э-09Х19Н10Г2М2Б, Э-08Х19Н9Ф2Г2СМ	2,0 - 8,0
Э-09Х16Н8Г3М3Ф, Э-10Х25Н13Г2	
Э-12Х24Н14С2, Э-10Х25Н13Г2Б	2,0 - 10,0
Э-04Х20Н9, Э-02Х21Н10Г2	4,0 - 10,0
Э-08Х19Н9ФС2	5,0 - 15,0
Э-06Х22Н9, Э-10Х28Н12Г2	10,0 - 20,0

4.4. Alohida xossalı sirtqi qatlamlarnı eritib qoplash uchun qoplamali elektrod turlari

Alohida xossalı sirtqi qatlamlarnı eritib qoplashga mo'ljallangan qoplamali elektrodlar ГОСТ 10051-75 ga ko'ra 44 turga ajratiladi. Bunda standartda rangli metallardan qatlamlar eritib qoplash uchun elektrod turlari nazarda tutilmagan.

Elektrod turlari, eritib qoplangan kimyoviy tarkibi va me'yoriy haroratdagi qattiqligi 4.7-jadvalda ko'rsatilgandek bo'lishi kerak.

ГОСТ 9446-75 ga ko'ra elektrodلarning shartli belgilari. Bunda eritib qoplangan metallni tavsiflovchi indekslar guruhi ikkita indeksdan iborat bo'lmog'i lozim. Birinchi indeks eritib qoplangan metallning o'rtacha qattiqligini ko'rsatadi (4.8-jadval). Ikkinchi indeks eritib qoplangan metallning qattiqligi eritib qoplashdan keyin termik ishlov berilmasdan – 1 yoki termik ishlov berilgandan so'ng – 2 ta'tminlanishini anglatadi. Quyidagi elektrodلar belgilarida eritib qoplangan metallning tavsiflarini ko'rsatuvchi indekslar guruhini tashkil etishga misol keltirilgan.

03Н-300У yoki Э-11Г3 markali, eritib qoplangan metallning o'rtacha qattiqligi HB-300 (HRC₃₃; HV=300) bo'lishini eritib qoplashdan so'ng termik ishlov berilmasdan ta'tminlovchi elektrod: 300/33-1.

ГОСТ 100-75 da ma'lumot beruvchi ilova berilgan bo'lib, unda eritib qoplash elektrodلarining eng keng tarqalgan markalari hamda ular ishlatiladigan asosiy sohalar ko'rsatilgan (4.9-jadval).

**Eritib qoplangan metallning kimyoviy tarkibi, % va termik ishlov
berilmagandagi qattiqligi**

Elektrod turlari	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	Ti	Bosh- qa ele- men- lar	S	P	Qattiqligi, HRC	
											Ko'pi bilan		t.i.- siz	t.i. dan keyin
Э-10Г2	0,08- 0,12	≤0,15	2,0- 3,3	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,040	22,0- 30,0	-
Э-11Г3	0,08- 0,13	≤0,15	2,8- 4,03	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,040	29,5- 37,5	-
Э-12Г4	0,09- 0,14	≤0,15	3,6- 4,5	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,040	36,5- 42,0	-
Э-15Г5	0,12- 0,18	≤0,15	4,1- 5,2	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,040	41,5- 45,5	-
Э- 16Г2ХМ	0,12- 0,20	0,8- 1,3	1,2- 2,0	0,9- 1,3	-	0,7- 0,9	-	-	-	-	0,030	0,035	36,5- 41,0	-
Э- 30Г2ХМ	0,22- 0,38	≤0,15	1,5- 2,0	0,5- 1,0	-	0,3- 0,7	-	-	-	-	0,030	0,040	32,5- 42,5	-
Э-35Г6	0,25- 0,45	≤0,6	5,5- 6,5	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,040	51,0- 58,5	-
Э- 37Х9С2	0,25- 0,50	1,4- 2,8	0,4- 1,0	8,0- 11,0	-	-	-	-	-	-	0,030	0,035	53,0- 59,0	-
Э- 70Х3С MT	0,50- 0,90	0,8- 1,2	0,4- 1,0	2,3- 3,2	-	0,3- 0,7	-	-	≤0,3	-	0,030	0,035	-	53,0- 61,0
Э- 80Х4С	0,70- 0,90	1,0- 1,5	0,5- 1,0	3,5- 4,2	-	-	-	-	-	-	0,030	0,035	57,0- 63,0	-
Э- 95Х7Г5 С	0,80- 1,10	1,2- 1,8	4,0- 5,0	6,0- 8,0	-	-	-	-	-	-	0,030	0,040	27,0- 34,0	-
Э- 65Х11Н 3	0,50- 0,80	≤0,3	≤0,7	10,0- 12,0	2,5- 3,5	-	-	-	-	-	0,030	0,035	27,0- 35,0	-
Э-24Х12	0,18- 0,30	≤0,3	0,4- 1,0	10,5- 13,0	-	-	-	-	-	-	0,030	0,035	41,5- 49,5	-
Э-20Х13	0,15- 0,25	≤0,7	≤0,8	12,0- 14,0	≤0,6	-	-	-	-	-	0,030	0,035	-	34,5- 49,5
Э- 35Х12Г 2С2 va boshqa- lar (jami 44 ta)	0,25- 0,45	1,5- 2,5	1,6- 2,4	10,5- 13,5	-	-	-	-	-	-	0,030	0,035	-	55,0- 63,0

Eritib qoplangan metallning qattiqligi

HV	HRC ₃	Indeks [*]	HV	HRC ₃	Indeks [*]
175-224	23,0 gacha	200/20	675-724	59,0	700/59
225-274	24,0-30,0	250/27	725-774	60,0-61,0	750/61
275-324	30,5-37,0	300/33	775-824	62,0	800/62
325-374	37,5-40,0	350/39	825-874	63,0-64,0	850/64
375-424	40,5-44,5	400/42	875-924	65,0	900/65
425-474	45,5-48,5	450/47	925-974	66,0	950/66
475-524	49,0	500/49	975-1024	66,6-68,0	1000/68
525-574	50,0-52,5	550/51	1025-1074	69,0	1050/69
575-624	53,0-55,5	600/54	1175-1124	70,0	1100/70
625-674	56,0-58,5	650/57	1125-1174	71,0-72,0	1150/72

* Qiya chiziqdan chap tomonda eritib qoplangan metallning Vikers bo'yicha, o'ng tomonda esa Rokvell bo'yicha qattiqligi ko'rsatilgan

ГОСТ 10051-75 da ma'lumot beruvchi ilova bo'lib, unda eritib qoplash elektrodlarining eng keng tarqalgan markalari va ular qo'llaniladigan asosiy sohalar keltirilgan.

Eritib qoplash elektrodleri

Elektrod turlari	Elektrod markalari	Eritib qoplash
Э-10Г2	ОЗН-250У	Jadal zarbiy yuklanishlar sharoitida ishlaydigan detallar (o'qlar, vallar, avtotirkagichlar, temir yo'l krestovinalari, relslar va b.) ga
Э-11Г3	ОЗН-300У	
Э-12Г4	ОЗН-350У	
Э-15Г5	ОЗН-400У	
Э-30Г2ХМ	НР-70	
Э-16Г2ХМ	ОЗШ-1	Issiq holatda ishlaydigan shtamplarga
Э-35Г6	ЦН-4	
Э-30В8Х3	ЦШ-1	
Э-35Х12В3СФ	Ш-16	
Э-90Х4М4ВФ	ОЗН-3	
Э-37Х9С2	ОЗШ-3	Sovuqlayin shtamplash shtamplariga
Э-70Х3СМТ	ЭН-60М	
Э-24Х12	ЦН-5	
Э-20Х13	48Ж-1	
Э-35Х12Г2С2	НЖ-3	
Э-100Х12М	ЭН-Х12М	
Э-120Х12Г2СФ	Ш-1	
Э-10М9Н8К8Х2СФ	ОЗШ-4	
Э-65Х11Н3	ОМГ-Н	
Э-65Х25Г13Н3	ЦНИЙН-4	
va boshqalar (jami 44 ta)		110Г13 va 110Г13L markadagi ko'p marganetsli po'latlardan tayyorlangan yeyilgan detallarga

4.5. Cho'yan va rangli metallarni payvandlash uchun qoplamali elektrodlar

Cho'yan va rangli metallar (alyuminiy, mis va ularning qotishmalari) ni yoy yordamida qo'lda payvandlashga mo'ljallangan qoplamali elektrodلarga qo'yiladigan talablar davlat standartlarida belgilab qo'yilmagan va bunday elektrodلar muayyan markalardagi elektrodلarga oid standartلar yoki texnik shartلarga muvofiq tayyorlanadi.

Cho'yanni payvandlash uchun ko'pincha OMЧ-1, BЧ-3, MHЧ-1, MHЧ-2, ЛЧ-3A va ЛЧ-4 markali elektrodlardan foydalaniladi.

Alyuminiyni va uning qotishmalarini payvandlash uchun O3A-1, O3A-2 va A2 markali elektrodلar keng ko'lamda ishlatiladi.

Misni hamda uning qotishmalarini payvandlash uchun "Комсомолец-100", MH-5 va O3Б-1 markali elektrodلar eng ko'p qo'llaniladi.

4.6. Elektrod qoplamalarining komponentlari haqida asosiy ma'lumotlar

Yoy yordamida payvandlash va eritib qoplash uchun mo'ljallangan hozirgi elektrodلarga bir qancha talablar qo'yiladi, xususan, birinchi navbatda asosiy metall va payvand chokلarning foydalanish tavsiflari bir xil bo'lishi kerak; berilgan muayyan sharoitda payvandlash yoki eritib qoplashda elektrodلarning qo'llanilishi texnologiyabop bo'lmog'i lozim.

Po'latlar, qotishmalar va rangli metallar markalari soni juda ko'pligini hamda tobora oshib borayotganini va payvand konstruksiyalarning ishlash sharoiti juda xilma-xilligini hisobga olinadigan bo'lsa, elektrodلarning uzluksiz kengayib boradigan nomenklaturasi mavjud bo'lgandagina, talablarni yetarlicha to'liq qanoatlantirish mumkin bo'ladi. Eng maqbul tarkibli sterjen metallini tanlash, elektrod qoplamalarining eng munosib kompozitsiyalari va miqdorini izlash ko'pincha metallurgik hamda texnologik vazifalarni bajaruvchi yangi materiallardan foydalanish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Bitta elektrodagi qoplamaning har xil komponentlari bajaradigan vazifalarni oqilona uyg'unlashtirishgina chok metallini ham, elektrodلarning o'zlarining ham berilgan xossalarini ta'minlash imkonini beradi. Qoplamadagi vazifalarga ko'ra, materiallar shlak hosil qiluvchi, gaz hosil qiluvchi, legirlovchi materialلarga, kisloroddan tozalovchilarga, yoy stabilizatorlariga, plastifikator va bog'lovchilarga ajratiladi. Ko'pincha birgina o'sha komponentلarning

o'zi bir necha vazifani bajaradi. Shu bois, ularning vazifasiga qarab bo'linishi shartlidir.

Elektrod qoplamalari sifatida turli materiallar, minerallar, rudalar va konsentratlar, ferroqotishmalar hamda ligoturlar, sof metallar, ximikatlilar, silikatlar va hokazolarning kukunlari qo'llaniladi. Elektrod qoplamalarining asosiy komponentlari (eriydigan silikatlardan tashqari) haqidagi ma'lumotlar 4.10-jadvalda keltirilgan.

Bir qancha materiallar nomida elektrod ishlab chiqarish uchun ularning vazifasi ko'rsatilgan. Bu ko'pincha payvand choklar metalli uchun toza materiallar aralashmasidan foydalanish zarurligi bilan bog'liq. Bunga ba'zan qazib olish joyining o'zida maxsus ishlov berish orqali erishiladi. Elektrodning payvandlash-texnologik xossalariga materialning mineralogik kelib chiqishi katta ta'sir ko'rsatishi mumkinligi inobatga olinmog'i lozim. Shu sababli, u yoki bu materialni amalda ko'p uchrovchi teng bo'la oladigan (ekvivalent) material bilan almashtirish masalasiga juda ehtiyotkorlik bilan yondashilmog'i kerak.

4.10-jadval

Elektrod qoplamalarining asosiy komponentlari

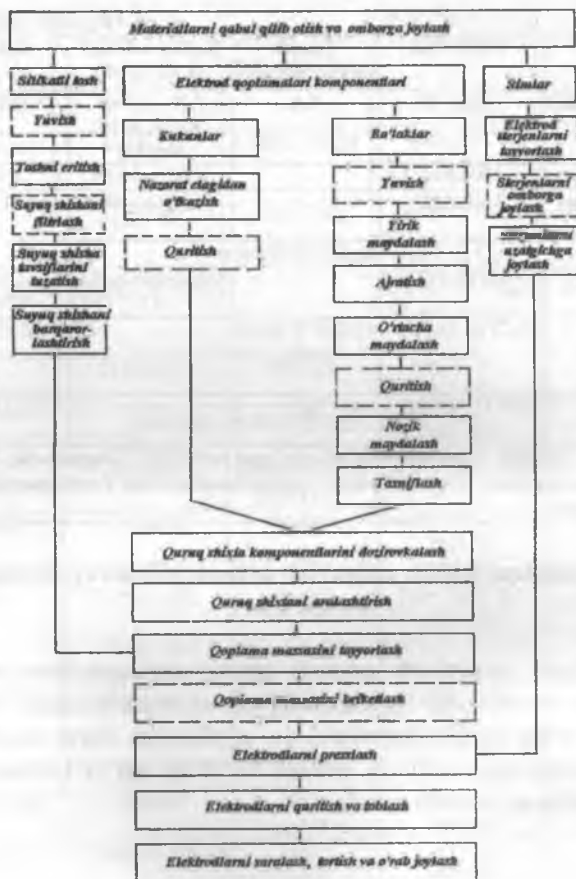
Komponentning nomi	Yetkazib berishga oid ГОСТ (TII)	Asosiy markalari, klasslari	Asosiy tashkil etuvchilari, %	Qoplamadagi asosiy vazifalari	To'kma og'irligi, g/sm ³
Noruda materiallar					
Kristall grafit	5279-74	ГЛ-1, ГЛ-2, ГЛ-3	-	Л, С	1,1
Giltuproq	6912-87	Г-0, Г-00	Al ₂ O ₃ >98	III	1,3
Dolomit	OCT 1484-82	ДСМ1, ДСМ-2	CaO<33; Mg>19	III, Г	1,7
Kaolin	19608-84	-	Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·2H ₂ O	III, П	1,7
Payvandlash materiallari uchun kvarzli qum	4417-75	-	SiO ₂ >97	III	1,25
Magnezit	TII 14-8-64-73	CM-1, CM-2	MgO>45; SiO ₂ <1,2	III, Г	1,25
Elektrod qoplamalari uchun bo'r	4415-75	-	CaCO ₃ >96	III, Г, С	1,2-2,5
Payvandlash materiallari uchun marmar	4416-73	M97П, M-97Б	CaCO ₃ >97	III, Г, С	1,5
Rudalar va konsentratlar					
Gematit (marten temir rudasi)	TII-14-9-359-89	21-klass	Fe>60(Fe ₂ O ₃)>92	III, С	3,0
Ilmen konsentrati	TII-48-4-267-73	-	TiO ₂ >62; Al ₂ O ₃	III, С	2,4
Elektrod qoplamalari uchun marganets konsentrati	4418-75	-	Mn>45; SiO ₂ <10	III, С	1,5-2,5

Rutil konsentrati	22938-78	-	$\text{TiO}_2 \geq 94\text{Fe}_2\text{O}_3 < 3$	Ш	3,0
Payvandlash materialari uchun plavikshpati konsentrati	4421-73	ФФС-95, ФФС-97А, ФКС-95Б	$\text{CaF}_2 \geq 92$; $\text{SiO}_2 \leq 3$	Ш, Г	1,6
Elektrod qoplamalari uchun dala shpati	4422-73	ПШК, ПШМ	$\text{SiO}_2 \leq 70$; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} \geq 12$	Ш, С	1,4
Elektrodbob maydalangan muskli slyuda	14327-82	СМЭ-315В, СМЭ-315	SiO_2 44-50; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 32-40; $\text{K}_2\text{O} > 8$	Ш, С, П	0,7
Slyuda konsentrati	ТШ48-4-171-75	-	SiO_2 44-50; Al_2O_3 30-40; $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 4$; $\text{K}_2\text{O} > 8$	Ш, С, П	0,7
Tuyilgan talk	21234-75	ТМК-28	$\text{MgO} > 28$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 5$	Ш, П	0,9
Metallar, ferroqotishmalar, qotishmalar					
Ferrobob	14848-69	ФБ-17	$\text{B} > 17$; $\text{Si} < 3$; $\text{Al} < 5$	Л	-
Ferrovaniy	27130-86	ФВ40УО.75, ФВ40УО.5	$\text{V} 35-48$; Mn , $\text{Si} < 2$	Л	3,9
Ferromarganets	4755-80Е	ФМн88	$\text{Mn} 85-95$; $\text{C} \leq 1.5$; $\text{P} < 0.30$	Р, Л	3,8
Ferromolibden	4759-79	ФМо60, ФМо58	$\text{Mo} > 60$	Л	4,2
Feroniobiy	16773-85Е	Фн660	$\text{Nb} + \text{Ta} 55-70$; $\text{A} < 16$; $\text{Ti} < 3$	Л, Р	4,0
Ferrosilitiy	1415-78Е ТШ14.5.84-77	ФС15гс ФС45	$\text{Si} 41-47$; $\text{Si} 14-16$; $\text{C} < 0.24$	Р, Л	2,8
Ferrotitan	4761-80	ФТн25А,	$\text{Ti} \geq 30$; $\text{A} \leq 18$; $\text{Si} < 5$;	Р	-
		ФТн30А	$\text{Ti} > 25$; $\text{A} < 18$; $\text{Si} < 5$		
Ferroxrom	4757-89	ФХ800А	$\text{Cr} > 65$; $\text{C} < 8$	Р, Л	4,0
Metall manganetsi	6008-82	Мр0,	$\text{Mn} > 99.7$;	Л, Р	1,7-2,5
		Мр1	$\text{Mn} \geq 96.5$		
Volfram kukuni	ТШ48-19-101-84	ПВО,	$\text{W} > 99.4$	Л	-
		ПВ3К	$\text{W} > 99.6$		
Temir kukuni	9849-86	ПЖВ1.160.26, ПЖВ2.160.26, ПЖВ3.160.26	$\text{Fe} \geq 98.8$; $\text{Fe} \geq 98.5$	С, mehnat unumdorligini oshirish	1,9-3,0
Purkalgan temir kukuni	ТШ14-1-3882-85	ПЖР2.200, ПЖР3.200, ПЖР4.200	$\text{Fe} \geq 98.5$	С	1,9-3,0
Mis kukuni	496С-75	ПМС-1, ПМС-А	$\text{Cu} > 99.5$	Л	-
Molibden kukuni	ТШ48-19-316-80	-	$\text{Mo} > 99.5$	Л	3,6
Nikel kukuni	9722-79	ПНК-ОТ2	$\text{Ni} > 99.9$	Л	3,2
Titan kukuni	ТШ14-1-3086-80	HTC	$\text{Ti} \geq 98.98$	Р	-
Metall xrom	5905-79	Х98,5	$\text{Cr} > 98.5$	Л	3,4
Ximikatlar					
Nopigment titan ikki oksidi	ТШ301-10-012-89	ТСМ	$\text{TiO}_2 \geq 98.00$	Ш	2,9
Texnik kaliy dixromat	2652-78Е	-	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \geq 99.7$	Ш	1,6

Kaliy karbonat (potash)	10690-73E	Texnik yarimo'tkazgich	$K_2CO_3 \cdot 1.5 H_2O$ ($K_2CO_3 \geq 98$)	C, П	1,1
Sun'iy texnik kriolit	10561-80	KA	AlF_3 ; n-NaF ($F \geq 54$; Al18; Na>23)	Ш	1,8
Kaliyli texnik silitra	5100-85E	-	$KNO_3 \geq 99.85$	C	1,1
Kalsinatsiyalangan texnik soda	5100-85E	-	$Na_2CO_3 \geq 99.2$	П	0,8
Boshqa materiallar					
Xrizotilli asbest	12871-83E	-	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	Ш	0,45
Texnik karboksimetil sellyuloza (kms)	OCT05-386-80	85/500"0", 85/C "0"	-	П, Св	0,6
Elektrodbob sellyuloza	ТШ13-7308-001-393-83	ЭЦ	-	Г, П	0,35
Shartli belgilar: Ш-shlak hosil qiluvchi; Г-gaz hosil qiluvchi; Л-legirlovchi; P-kisloroddan tozalovchi (раскислитель); П-plastifikator; C-barqarorlashtiruvchi (стабилизатор); Св-bog'lovchi (связующий).					

4.7. Elektrodlarni ishlab chiqarish texnologik jarayonining asosiy bosqichlari

Elektrodlarni tayyorlash jarayoni simni, qoplama komponentlarini, komponentlar va surkash massasining quruq aralashmasini tayyorlash, uni sterjen ustiga surkab ko'rilishi va qoplamaga zurur mustahkamlik berish maqsadida elektrodlarni toblash bo'yicha qat'iy ketma-ketlikdagi bir qator amallarni nazarda tutadi.



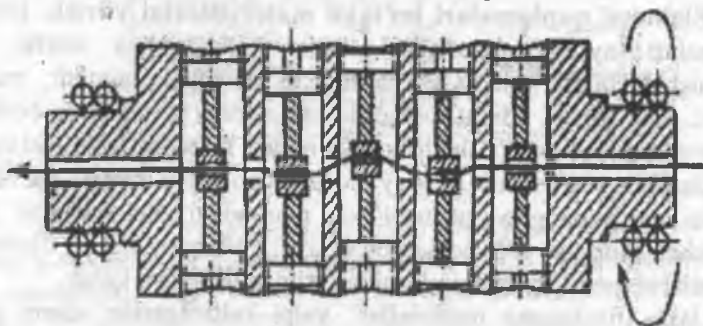
4.1-rasm. Elektrodlarni tayyorlashning asosiy sxemasi.

4.7.1. Payvand simini qayta ishlash

Elektrodlar uchun sim maxsus dastgohlar yordamida dastlab to'g'rilanadi, talab etilgan uzunlikdagi sterjenlarga qirqib ajratiladi va kuyindi, zang, moy va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalanadi.

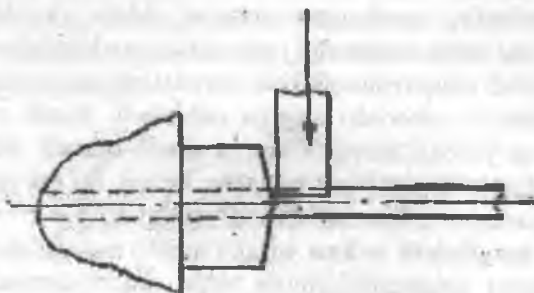
To'g'rilovchi kesuvchi dastgohlar buxtalarda yetkazib beriladigan simlarni to'g'rilashni va uni elektrodlar uchun o'lchov sterjenlariga qir-qishni amalga oshiradi, bunda elektrodlarning uzunligi simlarni tarkibi (uning solishtirma elektr qarshiligi) va diametri bilan belgilanadi.

Barcha hollarda to'g'rilash moslamasiga ega bo'lgan tez aylanuvchi barabanda amalga oshiriladi. Motoviladan ajratib olinadigan sim barabanga tortiladi, u yerda 3560 – 8000 ayl/min tezlikda aylanuvchi to'g'ri suxarlar orasidan o'tib, qoldiqli plastik deformatsiya bilan ko'p karra bukiladi va barabandan to'g'rilangan holda chiqadi.



4.2-rasm. *Elektrod simini to'g'rilash sxemasi.*

Simni qirqish bu jarayonda simni tortish tezligida siljuvchi va keyin dastlabki vaziyatiga qaytuvchi gilotina yordamida gilotinali keskichli stanokda amalga oshiriladi.



4.3-rasm. *Elektrod simini gilotina pichoqlari bilan bo'lish sxemasi.*

Sterjenlar sirtini grafitli moylash izlaridan, zangdan va boshqa ifloslanishlardan tozalash kislota bilan yedirish yoki quruq usulda amalga oshiriladi. Qumli va yog'och qipikli aylanuvchi barabanlarda tozalash eng ko'p tarqalgan. 15 – 25 daqiqalik tozalash siklida bunday baraban-

larning unumdorligi 300 kg/soatni tashkil etadi. Bunday usulni kamchiligi sterjenlarning qiyshayib qolishi mumkinligidir.

4.7.2. Elektrod qoplamalari materiallarini qayta ishlash

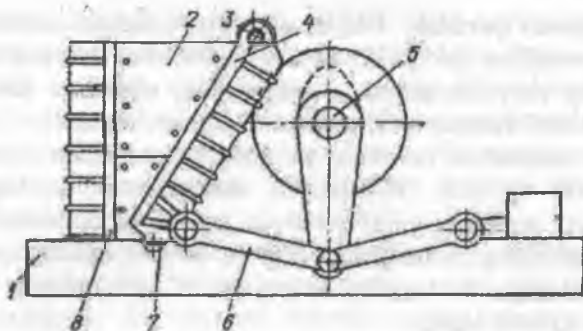
1. Elektrod qoplamalari bo'lakli materiallarini yuvish. Elektrod qoplamalari ayrim materiallari ishlab chiqarishga ancha katta ifloslanishlar bilan qoladi. Bu birlamchi navbatta, gematit, marmar, dolomit, dala shpati, silikat toshi, plavikli shpat (bo'lakli) va boshqalar kabi o'nlab keladigan bo'lakli kon va nokon materiallariga taalluqlidir. Iflosliklarning xususiyati qanday bo'lishidan qat'i nazar ular barcha vazifada mo'ljallangan va turli xil markadagi elektrodلarni ishlab chiqarishda mutlaqo yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun ifloslangan materialلarni qayta ishlashni ularni yuvishdan boshlash kerak.

Bo'lakli ifloslangan materiallar yalpi keltirilganda, ularni yuvish mexanizatsiyalashgan bo'lishi kerak.

2. Materialلarni maydalash. Elektrod qoplamalarini tayyorlashda foydalaniladigan materialلarga talab etiladigan donadorlikdagi materialni ajratib olish uchun keyingi tafsiflash bilan yirik maydalash, o'rtacha maydalash va juda mayda qilib maydalash operatsiyalari zarurdir.

Ifloslangan bo'lakli materialni (marmar, dala shpati va boshqalarni) yirik va o'rtacha maydalashni bevosita yuvishdan avval amalga oshirish maqsadga muvofiqdir, namlangan material jiddiy ravishda kamroq "changlanadi". Bu holda materialni juda nozik maydalashdan oldin quritiladi. Ayrim ishlab chiqarishlarda yirik maydalash jarayonida materialni dumalatish (tushirib yuborish) amalga oshiriladi, bunda mayda qilib maydalash uchun yaroqli mayda fraksiya ajratib olinadi. Bu holda o'rtacha maydalashga nisbatan yirik bo'laklar keladi, bu esa ular o'lchamlarining ancha samarali qisqartirilishini ta'minlaydi.

Yirik qilib maydalash uchun yuzali (shekli) maydalagichlar qo'llaniladi, ular yuqori unumdorlik bilan birga yuqori darajadagi qisqartirishni 5 – 6 chegarasidagi qisqartirishni ta'minlaydi (qisqartirish darajasi – bu material bo'lagining maydalashgacha va undan keyingi material bo'lagi o'lchamlarining nisbatidir). Odatda ular nozik materialلarni 150 – 250 mm dan 10 – 30 mm gacha o'lchamdagi materialلarga samarali ravishda maydalaydi.

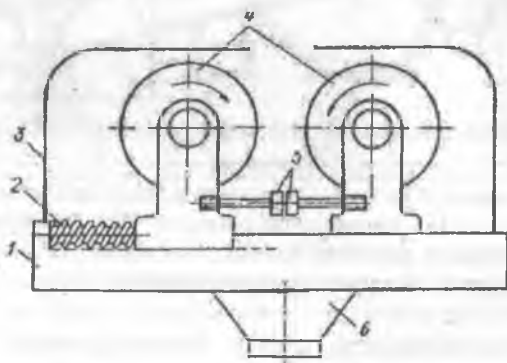


4.4-rasm. Yirik maydalash uchun (shekli) maydalagich:

1 – rom; 2 – bronza plita; 3 – harakatlanuvchi yuza o‘qi; 4 – harakatlanuvchi yuza;
5 – eksentrikli val; 6 – shatun; 7, 8 – almashinuvchi maydaluvchi plitalar.

Maydalash jarayoni – biri tebranma harakatlarni bajarib, yuzalarning davriy ravishda yaqinlashishini va uzoqlashishini ta’minlovchi, ikkinchisi esa harakatsiz bo‘lgan yuzalar (g‘adir-budur plitalar) orasidagi material bo‘laklarini ezib maydalashga keltiriladi.

O‘rtacha maydalash uchun silliq valli maydalovchi vallardan foydalaniladi. Maydalash oralig‘i belgilangan holda tartibga solinuvchi valar yordamida nozik materialni o‘tqazish orqali amalga oshiriladi. Bunday vallar orasiga uzatiladigan bo‘laklarni dastlabki o‘lchami ularning tuzilishi va elektrodvigatellarning quvvatiga bog‘liq holda 3 dan 50 mm gacha bo‘lishi mumkin.

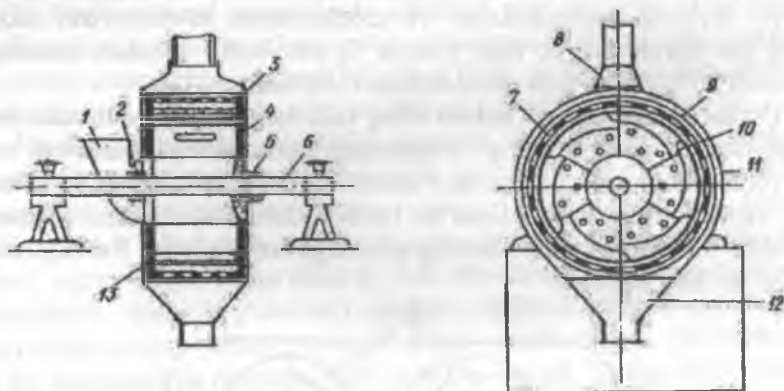


4.5-rasm. O‘rtacha maydalash uchun silliq valli maydalagich:

1 – rom; 2 – saqlagich prujina; 3 – saqlagich kojux; 4 – vallar; 5 – rezina buferlar;
6 – maydalanadigan mahsulotlarni to‘plagich.

Materiallarni quritish. Mayda qilib maydalashdan avval bir qator materiallar namlikni yo'qotish uchun quritishdan o'tkazilishi kerak. Nam material maydalanganda, u bujmayishi, tegirmon futerovkasiga yopishib qolishi, transport tizimlarida to'planishi mumkin. Namlangan materiallarni saralashda (elashda) va sinflarga ajratishda elakning to'rlarini to'ldirib qo'yadi. Namlangan materiallarni qo'llagan holda elektrodning presslanganligi qobiliyati ancha yomonlashadi. Quritish harorati materialning xususiyatiga bog'liq bo'ladi: masalan, marmarni uning dissotsiatsiya bo'lmasligi uchun 650°C dan yuqori bo'lmagan haroratlarda quritish lozim.

Mayda qilib maydalash. Mayda qilib maydalash qurilmalarida foydalaniladigan maydalovchi jismlarning turiga bog'liq holda sharli va sterjenli tegirmonlar farqlanadi. Sharli tegirmonlarda maydalovchi jism sifatida po'lat sharlar, sterjenli tegirmonlarda esa metall sterjenlar xizmat qiladi.



4.6-rasm. Mayda qilib maydalash uchun uzluksiz ishlaydigan sharli tegirmon.

- 1 – yuklash voronkasi; 2 va 5 – korpusni valga mahkamlash uchun gupchaglar;
 3 – devorlar; 4 va 13 – himoyalovchi plitalar; 6 – val; 7 – saqlagich elak;
 8 – ventilatsiya patruboki; 9 – elak; 10 – plitalar; 11 – kojux;
 12 – yuksizlantiruvchi voronka.

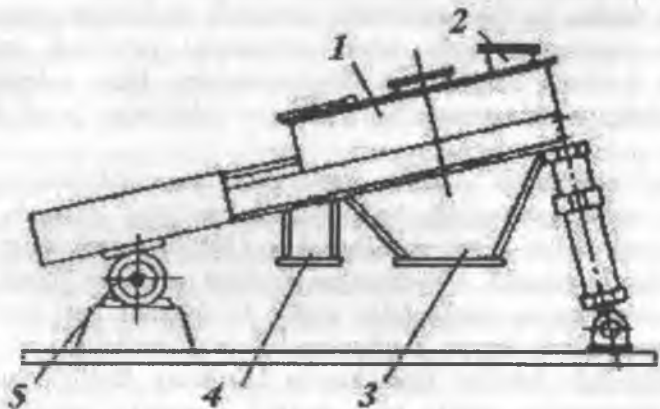
Ayrim ferroqotishmalarni, asosan ferromarganetsni mayda qilib maydalashda havoda muallaq bo'lgan mayda changning portlashidan ehtiyot bo'lish kerak. Buning uchun yuklanayotgan materialga, odatda inert materialning tayyor pudrasi qo'shiladi, u keyinchalik shixtov-

kalashda hisobga olinadi. Jumladan, УОНИ-13/45 turidagi qoplamalar uchun ferromarganetsni maydalashda unga eritiladigan shpat qo'shiladi.

Kukunlarni tasniflash, agar bu ularga daslabki ishlov berish shartlari uchun zarur bo'lsa, uni ishchi xonalarda chang tarqatmasdan amalga oshirish zarur bo'lgan operatsiya hisoblanadi. Bu operatsiya titratma elaklar bilan amalga oshiriladi. Maydalangan material to'r tortilgan titrovchi romga kelib tushadi.

Maydalangan materiallar tasnifi. Tasniflarning vazifasi materialni bo'laklarga ajratilgandan va maydalangandan so'ng yirikligiga ko'ra ajratish hisoblanadi. Bu vazifani bajarish uchun maydalagichlardan (bo'lakli materialni bo'lish uchun), mayda material uchun esa – turli tuzilishga ega elaklar yoki havo tasniflagichlari (separatorlari) qo'llaniladi.

Mexanik va vibratsion (titragichli) elaklar eng keng qo'llaniladi. Odatda elaklar yordamida saralashda ikki xil sinf olinadi – to'r usti sinfi, unda zarralarning o'lchami elak katagi o'lchamidan katta bo'ladi va to'r osti sinfi, unda zarralarning o'lchami elak katagi o'lchamidan kichik bo'ladi. Elakning unumdorligi to'rning tavsifi bilan belgilanadi. Odatda jezdan yoki zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan elaklar qo'llaniladi.



4.7-rasm. Titragich elak:

1 – to'rli quti; 2 – elakka materialni uzatuvchi quvur; 3 – yaroqli mahsulotning chiqishi; 4 – chiqitni chiqarish quvuri; 5 – elektromagnit uzatma.

Ayrim materiallarni qayta ishlashning xususiyatlari. Ayrim materiallarning, jumladan, metall marganets, kam uglerodli ferromarganets kabi materiallarning changsimon fraksiyalari havo qo'shib portlash xavfini yuzaga keltiruvchi aralashmalarni hosil qilish qobiliyatiga ega.

Bunday portlash-yong'in chiqish xavfi mavjud materiallar uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

- inert gazlar (ko'pincha azot) muhitida maydalash;
- inert qo'shimchalar bilan maydalash.

3. Kukun materiallarning faoliyatini pasaytirish usullari (passivlashtirish). Elektrodlar qoplamasi komponentlari sifatida qo'llaniladigan ko'pchilik materiallar ishqorli reaksiyaga ega bo'lgan suyuq shisha eritmalari bilan o'zaro ta'sirlashadi. Birinchi navbatda bu ayrim metallarga va ferroqotishmalarga tegishlidir. Ferrosilitsiy, kam uglerodli va o'rtacha uglerodli ferromarganets, metall marganets, mayda dispersli alyuminiy, kremniyli mis va boshqa shu kabi materiallar vodorodni ajratgan holda suyuq shisha bilan aks ta'sirlashadi. Sanab o'tilgan materiallarning faolligi ularning kimyoviy tarkibiga bog'liq. Masalan, ferrosilitsiyda Si miqdorining oshishiga ko'ra uning faolligi ortib boradi. Si miqdori 25 – 30% bo'lganda, u butunicha FeSi temir seletsidlari ko'rinishida bo'ladi. Shuning uchun bunday ferrosilitsiyning faolligi uncha katta emas. Si miqdori ortib borgan sari ferroqotishmaning faolligi uzluksiz ortadi va Si va miqdori 75% ga etganda (Φ C75 markasi) undan amalda foydalanib bo'lmaydi.

Suyuq shisha va faol materiallar o'rtasida kechadigan reaksiyalar natijasida moylovchi massa ishchi xossalarini yo'qotadi, sterjenga yuritilgan qoplama esa shishadi. Shu munosabat bilan qotishmaning mustahkamligi keskin pasayadi va standart talablariga javob bermay qoladi.

O'zaro ta'sirlashuv darajasi qo'llanilayotgan materialning faqat kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'lmaydi; u ko'proq darajada uning granulometrik tarkibi bilan, shuningdek, qo'llanilayotgan suyuq shisha moduli bilan belgilanadi. Maydalangan material qanchalik yupqa bo'lsa, u holda uning suyuq shisha bilan o'zaro ta'sirlashuv sirti shunchalik rivojlangan bo'ladi. Suyuq shishaning moduli qanchalik past bo'lsa, uning ishqorligi shuncha katta hamda kimyoviy faolligi yuqoriroq bo'ladi. Haroratning ortishi ham tegishli kimyoviy reaksiyalarning rivojlanishiga imkon beradi.

Kukunli materiallarga dastlabki ishlov berish orqali ularning suyuq shisha eritmalari bilan o'zaro ta'sirlashuvdagi faolligini pasaytirish mumkin. Ishlov berishning bunday usullariga quyidagilar kiradi:

- passivlashtirishning suvli usuli, bunda kukun shaklidagi materialga suv bilan kuchli oksidlovchilarning (KMnO_4 kaliy permanganat yoki $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ xrompik) suvdagi eritmasi bilan ishlov beriladi;

- oksidlovchi atmosferada (muhitda) kukunsimon materiallarni isitib passivlashtirish;
- maydalangan materiallarni undan foydalangunga qadar uzoq mudat tutib turish (havodagi kislorod bilan sekin passivlashtirish).

4.7.3. Silikat palaxsasini (katta bo'lagini) yaxshilab pishirish va suyuq shisha eritmalarini tayyorlash

1. Umumiy ma'lumotlar. Elektrodni ishlab chiqarishda eng muhim materiallardan biri suyuq shisha hisoblanadi. U bog'lovchi sifatida aksariyat ko'pchilik elektrodning zaruriy komponenti bo'lib xizmat qiladi. Suyuq shisha eritmaları silikat palaxsasi (katta bo'lagidan) tayyorlanadi. Silikat palaxsasi sodda, potash yoki natriy sulfati bilan kremnezyom qotishmasidan iborat bo'lib, u shisha pishiruvchi vannali pechlarda 1300 – 1500°C haroratda olinadi. SiO₂ kremnezyom sifatida odatda toza qumlardan, kamroq hollarda esa changsimon kvarsdan foydalaniladi.

Qo'llanilayotgan xomashyoga bog'liq holda natriyli, kaliyli, kaliyli-natriyli, natriyli-kaliyli palaxsa hosil qilish mumkin. Erigan massani quyib olish usuliga bog'liq holda silikat palaxsa yo yirik bo'laklar ko'rinishida (qo'yiluvchi transportyor qoliplariga aravachalarga quyish) yoki donador ko'rinishda hosil bo'ladi (erigan massaning pechdan suv havzasiga ingichka oqim ko'rinishida quyilishi).

Granulalangan silikat palaxsasi tez eruvchanlik xususiyatiga ega, chunki quyish jarayonida eritilgan massa gidrotatsiyaga uchraydi.

Silikat palaxsasining (bo'lagining) rangi dastlabki xomashyoda mavjud bo'lgan aralashmalar tarkibi va miqdori bilan belgilanadi. FeO temir oksidi unga ko'k-zangori rang beradi, Fe₂O₃ temir oksidi esa sariq-zangori rang beradi. Oltingugurtli birikmalar palaxsaga sariqroq rang bersa, yonilg'idagi uglerod zarralari jigarrang tusini beradi.

Aralashmalar silikat palaxsa xossalariga, ayniqsa, uning suvda eruvchanligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Palaxsada CaO, Fe₂O₃ va Al₂O₃ oksidlarining yig'indisi 1% dan oshmasligi kerak; ularning miqdori 5% dan oshganda palaxsa suvda umuman erimaydi.

Silikat palaxsasining xossalarini va suyuq shishaning xossalarini belgilovchi asosiy tavsifi $\mu = \text{SiO}_2 / \text{R}_2\text{O}$ – silikat moduli hisoblanadi. Modul umumiy ko'rinishda SiO₂ ning molekulari sonining R₂O ning molekulari soniga nisbatini ifoda etadi, bu yerda R – kaliy, natriy yoki ularning yig'indisi.

2. Silikat palaxsani eritish. Silikat palaxsa sovuq suvda amalda erimaydi. Suv harorati faqat 60 – 70°C ga yetganda sezilarli darajada eriy boshlaydi, haroratni yanada oshirilsa, palaxsaning erishi ortib borishi kuzatiladi.

Silikat palaxsani eritish – murakkab fizik-kimyoviy jarayondir. Palaxsaning suvda erishi uning sirtqi zarrachalarining ishqorlanishi bilan boshlanadi, bu jarayonni



tenglama bilan ifodalash mumkin.

Suyuq muhitning ishqoriyligi juda past ekanligi tufayli uning barqarorlashtiruvchi ta'siri pasayadi. Natijada eritmalar turli omillar ta'sirida yemirilishga moyil bo'lib qoladi. Bu eritmadan amorf kremnezyomning tushib qolishida va yelimlovchi xossalarning yo'qolishida namoyon bo'ladi. Shuning uchun elektronli ishlab chiqarish maqsadlari uchun moduli 2,7 dan 3,2 gacha bo'lgan silikat palaxsasidan foydalanishni tavsiya etish mumkin. Ko'rsatilgan oraliqdagi modulga ega palaxsa bo'lgandek, eritmalar yetarlicha yuqori yelimlovchi xossalarga ega bo'ladi va shu bilan birga yemirilishga moyilligi kamroq bo'ladi.

3. Silikat palaxsasini eritish uchun qurilma. Silikat palaxsa suvda avtoklavsiz – ochiq usulda (bunda bo'laklangan va oldindan kukun qilib maydalangan 0,5 – 0,6 mm li donalarga palaxsa eritilishi mumkin) va bosim ostida avtoklav usulida eritilishi mumkin.

Palaxsani bosim ostida eritish statsionar yoki aylanuvchi avtoklavlarda (silikatli barabanlarda) amalga oshirilishi mumkin.

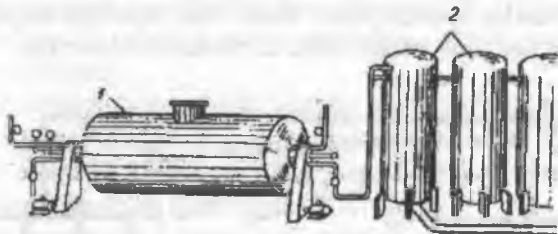
Palaxsaning erish jarayonini tezlashtirish uchun yumshatilgan ichimlik suvidan yoki oldindan permutit bilan ishlov berilgan suvdan foydalanish maqsadga muvofiq (bu suvning qattiqligini pasaytiradi va kalsiy, magniy va temirning suvdan erigan tuzlarini qasmoq ko'rinishida chokishiga olib keladi).

Silikat palaxsa qo'zg'almas avtoklavlarda turli xil texnologiya bo'yicha eritilishi mumkin:

- suv avtoklavi mavjud bo'lganda butun jarayon davomida ishchi hajmga bug' kiritish bilan;
- dastlabki gidrotatsiyani o'tkazish va keyin avtoklavni suv bilan to'ldirish uchun jarayon boshida qisman bug' kiritish bilan.

Qo'zg'almas avtoklavlarni bo'laklarining o'lchamlari 20 – 50 mm bo'lgan qoldiqdan yuvilgan palaxsa bilan to'ldirish (yuklash) lozim.

Maydasi miqdori ko'p bo'lgan kukunli palaxsa bilan yuklash uning bir yaxlit holda yopishib qolishiga va jarayon unumdorligining keskin tushib ketishiga sababchi bo'lishi mumkin. Me'yorida ishlaganda erimagan palaxsa qoldig'i yuklash massasining 10% idan ortiq bo'lmaydi.



4.8-rasm. Suyuq shisha ishlab chiqarish jarayoni:

1 – avtoklav; 2 – tindirgichlar.

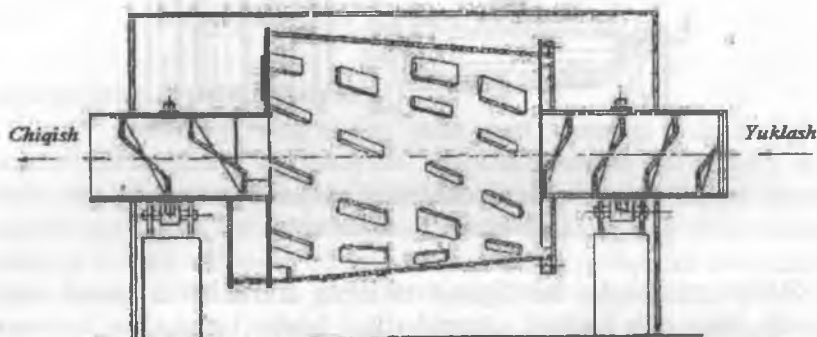
Silikon palaxsani aylanadigan avtoklavda eritish ishchi hajmga bug' kiritish bilan olib boriladi. Avtoklavdagi bosim tarmoqdagi bosimga teng bo'lmaguncha bug' kiritib turiladi, shundan so'ng bug' kiritish to'xtatiladi. Avtoklav bo'laklarining o'lchamlari 50 – 60 mm bo'lgan oldindan yuvilgan palaxsa bilan yuklanadi. Avtoklavga uning taxminan 50% hajmini to'ldiradigan miqdorda palaxsa yuklanadi. Aylanuvchi avtoklavlarda palaxsani erishi tezroq va to'liqroq ro'y beradi, bu palaxsani uni qaynatish jarayonida qisman maydalanib ketishi bilan izohlanib, bunda eritishda tushib turuvchi sirtlarning uzluksiz, ya'ni yonib turishi va o'sishi (ortib borishi yuz beradi), ish me'yorida tashkil etilganda erimagan qoldiqlar miqdori yuklash massasining 3% dan ortiq bo'lmasligi kerak.

4. Suyuq shishani ishlatishga tayyorlash. Yangi tayyorlangan suyuq shisha eritmalarining qo'llanilishi talab qilingan xossalarga ega bo'lgan moylovchi massalarni barqaror hosil qilishni ta'minlamaydi. Suyuq shisha bevosita qaynatilgandan so'ng, ayniqsa aylanuvchi avtoklavlarda, unda SiO_2 va boshqa oksidlarning mayda dispersli zarrachalaridan iborat juda ko'p miqdordagi zarralar mavjud bo'ladi.

Begona zarralar suyuq shishani xiralashtiradi, zichligining, qovushqoqligining va modulining haqiqiy qiymatlarini buzib ko'rsatadi. Bundan tashqari, ular shishaning tuzilishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, uni barqaror holatga kelishi uchun ma'lum vaqt talab etiladi. Shu sababli, suyuq shishalarning xossalari barqarorlashtirish uchun ularni ravshanlashtirish va ma'lum vaqt tutib turgandan keyingina qo'llash tavsiya etiladi.

4.7.4. Quruq shixtani tayyorlash

Elektrod qoplamalarining quruq shixtasini tayyorlashda elektrodnlarni ishlab chiqarish eng mas'uliyatli jarayonlardan biri hisoblanadi. Bu jarayonning barcha operatsiyalari faqat aniq bajarilgandagina, elektrod mahsulotining barqaror yuqori sifati ta'minlanishi mumkin.



4.9-rasm. Barabanli aralashtirgich.

Quruq shixtani tayyorlash o'z ichiga quyidagilarni qamrab oladi:

- aniq markadagi elektrodnlarning qoplamalari retsepturasiga muvofiq komponentlarning og'irlik bo'yicha dozalarga (qismlarga) ajratishni;
- muallaq komponentlarni ularning quruq shixtada massasiga ko'ra bir tekis taqsimlash maqsadida aralashtirishni;
- yirikliklar va begona kiritmalarning bo'lmasligiga kafolat beruvchi quruq shixtani nazoratli saralashni (elashni).

4.7.5. Qoplama massasini tayyorlash

Hozirgi vaqtda elektrodning aksariyat ko'pchilik miqdori presslash bilan tayyorlanadi, buni faqat elektrod sterjenlarga surtiladigan moylovchi massa ma'lum bir xossalarga ega bo'lgandagina amalga oshirish mumkin bo'lib, ularning asosiylari quyidagilar hisoblanadi:

- yetarlicha uzoq vaqt davomida hamda presslash (purchash) sikli mobaynida plastikligini saqlab qolish qobiliyati;

- elektrodni tashishga va ularni qoplamasiga shikast yetkazmasdan tozalashga imkon beruvchi qoplamaning yetarli darajada mustahkam bo'lishini taminlash qobiliyati;

- xom qoplamaning yumshab qolishiga, shishib ketishiga qarshi, shuningdek, qurutish xududlarida konveyer pechida isitishda transportyor zanjirlarida o'z og'irligi ostida yozilishiga qarshi mustahkamligini ta'minlash qobiliyati;

- quritish-o'tkazish jarayonida yoriqlar paydo bo'lishiga qarshi elektrod qoplamaning mustahkamligini ta'minlash qobiliyati;

- tayyor elektrod qoplamalarining yuqori darajada mustahkamligini va talab etilgan namligini ta'minlash qobiliyati.

Qoplama massasini tayyorlash quydagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

Aralashtirgichga to'kilgan quruq shixta 10 – 15 soniya tekislanadi. Quruq shixta ustiga uning massasining 95 – 97% miqdorida suyuq shisha quyiladi; quruq shixta suyuq shisha bilan aralashtiriladi; aralashtirish tugashidan 1 – 2 daqiqa avval suyuq shishaning oxirgi qismi (porsiyasi) (3 – 5%) kiritiladi.

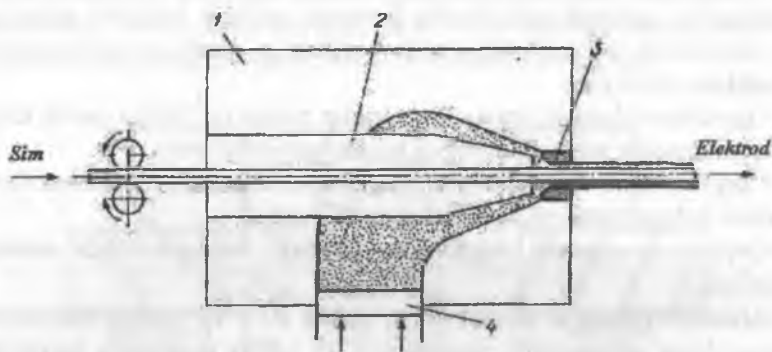
Suyuq shishani aralashtirgichga uncha katta bo'lmagan porsiyalarda to'kish kerak emas, bu suyuq shishaning oxirgi porsiyalari sirt bo'ylab ho'llangan, bir-biriga yopishib qolgan quyuq qoplama massadan qattiq bo'laklar hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Tayyor surkovchi massa qattiq siqilganda qo'lda yumaloqlanishi kerak, bu bo'lakni katta va ko'rsatkich barmoq o'rtasiga surilganda massa ning oqishi kuzatilishi lozim. Tayyor surkovchi massa mos idishga to'ki-ladi va keyingi operatsiyalarni bajarish uchun yo'naltiriladi. Briketlab tayyorlashga yoki briketsiz bevosita presslashga yo'naltiriladi.

4.7.6. Sterjenlarga qoplama qoplash

Hozirgi vaqtda qoplamalar sterjenlarga amalda faqat maxsus agregatlarda yuqori bosim ostida presslash usuli bilan qoplanadi. Qoplamagacha bo'lgan elektr agregatlar bunkerdan uzatish konveyeriga qoplash kallagiga donalab keladigan elektrod sterjenlarini pressga mexanizatsiyalashtirilgan holda uzatadi. Qoplama massasi porshen bosimi ostida kallakka press silindridan uzatiladi, qoplama massasi dastlab briketlar ko'rinishida press silindriga yuklanadi.

Qoplama kallagidan chiqishda elektrodlar qotishmadan tayyorlangan kalibrlovchi vtulka (filyera) bilan kalibrlanadi, uning ichki diametri tayyor elektrodning tashqi diametrini belgilaydi.



4.10-rasm. *O'zakka qoplama qoplovchi kallak sxemasi:*

1 – korpus; 2 – vtulka; 3 – filyera; 4 – press porsheni.

Elektrodlar qoplama qoplash kallagidan 150 – 800 dona/min tezlikda chiqib, nisbatan mustahkam qoplama ega bo'ladi. Ular qabul qilib uzatuvchi transportyorga kelib tushadi, bu transportyor elekprodlarni elektr qoplashgacha pressdan qabul qilib olish va ularni tozalash mashinasining transportyoriga uzatish uchun xizmat qiladi. Tozalash mashinasi elektrodning elektrod tutgichi ostidagi bir uchidan qoplamani olib tashlash va ikkinchi uchini tozalash uchun xizmat qiladi. Tozalash uzelidan so'ng, elektrodlar, odatda, darhol termioishlov berish uchun jo'natiladi.

4.7.7. Elektrodlarga termioishlov berish

Elektrodlarga termik ishlov berish, unda eritilgan metall va payvand birikmalarining berilgan kimyoviy tarkibini va xossalarini ta'minlashga imkon beruvchi chegaralarda namlikni saqlashda qoplama yetarlicha mexanik mustahkamlik berish maqsadida amalga oshiriladi. Odatda, bog'lovchi sifatidagi suyuq shisha eritmalarini qo'llanib tayyorlangan elektrodlarni tabiatining issiqlik rejimlarini, mexanik mustahkamlik bilan bir qatorda, qoplamaning namlikka bardoshligini ham (sellyulozali elektrodlardan tashqari) ta'minlaydi.

Termik ishlov berishning to'la sikli o'z ichiga dastlabki va yakuniy ko'rinishni, toblash va sovitishni oladi. Elektrodlar presslangandan so'ng bevosita qoplamaning namligi 9 – 12% ni tashkil etadi. Termik ishlov berilgandan so'ng namlikning ruxsat etilgan miqdori qoplamaning turiga bog'liq bo'ladi. Jumladan, asosiy qoplamaga ega elektrodlar qoplama massasining 0,2% dan ortiq bo'lmagan namlikka ega bo'lishi kerak. Bunda namlikni aniqlash qoplamaning asosini doimiy massasiga yetkazib, $400 \pm 10^\circ\text{C}$ haroratda amalga oshiriladi. Ravshanki, bunday namlikni ta'minlash uchun elektrodlar yuqori haroratda ($360 - 400^\circ\text{C}$) yetarlicha uzoq vaqt mobaynida toblanishi kerak.

Rutil va kislota qoplamali elektrodlar retsepturasida organik moddalar (sellyuloza, kraxmal va boshqalar) mavjud bo'lib, bu moddalar g'ovaklikka sezgirligini pasaytirib, payvand vannasining gazdan himoyalanihini vujudga keltiradi. Shu sababli, bunday elektrodلarni yuqori haroratlarda toblash mumkin emas, chunki bunda organik tashkil etuvchilar yonib ketadi va gaz himoyasi keskin pasayadi. Aytib o'tilgan elektrodlar qoplamasining namligi $180 \pm 10^\circ\text{C}$ da aniqlanadi va ko'pi bilan 0,3 – 0,4% ni tashkil etishi kerak. Bunday elektrodلarni toblash harorati ham shunday.

Sellyulozali elektrodلarning qoplamasi sellulozadan iborat. Elektrodلardan me'yorida foydalanish uchun qoplama ma'lum miqdordagi namlikka ega bo'lishi kerak, shuning uchun elektrodlar 14 – 15 daqiqa davomida $120 - 130^\circ\text{C}$ haroratda quritiladi. Qoplamaning namligi $110 \pm 5^\circ\text{C}$ da aniqlanadi va 0,5 – 2% atrofida bo'lishi kerak.

Elektrodلarga qoplamani surkash uchun mo'ljallangan moylovchi massa xossalari, tarkibi va shakllari bo'yicha turlicha bo'lgan, suyuq shisha eritmasi bilan yaxshilab aralashtirilgan kukunli materiallar donalaridan iborat. Bunda har bir qattiq zarracha atrofida suyuqlikli plyonka hosil bo'ladi. Suyuq shisha yana ham kiritilsa, plyonkaning qalinligi ortadi.

Yuqori bosim ostida qoplangan elektrodlar qoplamasida kapillyarlar tarmog'i mavjud bo'lib, ular qisman yoki to'liq ravishda suyuq shisha bilan to'ldirilgan. Quruq shixtaning qattiq zarrachalari shakli va o'lchamlarining har xilligi sababli qoplamadagi kapillyarlarning kesimlari ham o'zgaruvchan bo'ladi.

Suyuq shisha kolloidli tuzilishga ega, bu esa SiO_2 , H_2O va ROH ishqori molekulalarining katta sonidan iborat bo'lgan majmualarning mavjudligi bilan bog'liq. Suyuq shishada bog'lanishining mustahkamligi har xil. Juda kichik zichlikka va qovushoqlikka ega bo'lgan suyuq

shishani quritishda avval majmualar bilan mustahkamligi kamroq bog'langan molekularlar yo'qola boshlaydi. Suyuq shishaning zichligi ortgan sari namlikning bog'lanish mustahkamligi uzliksiz ortib boradi va suvning keyingi molekularini ajratish uchun borgan sari ko'proq energiya sarflash talab etiladi. Qoplamadan suvni bug'lanishi uning kapillyar tuzilishi tufayli ham qiyinlashadi. Birinchidan, bu kapillyar sirt tarangligi kuchlari hisobiga suvni qo'shimcha ravishda tutib turish bilan bog'liq. Ikkinchidan, bu hol ancha muhimdir, juda ingichka kapillyarning mavjudligi qoplamaning ichkarisidan bug' va namlikning diffuziyasini qiyinlashtiradi.

Kapillyardagi namlik quyidagi tarzda yo'q qilinadi. Quritishning dastlabki onlarida, massaning ma'lum bir qatlamida namlikning muvozanatdagi holati mavjud bo'lganda (havodagi suyuqlik bug'larining bosimi mazkur massa qatlamidagi bug'larning bosimidan kam), namlik kapillyardan bug'lanadi – bunda namlikning bug'lanishi bosqichma-bosqich tarzda yuz beradi.

Kapillyar namlikni yo'qotish jarayoni ustiga kolloid zarrachalar bilan qattiq mustahkam bog'langan namlikni yo'qotish jarayoni qo'shiladi. Nisbatan kuchsizroq bog'langan namlikning bir qismi kapillyar namlik bilan bir vaqtda yo'qotilishi mumkin. Binobarin, bu jarayon kapillyar namligi bo'lmagan qatlamda yuz beradi. Suv molekularining kolloid zarrachalar bilan bog'liqligi (aloqasi) qanchalik yuqori bo'lsa, bu molekularni yo'qotish shunchalik katta haroratlarda boshlanadi. Namlikning bog'lanish mustahkamligi modul va qo'llanilgan suyuq shishaning turiga (natriyli, kaliyli, aralashma), bog'langan namlikning miqdori esa asosan suyuq shishaning quruq qoldig'i miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Aynan bir hil parametrdagi atmosferada (harorat, bosim, namlik) bir markadagi elektrodni quritish tezligi qoplamaning qalinligiga bog'liq bo'ladi. Qoplama qancha qalin bo'lsa, quritish shuncha sekin kechadi. Bu ikkita sabab bilan izohlanadi:

1. Odatdagi quritish usulida namlikni yo'qotish uchun zarur energiya qoplama sirti orqali keladi. Qalinlik orttirilganda, elektrod qoplamasi sirtining yuzi qoplama massasiga qaraganda sekinroq ortadi (o'sadi). Shuning uchun qoplamaning massa birligiga vaqt birligida kamroq miqdordagi energiya keladi.

2. Namlikning bug'lanishi turli xil qatlamlarda yuz beradi; bug'lanishlar sirti elektrod sterjeni yo'nalishida siljiydi. Natijada qoplamaning ichida hosil bo'ladigan bug' kapillyarlar bo'ylab katta uzunlikdagi yo'lni o'tishi kerak, bu ham quritish jarayonini sekinlashtiradi.

Nazoat savollari

1. Qoplamali elektrodlar qanday xossalarga ega bo'lishi kerak?
2. Qoplamali elektrodlar qanday tasniflanadi?
3. Konstruksiya va issiqqa chidamli po'latlarni payvandlashda qanday turdagi elektrodlar qo'llaniladi?
4. Elektrod qoplamalari turi bo'yicha qanday guruhlar ajratiladi?
5. Qoplamali elektrodni tayyorlash texnologik jarayoni qanday bosqichlardan iborat?

5-BOB. ERISH ZONASIDA SUYUQ METALLNING ELEKTROD QOPLAMASI BILAN O'ZARO TA'SIRLASHUVI

MDH mamlakatlarida ishlab chiqariladigan barcha payvandlash materiallari orasida qoplamali elektrodlar yetakchi o'rinni egallaydi. Buni qoplamali elektrodlar bilan payvandlash jarayonining oddiyligi, payvandlash usulining juda manyovrchanligi va universalligi, ular bilan hosil qilinadigan choklarning sifati yuqoriligi bilan tushuntirish mumkin. Elektrodlarning biron-bir markasidan foydalanishning eng maqbul texnik-iqtisodiy asosi ularning metallurgik va texnologik tavsiflarini, shuningdek, boshqa xususiyatlarini bilish bilan bog'langan.

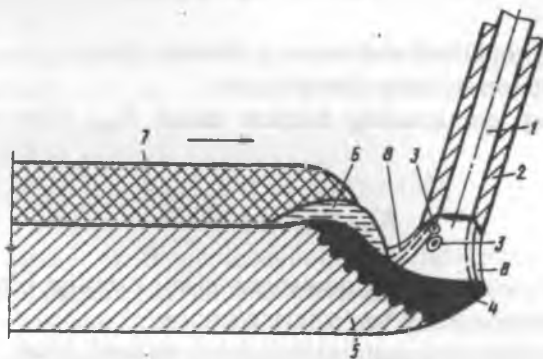
5.1. Elektrod qoplamalarining tasnifi. Elektrod qoplamalarining vazifalari

Qoplamali elektrodlar sirti ko'p hollarda, presslash yo'li bilan, ba'zan esa botirish orqali, maydalangan komponentlar aralashmasidan tashkil topuvchi maxsus qoplama qoplangan metall sterjendan iborat. Vazifasiga qarab elektrodga har xil talablar qo'yiladi.

Elektrodlar tavsifi. Elektrodlarning hamma turlari uchun umumiy talablar: ular yoyning turg'un yonishini, chok yaxshi shakllanishini, chok metallining muayyan kimyoviy tarkib va xossalari bilan nuqsonlarsiz chiqishini, payvandlash jarayonida elektrod sterjeni va qoplamasi osoyishta hamda bir tekis erishini, elektrod metallining kuyindiga va sachrashga mumkin qadar kam isrof bo'lishini, payvandlash jarayoni unumdorligi yuqori, shlak qobiqning ustidan oson ajraladigan, qoplamaning yetarli darajada mustahkam bo'lishini, elektrodlarning fizik-kimyoviy va payvandlash-texnologik xossalari uzoq vaqt saqlash mobaynida saqlanib qolishini ta'minlashi, payvandlash hamda tayyorlash jarayonida zaharliligi imkon qadar past bo'lishi zarur.

Qoplamali elektrodarga bir qancha maxsus talablar ham qo'yiladi, xususan, chok berilgan shaklda (chuqur eritilgan, ajralish joyida chok yuzasi, botiq, jarayonni turli fazoviy holatlarda olib borish imkoniyati bo'lishi va hokazo) chiqishi, payvandlash jarayonini muayyan usulda (tayantirib payvandlash, yuqoridan pastga tomon payvandlash va boshqalar) amalga oshirish mumkin bo'lishi, hosil bo'lgan chok metalli maxsus xossalarga ega bo'lmog'i (mustahkamligi, qayishqoqligi, yeyilishga va o'tga chidamliligi yuqori bo'lishi va boshqalar) kerak.

Ayni talablarni qanoatlantirishi uchun elektrod qoplamasiga maxsus moddalar – shlak hosil qiluvchi, gaz hosil qiluvchi, kisloroddan tozalovchi, legirlovchi, barqarorlashtiruvchi, bog'lovchi moddalar qo'shiladi, shuningdek, har xil tarkibli, asosan, payvandlanadigan metall tarkibiga yaqin tarkibli metall sterjenlardan foydalaniladi.



5.1-rasm. Qoplamali elektrodlar bilan payvandlash jarayoni sxemasi:

Elektrod uchidan ajralayotgan suyuq metall tomchilari yoyli oraliqdan o'tib, asosan shlak pardasi bilan qoplanadi, elektrod uchidan oqib tushayotgan tomchilar esa payvandlash vannasi yuzasida (yoy dog'i zonasidan tashqarida) ajratib qo'yuvchi qatlamni hosil qiladi. Bularning hammasi birgalikda shlak hosil qiluvchi qoplamaning himoyalash ta'sirini vujudga keltiradi.

Qoplama eriganda hosil bo'luvchi shlaklar suyuq metall bilan faol o'zaro ta'sirlashuvga kirishishi mumkin. Payvandlash vannasidagi suyuq metall bilan shlak orasidagi reaksiya rivojlanishining to'liqligi shlak va metallning tarkibiga, shuningdek, ularning o'zaro ta'sirlashish vaqtiga bog'liq. Mos konsentratsion sharoitda bunday o'zaro ta'sirlashuvning ehtimolligi metalli hamda shlakli fazalarning aralashishi va bir-biriga zich tegib turishi bilan ta'minlanadi.

A.A. Yeroxinning ma'lumotlariga ko'ra, suyuq rigan va shlakning faol (aktiv) o'zaro ta'sirlashuvi elektrod sterjeni eriganda tomchilar yuzaga kelish bosqichida boshlanadi. Metall bilan shlak orasidagi o'zaro ta'sirlashuv bevosita payvandlash vannasida nihoyasiga yetadi.

Qoplamaning himoya ta'siri uning elektrod sirtidagi miqdoriga bog'liq. Qoplamaning miqdori uning qatlami qalinligi bilan aniqlanishi mumkin:

$$\delta = (D - d) / 2$$

bunda: D – qoplamali elektrodning diametri, mm;

d – elektrod sterjenining diametri, mm.

Elektroddagi qoplamaning miqdori massa K_{m-q} bilan aniqroq tavsiflanadi:

$$K_{m-q} = (g_q/g_s) 100 \%$$

bunda: g_q – elektrodning qoplangan qismi uzunligi birligiga to'g'ri keluvchi qoplama massasi (og'irligi), g/sm;

g_s – elektrod sterjeni uzunligi birligining massasi, g/sm.

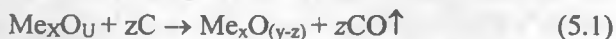
Elektrodning umumiy uzunligi l_1 bilan, uning qoplamasi uzunligini l_2 bilan va elektrodning umumiy massasini G_e bilan belgilab, qoplama massasi koeffitsiyentini ushbu tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$K_{m-q} = (G_e - g_s l_1) 100 \% / (g_s l_2).$$

Elektrod qoplamalarining asosiy tashkil etuvchilari. Shlak hosil qiluvchi tashkil etuvchilar ko'pgina qoplama markalarining asosiy qismidir. Bular, birinchi navbatda, dala shpati, qumtuproq, kaolin, slyuda, talk, rganic va rutil konsentratlari, marganets rudasi, gematit, marmar, magnezit, plavik shpati va boshqalardir. Mazkur komponentlar eriganda shlak hosil qiladi, u elektrod rganic tomchilarini va payvandlash vannasining yuzini atrofdagi atmosfera bilan bevosita teginishdan himoya qiladi.

Gaz hosil qiluvchi tashkil etuvchilar elektrod qoplamasiga rganic moddalar (oksitsellyuloza, kraxmal, yog'och uni, dekstrin va boshqalar) ko'rinishida yoki noorganik moddalar, ko'pincha, karbonatlar (marmar, ohaktosh, dolomit, magnezit, rganic va boshqalar) ko'rinishida qo'shiladi. Himoyaning aralash turi: uglerodli tashkil etuvchilar (grafit, pistako'mir, qurum) ning aktiv oksidlovchi, masalan, gematit bilan aralashmasi ham taklif etilgan.

Qoplamaning rganic tashkil etuvchilari va karbonatlar qiziganda parchalanib gazlar hosil qiladi, ular esa yoyli oraliqdan havoni siqib chiqaradi. Keyingi holda uglerodli tashkil etuvchi va aktiv oksidlovchi o'zaro ta'sirlashganda ushbu reaksiya bo'yicha himoya gazi hosil bo'ladi:



Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, oksidlovchi sifatida gematit (Fe_2O_3) dan foydalangan ma'qul. U holda (5.1) reaksiya quyidagi ko'rinishni oladi:



Bunda asosiy vazifa qoplamaning erish jarayonida CO eng ko'p chiqishni va bevosita payvandlash vannasida qoldiq FeO ning aktivligi eng kam bo'lishini ta'minlash maqsadida gematitning oksidlash qobiliyati aktivlashishini ta'minlashdan iborat bo'ladi. Birinchi shart bajarilishi uchun qoplamaga gematit va uglerod muayyan stexiometrik nisbatda ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{C} = 9 + 11$) hamda ko'rsatilgan tashkil etuvchilar yetarlicha disperslikda qo'shiladi. Ikkinchi shart qoplama elektrodi eriganda hosil bo'luvchi shlakning asoslilikini o'zgartirish orqali amalda bajarilishi mumkin.

Payvandlash jarayonining muayyan bosqichlarida erigan metall shlak, yoy gazlari va atmosfera havosi bilan teginadi, natijada oksidlanadi. Shu bois, chok yuqori sifatli chiqishi uchun uni kisloroddan tozalash, ya'ni eritmadagi oksidlarni qayta tiklash zarur. Bu maqsadda qoplamaga ko'pincha ferroqotishmalar: ferromarganets, ferrosilitsiy, ferrotitan va boshqa ko'rinishdagi kisloroddan tozalovchi elementlar kiritiladi. Ba'zan kisloroddan tozalovchilar sifatida alyuminiy yoki grafit ishlatiladi. Bunda, agar elektrodning sterjeni legirlangan po'latdan qilingan bo'lsa, u holda sterjenning legirlovchi elementlari kisloroddan tozalaydi.

Chok metalli yeyilishga chidamli, korroziyabardosh va boshqa maxsus xossalarga ega bo'lishi uchun uni marganets, xrom, nikel, molibden va boshqa materiallar bilan legirlamoq lozim. Chok metallini elektrod sterjeni yoki qoplamasining legirlovchi elementlari yordamida ham legirlash mumkin. Amaliyotda ko'pincha legirlashning ikkala usuli qo'llaniladi. Ammo chok metalli elektrod sterjeni orqali legirlaganda chokning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va boshqa tavsiflari eng barqaror chiqadi.

Yoyning yonishi, shu jumladan, o'zgaruvchan tokdan foydalanilganda ham, barqarorlashtirish uchun qoplamalarga ishqorli va ishqoriy-yer metallar (kaliy, natriy, seziy, kalsiy) ning ionlash potentsiali kam hamda elektronlarning chiqish ishi past bo'lgan birikmalar qo'shiladi. Barqarorlashtiruvchi tashkil etuvchilar sifatida natriy va kaliy silikatlari, potash, suvsizlantirilgan soda, slyuda, dala shpati, bor, marmar va bariy karbonatdan foydalaniladi.

Qoplamanı presslash jarayonida surkash massasining qayishqoqligini oshirish maqsadida uning tarkibiga plastifikatorlar – bentonit, kaolin, talk, slyuda, selliyuloza, karboksimetilsellyuloza va boshqa moddalar qo'shiladi.

Qoplamali elektrodlar tayyorlashda bog'lovchi moddalar sifatida ko'pincha natriyli, kaliyli va natriy-kaliyli suyuq shishadan foydalaniladi. Ayrim elektrod qoplamalarida bog'lash uchun loklar hamda kunksimon plastmassalar ham ishlatiladi.

Qoplama tashkil etuvchilarining ko'p qismi bir yo'la bir necha vazifalarnı bajaradi. Masalan, marmar, magnezit va dolomit gaz hamda shlak hosil qiluvchi tashkil etuvchilar bo'lib ham hisoblanadi; dala shpati, slyuda, suyuq shisha shlak hosil qiluvchilar, barqarorlashtiruvchilar, plastifikatorlar va bog'lovchilar sanaladi; ferroqotishmalar esa kisloroddan tozalovchilar va legirlovchilar vazifasini ham o'taydi. Qopla-

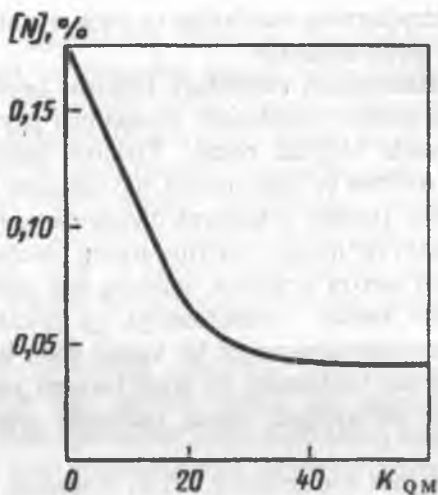
maning tarkibi elektrodning vazifasiga va chok metallining talab etiladigan xossalari qarang tanlanadi.

Qoplamaning himoyalash vazifalari. Elektrod qoplamlarining bu vazifalari nihoyatda muhim hisoblanadi, chunki ular payvand chok sifatida eng ko'p darajada belgilab beradi. Elektrod qoplamasi fizik va kimyoviy xossalari turlicha bo'lgan mayda maydalangan materiallarning aralashmasidan iborat. Bunday aralashma qiziganda va eriganda har xil jarayonlar (mustahkam bo'lmagan birikmalarning parchalanishi, tashkil etuvchilar orasidagi o'zaro ta'sirlashuv, namning bug'lanishi, uchuvchan materiallarning uchib ketishi – sublimatsiya va hokazo) yuz beradi. Qoplama tashkil etuvchilarining erishi bir vaqtda sodir bo'lmaydi, balki osonroq eriydiganlardan boshlanadi va erish harorati yuqoriroq tashkil etuvchilarning hosil bo'layotgan suyuq qatlamda erishi bilan birga kechadi.

Eriganda va qiziganda qoplamaning tarkibi o'zgaradi: birikmalarning tarkibiy qismlarga ajralishi (masalan, CO_2) va organik materiallarning gidrolizlanishi natijasida yuzaga kelgan uchuvchan mahsulotlar chiqib ketadi, namlik bug'lanadi hamda parchalanadi, metall qo'shimchalar qisman oksidlanadi va hokazo.

Qoplamaning himoyalash ta'siri ko'pincha chok metallidagi azot miqdoriga ko'ra baholanadi. 5.2-rasmda chok metallidagi azot miqdorining qoplama massasining koeffitsiyentiga bog'liqligi sxema tarzida ko'rsatilgan. Qoplama massasi koeffitsiyentining 40% dan ortishi uning himoyalash ta'siri jiddiy oshishiga olib kelmaydi. Buning ustiga, $K_{m,q}$ haddan tashqari katta bo'lgan elektrodlardan foydalanish ularning texnik tavsiflari yomonlashuviga sabab bo'ladi. Shuning uchun, odatda, shlak hosil qiluvchi tashkil etuvchilardan foydalanish evazigagina chok metallidagi azot miqdori 0,05% dan ortiq kamayishiga erishib bo'lmaydi.

Qoplamaning tarkibiga gaz hosil qiluvchi tashkil etuvchilarni kiritish yo'li bilan uning himoyalash ta'sirini ancha oshirishga erishiladi, chunki ular elektrodning erish jarayonida yoyning atmosfera gazlari bilan teginishdan saqlovchi talay miqdordagi gaz ajratib chiqarish xususiyatiga ega.



5.2-rasm. Tarkibida faqat shlak hosil qiladigan tashkil etuvchilar bo'lgan qoplama massasi koeffitsiyentining chok metallidagi azot miqdoriga ta'siri.

V.I. Bajenov, gidroaerodinamikaning ma'lum qoidalaridan kelib chiqqan holda, himoya gazi radial oqimi dinamik bosimining matematik ifodasini taklif etdi:

$$R_g = G^2 T / (2l \pi^2 D^2 \gamma_{g0} T_0),$$

bunda: G – bir sekunddagi gaz sarfi, kg/m^3 ;

D – elektrod diametri, mm;

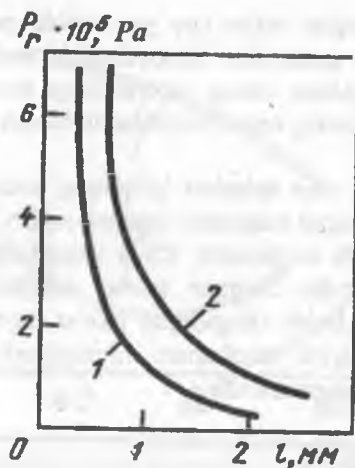
l – elektrod qoplamasi vtulkasi bilan metall sirti o'rtasidagi oraliq, m;

T – himoya gazining harorati;

γ_{g0} – berilgan T dagi gazning hajmiy massasi, kg/m^3 ;

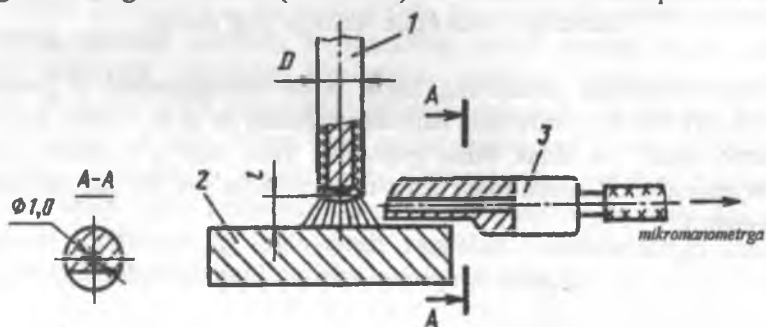
$T_0 = 293\text{K}$.

ЮНИ-13/55 markadagi 5 va 2,5 mm diametrli elektrodlar uchun R_g ning l ga bog'liqligi 5.3-rasmda keltirilgan. Yoyning uzunligi ortishi bilan himoya gazining dinamik bosimi keskin pasayadi, binobarin, payvandlash vannasining gaz bilan himoyalaniishi buzilish ehtimoli oshadi.



5.3-rasm. Quyidagi diametrli YOHI-13/55 elektrodli bilan payvandlashda metall sirti bilan vtulka o'rtasidagi oraliqqa bog'liq bo'lgan himoya gazi oqimining dinamik bosimi:
1 – 2,5 mm; 2 – 2–5 mm.

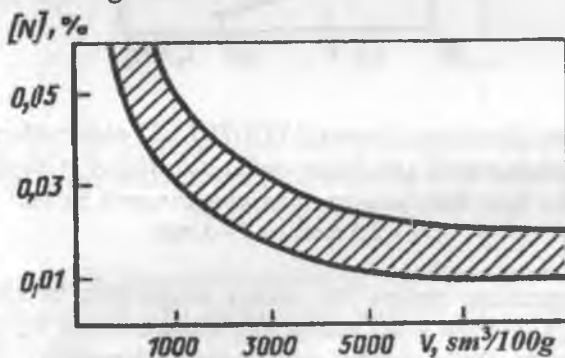
Himoya gazining bosimi ikki usulda aniqlangan: birinchidan, mikromanometrga ulangan ichki teshigining diametri 1mm bo'lgan maxsus zond yordamida ilmiy tajriba yordamida (5.4-rasmda); ikkinchidan, qoplamali elektrod eriyotganda hosil bo'luvchi gazlar chiqishini to'g'ridan-to'g'ri o'lchash (sekundda) asosida hisoblash orqali.



5.4-rasm. Qoplamali elektrodli bilan payvandlashda hosil bo'luvchi gazlarning dinamik bosimini o'lchash sxemasi:
1 – elektrod; 2 – payvandlanayotgan buyum; 3 – mis zond.

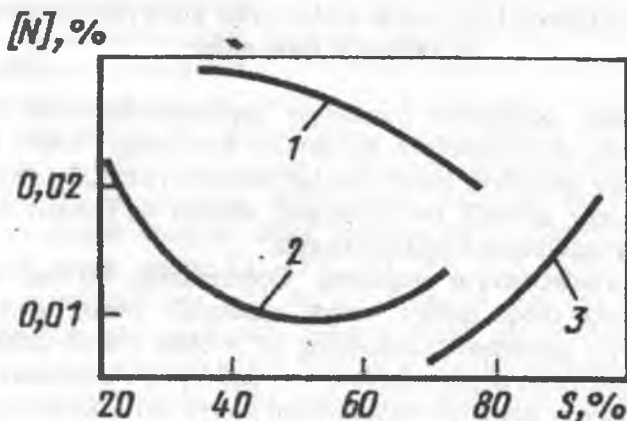
Qoplamali elektrodlar bilan yoy yordamida payvandlashda erigan metallning atrof havo gazlaridan himoyalaniishi aralash, ya'ni gaz-shlak vositasida bo'lgani uchun, uning ishonchliligi kompleks tarzda, ya'ni gazlarning ham, shlakning ham chiqishini inobatga olingan holda baholanmog'i darkor.

Erigan metallidagi azot miqdori ko'pincha uning havodan himoyalaniishining ishonchliligini baholash mezonini bo'lib sanaladi. Bu miqdor vakuum-eritish usulida aniqlanadi. Chok metallidagi azot miqdorining elektrod eriganda ajralib chiqqan gazlar miqdoriga bog'liqligi 5.5-rasmda keltirilgan. Ajralib chiqadigan gazlar hajmini 1000 dan 5000 $\text{sm}^3/100\text{g}$ gacha oshirish qoplamani himoyalash vazifasini oshirish nuqtayi nazaridan eng samaralidir.



5.5-rasm. Eritib qoplangan metallidagi azot miqdorining qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda ajralib chiqqan gazlarning me'yoriy sharoitga keltirilgan hajmiga bog'liqligi.

Agar eriyotgan metallning shlak bilan himoyalaniishi S parametr $S = (S_1/S_2) 100\%$, yordamida baholansa (bunda S_1 va S_2 – chok sirtining umumiy yuzi va shlak bilan qoplanish yuzi, mm^2), u holda shlakli himoyaning chok metallidagi azot miqdoriga ta'siri bir xil bo'lmaydi (5.6-rasm).



5.6-rasm. Eritib qoplangan metalldagi azot miqdorining elektrod erishi jarayonida gaz hosil bo'lishining turli darajalarida shlakning oqish darajasiga bog'liqligi:

1 – $1550 \pm 100 \text{ sm}^2/100\text{g}$; 2 – $5150 \pm 100 \text{ sm}^2/100\text{g}$; 3 – $8350 \pm 100 \text{ sm}^2/100\text{g}$.

Darhaqiqat, gaz hosil bo'lish darajasi nisbatan kam bo'lganda ($1550 \pm 100 \text{ sm}^3/100\text{g}$ metall) S ning kattalashuvi chok metallidagi azot miqdorini kamaytiradi. Gaz hosil bo'lishi nisbatan yuqori ($5150 \pm 100 \text{ sm}^3/100\text{g}$ metall) bo'lganda (bu sanoat markalaridagi elektrodlar uchun xosdir) S ni kattalashtirish faqat 50 – 60% gacha samara beradi. Gaz yuzaga kelish darajasi bundan yuqori ($8350 \pm 100 \text{ sm}^3/100\text{g}$ metall) bo'lganda S parametrning kattalashtirilishi esa, aksincha, vanna yuzasida shlakning qalinligi ozayishi va shlakning yupqa pardasi orqali azot kirishi natijasida shlakning himoyalash vazifalari pasayishiga olib keladi. Shunday qilib, osoyishta havoda qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda ajralib chiqadigan gazlar hajmining $5000 \text{ sm}^3/100\text{g}$ metallidan oshirilishi, qoplamaning himoyalash vazifasi yanada yaxshilanishiga olib kelmaydi. Gaz ajralib chiqish hajmlari kichik bo'lganda, qoplamaning himoyalash vazifalari yaxshilanishiga shlak bilan himoyalashni takomillashtirish evaziga erishiladi.

5.2. Oksidlovchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar

Bu turdagi qoplamalar jumlasiga barqarorlashtiruvchi, kislotali (ruda-kislotali) va oksidlovchi qoplamalar kiritilmog'i lozim. Keyingi paytda bunday qoplamali elektrodlardan sanoatda juda kam, shunda ham asosan umumiy ishlarga mo'ljallangan, muhim bo'lmagan konstruksiyalarni payvandlashda foydalanilmoqda.

Barqarorlashtiruvchi qoplama. Qoplamaning bu turi elektrod sterjeniga juda yupqa qatlam tarzida qoplanadi. Bunda qoplamaning massasi sterjen qoplamasi massasining ko'pi bilan 2% ini tashkil etadi. Barqarorlashtiruvchi qoplamalardan, o'z vaqtida, bo'r qoplama eng keng tarqalgan, bunday qoplama maydalangan bo'rni (80 – 85%) suyuq shishada (15 – 20%) eritib tayyorlangan. Bu turdagi qoplamalarning bir qancha murakkabroq retsepturasi ham bor, masalan, A-1, K-3, OMA-2 va boshqalar. Elektrodلarning A-1 markali qoplamasi retsepturasi quyidagichadir: 86 % titan konsentrati, 11% manganets rudasi, 3% kaliy selitrasi va shixtadagi quruq tashkil etuvchilar massasiga nisbatan 30 – 35% suyuq shisha.

Barqarorlashtiruvchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda gaz va shlak yordamida himoyalash katta ahamiyatga ega emas, shu bois, eritib qoplangan metallda kislorod va azot miqdori ko'p, shuningdek, kisloroddan tozalovchi hamda legirlovchi tashkil etuvchilar miqdori ularning elektrod sterjenidagi boshlang'ich miqdoridan kam bo'ladi (5.1-jadval).

5.1-jadval

Barqarorlashtiruvchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda eritib qoplangan metallning o'rtacha kimyoviy tarkibi, %

Elektrod qoplamasining turi	C	Mn	S	P	[O]	[N]	Elementlarning isrof bo'lishi, %	
							C	Mn
Payvandlash simi	0,07	0,41	0,03	0,03	0,034	0,022	-	-
Bo'r qoplama	0,03	0,18	0,031	0,035	0,22	0,159	57	56
A-1	0,04	0,15	0,036	0,041	0,19	0,148	42	63

Izoh: Si - izlar.

5.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar choklar metalli kislorod va azot bilan anchagina boyishini ko'rsatadi. Shu bilan birga, gazli fazada kisl-

rodning porsial bosimi yuqori ($P_{O_2} \approx 0,21 \cdot 10^5 \text{Pa}$) bo'lishiga qaramay, simdagi mavjud aralashmalar (uglerod, marganets) ning to'liq oksidlanishi kuzatilmaydi. Bunga hatto 1,6 – 3 mm diametrli yalang'och sim bilan payvandlash sharoitida, u erigan 5 – 8 l/min gaz va bug'lar ajralib chiqishi sabab bo'ladi. Simda legirlovchi elementlarning miqdori oshishi payvandlash vannasida eriyotgan metallning himoyalanishini yaxshilaydi. Yoy bilan qaytadan eritilayotgan metallda gazlarning hosil bo'lishi va ajralib chiqishi, uning aralashmalari kislorod bilan o'zaro ta'sirlashib, ushbu gazlar: CO, CO₂, SO, SO₂, H₂S, H₂O va boshqalar yuzaga kelishi natijasida sodir bo'lishi mumkin. Shunga qaramasdan, barqarorlashtiruvchi qoplamali elektrod bilan payvandlashda ajralib chiquvchi gazlar miqdori odatda 1200 sm³/100g dan oshmaydi.

Eriyotgan metall yetarlicha himoyalanmasligi natijasida uning qayishqoqligi va zarbiy qovushqoqligi asosiy metallning ana shu ko'rsatkichlariga nisbatan sezilarli darajada pasayadi, ammo azotning mustahkamlovchi ta'siri tufayli, mustahkamligi nisbatan o'zgaradi.

Barqarorlashtiruvchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda choklarning qayishqoqlik xossalari past chiqishi, legirlovchilarning kuyindi va sachrashga ko'p isrof bo'lishi, ayni elektrodning erish tezligi pastligi, oshirilgan toklarda payvandlash imkoniyatining yo'qligi sababli, ular cheklangan holda, shunda ham muhim bo'lmagan konstruksiyalarni payvandlash uchun ishlatiladi.

Kislotali (ruda-kislotali) qoplamalar. Ushbu qoplama turining asosini marganets, temir va kremniy oksidlari tashkil qiladi. U eriganda yaqqol oksidlovchi xossali shlaklar hosil bo'ladi.

5.2-jadval

Bor qoplamali elektrod bilan hosil qilingan chok metallining asosiy metall (kam uglerodli po'lat) ning xossalari qiyosiy mexanik xossalari

Mexanik xossalari	Asosiy metall	Payvand chok
Vaqtinchalik qarshiligi, MPa	390 - 450	320 - 420
Nisbiy uzayishi, %	25 - 30	5 - 11
Bukilish burchagi, gradus	180	20 - 45
Zarbiy qovushqoqligi, J/sm ²	>147	5 - 25

Ushbu turdagi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlarni, masalan, M33-04 markali elektrodlar asosida ko'rib chiqish mumkin. Ayni elektrod qoplamalarining tarkibi quyidagichadir:

24,5% marganets rudasi, 15% kvarsli qum, 30% titan-magnetit rudasi, 50% kaliy selitrasi, 21,5% uglerodli ferromarganets, 4% kraxmal. Aralashmaga 21 – 25% suyuq shisha qo‘shiladi. Qoplama massasining koeffitsiyenti 36 – 44%. Elektrod sterjeni CБ-08 va CБ-08A markali payvandlash simidan ГОСТ 2246-70 ga muvofiq tayyorlangan.

Bunday qoplama qiziganda marganets oksidlarining ko‘p qismi parchalanadi. Ularning kislorod bilan boyigan (to‘yingan) birikmalardan kislorodi kamroq birikmalarga o‘tishi ferromarganetsning oksidlanishi bilan yuz beradi:



Ayni vaqtda, eritib qoplanayotgan suyuqlangan metall ushbu reaksiyalar bo‘yicha oksidlanishi ham mumkin:



(5.5) va (5.6) reaksiyalar kechishi natijasida hosil bo‘lgan temir oksidi nafaqat shlakni, balki suyuq metallni kislorod bilan boyitadi (to‘yintiradi), chunki shlakning temir oksidi suyuq po‘lat bilan uzviy teginishda bo‘ladi va bevosita metallga o‘tib, po‘latni oksidlaydi:

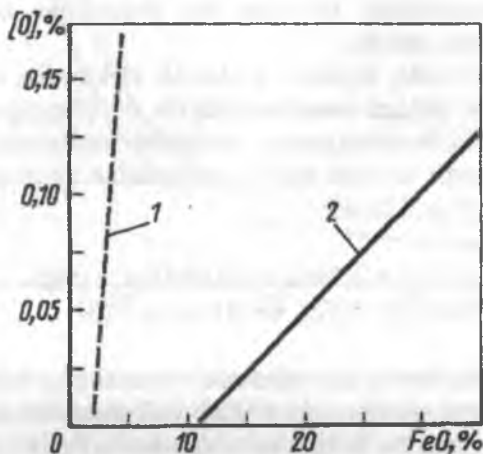


Darhaqiqat, A.A. Yeroxin oksid qoplamali elektrodlar shlaklaridagi temir oksidi miqdori bilan metalldagi erigan kislorod miqdori orasida to‘g‘ri bog‘liqlik borligini aniqladi (5.7-rasm).

Oksid qoplamali elektrodlar bilan eritib qoplanadigan metall kimyoviy tarkibiga ko‘ra ko‘proq qaynar po‘latga mos keladi. 5.3-jadvalda chok metallining tarkibi elektrod simining tarkibiga qiyosiy holda keltirilgan.

Payvandlash simi va chok metallining tarkiblari taqqoslanadigan bo‘lsa, MЭ3-04 markali elektrod payvandlash vannasini atmosfera gazlaridan ancha to‘liq himoyalashi (azot miqdori 0,024% dan oshmaydi) ma‘lum bo‘ladi. Shu bilan birga, payvandlash jarayonida metallning kislorod bilan boyinishi seziladi (umumiy miqdori yaxshigina ko‘payadi).

Bunga qo'shimcha ravishda qoplamadan kremniy biroz qayta tiklanadi, shuningdek, marganets va fosfor eritib qoplanayotgan detalga oz-moz o'tadi.



5.7-rasm. Shlaklardagi temir oksidi miqdori bilan chok metallidagi kislorod miqdori orasidagi bog'liqlik:
1 – LLY-1 elektrodлари; 2 – LLY-7 elektrodлари.

Shu turdagi qoplamalar eriganda yuzaga keluvchi gazlar bilan suyuq metallning oksidlanish imkoniyati odatda kam bo'ladi. Ayni elektrodlar bilan payvandlashda ajralib chiquvchi gazlar odatda tiklash xususiyatiga ega. CM-7 markali elektrod eriganda yuzaga keluvchi gazlar bunga misol bo'la oladi: 3,34% CO₂; 49,8% CO; 39,0% H₂; 5,44% H₂O; 2,42% C_nH_m. Shu sababli mazkur holda elektrod eriganda hosil bo'luvchi shlakli faza asosiy oksidlovchi muhit bo'lib hisoblanadi.

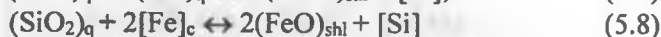
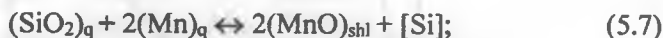
5.3-jadval

MЭ3-04 markali elektrodlar bilan payvandlashda chok metallining o'rtacha kimyoviy tarkibi, %

Tadqiqot obyekti	C	Si	Mn	S	P	Kislorod		N
						Umumiy kislorod [O]	[FeO] ko'rinishidagi kislorod	
Cs-08 markali sim	0,08	Izlar	0,49	0,028	0,026	0,008	-	0,005
Chok metali	0,12	0,08	0,81	0,018	0,039	0,109	0,0303	0,024

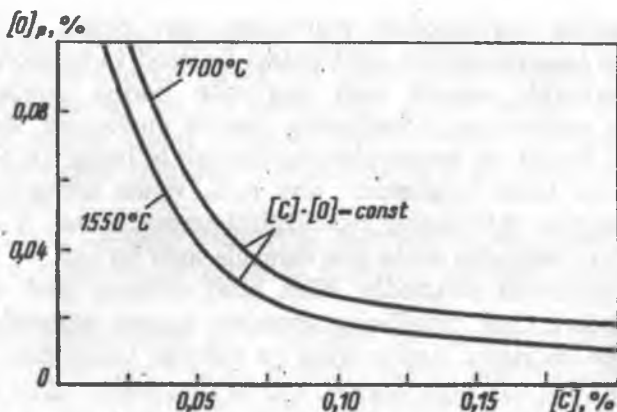
Ko'rib chiqilayotgan turdagi elektrodlar bilan payvandlashda chok metallidagi ko'p miqdordagi kislorod batamom qoniqarli mustahkamlikni ta'minlasa ham, choklar metallining qayishqoqlik va zarbiy qovushqoqlik ko'rsatkichlari bo'yicha bu elektrodlar boshqa turdagi elektrodlardan ancha pastdir.

Hammaga ma'lumki, kislotali qoplamali elektrodlar chok metallida g'ovaklar hosil bo'lishiga moyildir. Ko'rib chiqilayotgan holda chok metalli kisloroddan ferromarganets vositasida tozalanadi. Bunda quyidagi reaksiyalar sodir bo'lishi tufayli qoplamadan oz miqdordagi (0,1% gacha) kremniy qayta tiklanadi:



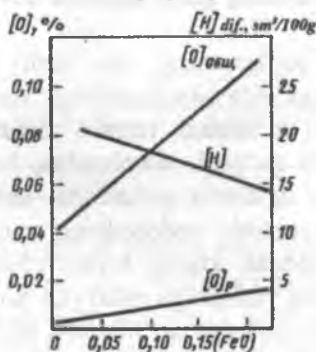
Bu, birinchi navbatda, payvandlash vannasining kristallanayotgan qismida uglerodning oksidlanishi to'xtab qolishiga olib keladi, binobarin, zich choklar hosil bo'lishiga ko'maklashadi. Rudali komponentlarning ferromarganetsga nisbatini oshirish yo'li bilan qoplamaning oksidlash qobiliyatini oshirish kremniyning qayta tiklanish reaksiyasi so'ni-shiga hamda uglerod oksidi ajralib chiqishi tufayli chokda g'ovaklar yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Qoplama (shlak) ning oksidlash imkoniyati oshirilsa, chokda kislorod miqdori ko'payadi, bu esa chok metallidagi $[\text{C}] \cdot [\text{O}]$ ko'paytmasi uning temirning kristallanish nuqtasiga yaqin haroratdagi (1540°C) muvozanat qiymatidan keskin oshib ketishiga olib keladi. Bu holat, metallda kremniy deyarli yo'qligi bilan birga, vannaning kristallanayotgan qismida CO hosil bo'lish reaksiyasini faollashtiradi, binobarin, chok metallida g'ovaklar vujudga kelishiga imkon tug'diradi.

5.8-rasmda $[\text{C}]$ va $[\text{O}]$ ning muvozanat miqdorlari keltirilgan bo'lib, ular 1550 hamda 1700°C haroratlar, shuningdek, $P = 10^5\text{Pa}$ uchun kislorod va uglerodning aktivligi koeffitsiyentlari hisobga olingan holda aniqlangan. Uglerod miqdori $0,05 - 0,2\%$ bo'lganda, 1550°C harorat uchun $[\text{C}] \cdot [\text{O}]$ ko'paytmasi $0,0023$ ni tashkil etadi. $1550 - 1700^\circ\text{C}$ doirasidagi harorat $[\text{C}] \cdot [\text{O}]$ ko'paytmasiga juda kam ta'sir qiladi.



5.8-rasm. Kislota qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan choklarda har xil sharoitda hamda $[C]$ va $[O]$ ning turli miqdorlarida temirdagi uglerod va kislorod miqdorining muvozanati.

5.9-rasmda CM-7 markadagi qoplamali elektrodlar bilan eritib qoplangan metallardagi $[C]$ va $[O]$ ning miqdori ko'rsatilgan. Kislorod eritmadagi metallarda, shuningdek, metall qo'shilmalar ko'rinishida bo'lgani va bunda erigan kislorod miqdori uning umumiy miqdorining 10 – 12% idan oshmasligi uchun hisoblarda $[O]_e / [O]_{\text{umum}} = 0,15$ qilib olingan.



5.9-rasm. Qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda kislorod $[O]_{\text{umum}}$ va eruvchi $[O]_e$ hamda yutiluvchi vodorod umumiy miqdorining shlakdagi (FeO) ning molyar ulushiga bog'liqligi.

Ilmiy tajriba ma'lumotlari muvozanat egri chiziq (5.8-rasmga qarang) bilan taqqoslanganda, choklardagi kislorod va uglerod miqdori bilan g'ovakdorlik orasida aniq bog'liqlik borligi aniqlanmagan. Payvandlash vannasining kristallanish sharoiti muvozanat sharoitidan odatda yiroq bo'ladi va reaksiyalarning kechish to'liqligi ko'p jihatdan kinetik omillar bilan belgilanadi. Shu bois, vanna kristallanishining mavjud sharoitida uglerodning oksidlanishi termodinamik hisoblardan kelib chiquvchi darajadan ancha past darajada sodir bo'ladi.

Kislota qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan chok metallida kislorod miqdori, chok metallining xossalari nuqtayi nazaridan, ancha bo'lishi salbiy hodisadir. Ammo shlak va metallni kisloroddan to'laroq tozalash (qoplama tarkibiga uglerod, kremniy va boshqa aktiv elementlar kiritish yo'li bilan) payvandlash vannasining yuqori haroratli qismi gazli fazadan vodorodni jadalroq yutishga, binobarin, metallning kristallanish jarayonida uning ajralib chiqishi tufayli yuzaga kelgan g'ovaklar ko'payishiga olib keladi. Bunda kisloroddan batamom tozalanish oqibatida [C]-[O] ko'paytmasi muvozanat ko'paytmadan ancha kichiklashadi, bu esa uglerodning oksidlanish jarayoni to'xtaganligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, ko'rsatilgan qoplama turida payvandlash vannasining muayyan darajada oksidlanishi zich choklar hosil qilish uchun ijobiy omil sanaladi. Aynan shu sababga ko'ra, kislota qoplamali elektrodlar zang keltirib chiqaradigan g'ovakdorlikka doir emas, bunday g'ovakdorlik payvandlash zonasining gazli fazasida suv bug'l miqdori ko'payishiga olib keladi.

Farazlarga ko'ra, qoplamaning oksidlash imkoniyatlari oshishi tomchilarning qizg'in sur'atda oksidlanishiga yordam beradi va metallning vodorod yutishini to'xtatadi, negaki, sirt-aktiv element kislorod fazalararo yuzani to'sib qo'yadi, shuningdek, vodorodning eruvchanligini pasaytiradi. Kam uglerodli po'latlarda uchrovchi miqdorlardagi kremniy, uglerod va alyuminiy vodorodning eruvchanligiga kam ta'sir ko'rsatadi. Ular kisloroddan kuchli tozalovchilar sifatida kislorodni bog'laydi va vodorodning yutilishiga muayyan darajada ko'maklashadi.

Yuqorida bayon qilinganlarga qo'shimcha qilib shuni nazarda tutish kerakki, qoplamaga uglerod va alyuminiy qo'shish kremniyning qayta tiklanishiga yordam beradi. Sirt-aktiv elementlar bo'lgan uglerod va kremniy suyuq po'latdan vodorodning yutilishini to'xtatadi. Oqibatda payvandlash vannasining vodorod bilan o'ta to'yinish darajasi ortadi. Vannaning o'ta to'yinishiga suyuq po'latning harorati pasayganda unda vodorodning eruvchanligi kamayishi ham yordam beradi.

Pufakchalar paydo bo'lishiga sharoit yaratilsa, vannaning suyuq qismidagi kristallanuvchi metallidagi gazlar ajralib chiqishi boshlanadi. Bu pufakchalarning paydo bo'lish va o'sish tezligi uncha katta bo'lmaydi, chunki ularda vodorod ajralib chiqishi to'xtagan bo'ladi. Pufakchalar ajralib chiqishga ulgurmaydi, natijada metallda g'ovaklar yuzaga keladi.

Va nihoyat, sirt-aktiv elementlar ham yutilish tozaligini pasaytirib, vanna azot bilan o'ta to'yinganda g'ovaklar vujudga kelishiga sabab bo'ladi.

Kislotali qoplamalarga ko'p miqdorda ferromarganets qo'shish oltingugurtning chok metalli bilan shlakni orasida taqsimlanishiga yaxshi ta'sir ko'rsatishi lozimdek ko'rinadi. Qoplamaga turli miqdordagi temir (II) – sulfid qo'shilganda olingan ma'lumotlar (5.4-jadval) kislotali payvandlash shlaklari oltingugurtning cheklangan miqdorini bog'lay olishini ko'rsatadi. Shu bois, oltingugurt miqdori kam bo'lgan choklar hosil qilish uchun ana shu elementdan ancha toza bo'lgan xomashyo ishlatilishi kerak.

5.4-jadval

Kislota va asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda oltingugurtning chok metalli bilan shlak orasida taqsimlanishi

Qoplama turi	Oltingugurt miqdori, %				
Kislotali	Chok metalli	0,028	0,071	0,115	0,145
	Shlak	0,016	0,018	0,020	0,02
Asosli	Chok metalli	0,021	0,047	0,091	0,1
	Shlak	0,015	0,032	0,032	0,027

Kislota qoplamali elektrodlar chok metalli va payvand birikmaning mexanik xossalariga ko'ra, odatda, 342 turiga taalluqlidir.

Yaqin vaqtlargacha kislota qoplamali elektrod eng ko'p ishlatiladigan hisoblanar edi. Ushbu elektrodlar bilan payvandlashda qoplamada temir va ferromarganets oksidlari ko'p miqdorda bo'lishi, payvandchining nafas olish zonasiga marganetsning zaharli birikmalari ko'p miqdorda ajralib chiqishiga olib keladi. Yuqori darajada zaharliligi tufayli kislotali qoplamali elektrodlar ishlab chiqarish hajmi keyingi yillarda keskin qisqardi. Ular hamma joyda rutil qoplamali elektrodlar bilan almashtirildi.

Oksidlovchi qoplama. Ayni turdagi qoplama asosini temir oksidlari, kaolin, talk, slyuda va boshqalar singari turli silikatlar tashkil qiladi. Elektrodning oksidlovchi qoplamasida ko'pincha kisloroddan tozalovchilar bo'lmaydi, shu bois eritib qoplangan metallda mayda dispersli oksid qo'shilmalari ko'rinishidagi kislorod miqdori ko'p bo'ladi; chok metallida kislorod ko'p bo'lganidan uning mexanik xossalari boshqa turdagi qoplamali elektrodlardan foydalanilganga qaraganda ancha past bo'ladi.

Oksidlovchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar kislota qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagidan deyarli farq qilmaydi, shu sababli alohida ko'rib chiqilmaydi. Mamlakatimizda oksidlovchi qoplamali elektrodlardan amalda foydalanilmasligini aytib o'tish mumkin, xolos.

5.3. Asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar

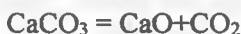
Ushbu turdagi qoplama asosini karbonatlar va ftorli birikmalar tashkil etadi. Bunda plavik shpati ko'proq, boshqa ftoridlar kamroq qo'llaniladi.

Mazkur turdagi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlarni, masalan, quyidagi tarkibli YOHI-13/55 elektrodleri asosida ko'rib chiqish mumkin: 54% marmar; 15% plavik shpati; 9% kvarsli qum; 5% ferrosilitsiy; 5% ferromarganets; 12% ferrotitan.

5.5 va 5.6 jadvallarda YOHI-13/55 elektrodleri bilan payvandlab hosil qilinadigan chok metalli hamda payvandlash shlaklarining tarkibi keltirilgan.

Ko'rib chiqilayotgan turdagi qoplamali elektrodlar metallning atmosferadan ishonchli himoyasini yaratish (chokdagi azot miqdori 0,021%) bilan bir qatorda metallni kremniy (0,3 – 0,4%) va marganets (0,8 – 1,0%) bilan qo'shimcha ravishda legirlaydi, bunga kremniy hamda marganetsning qoplamadagi ferrosilitsiy va ferromarganets payvandlash vannasiga o'tishi sabab bo'ladi.

Asosli qoplama qiziganda va eriganda kalsiy karbonat ushbu reaksiya bo'yicha tarkibiy qismlarga ajraladi:

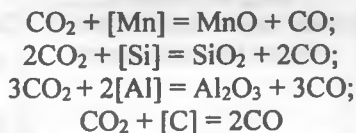


CaCO_3 ning tarkibiy qismlarga ajralish qayishqoqligi quyidagi tenglama bilan taxminan tavsiflanadi:

$$PCO_2 = - 9300/T + 7,85$$

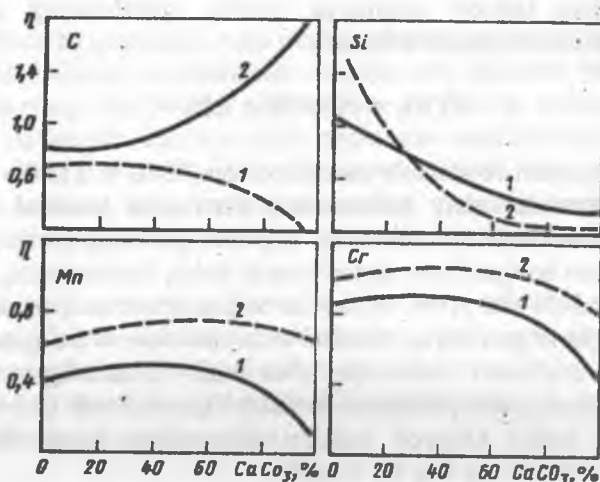
Bu tenglamadan foydalanib parsial bosimi $PCO_2 = 0,1\text{MPa}$ bo'lgan havo atmosferasida kalsiy karbonatning parchalana boshlash harorati 910°C ni tashkil etishini, karbonat angidrid gazining parsial bosimi 300 Pa dan past bo'lgan havo atmosferasida kalsiy karbonatning tarkibiy qismlarga ajralishi esa 510°C haroratda boshlanishini aniqlash mumkin. Karbonat angidrid gazi suyuq metallni aktiv oksidlovchi bo'lgani uchun, ayni turdagi qoplamali elektrodlar bilan eritib qoplanadigan metallda ma'lum miqdorda qoldiq kislorod bo'lishini kutish kerak (5.5-jadvalga qarang), bu qoldiq kislorod miqdori kisloroddan tozalovchilarning tarkibi hamda miqdoriga bog'liq bo'ladi.

YOH-13/55 elektrodlarining asosli qoplamasi eriganda hosil bo'luvchi gazli fazaning tarkibi quyidagichadir: 23,1% CO_2 ; 57,6% CO ; 5,13% H_2 ; 11,4% H_2O ; 2,77% C_nH_m



Aytib o'tilgan reaksiya 700°C haroratdayoq chapdan o'ngga tomon, deyarli qaytmas tarzda kechadi. Gazli fazada suv bug'lari va vodorod miqdori ko'p bo'lishi natriy va kaliy (bog'lovchi) silikatlarining nomi borligi bilan tushuntiriladi.

Turli nisbatlardagi marmar va plavik shpati ko'rib chiqilayotgan turdagi qoplamaning asosi hisoblanadi. Marmar – plavik shpati tizimi A.A.Yeroxin tomonidan mufassal tadqiq qilingan. 5.10-rasmda ikki markadagi simlar uchun o'tish koeffitsiyentlarining o'rtacha qiymatlari keltirilgan. $\text{CaCO}_3 - \text{CaF}_2$ tizimida Mn uchun egri chiziqlarda maksimum va Si uchun egri chiziqlarda bukilish mavjud bo'lib, buni metallning marmar bilan oksidlanishini, bir tomondan, ajralib chiqadigan CO_2 miqdoriga, ikkinchi tomondan, hosil bo'ladigan shlakning kimyoviy tarkibiga bog'liqligi bilan tushuntirish mumkin.



5.10-rasm. Qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda $CaCO_3/F_2$ nisbat turlicha bo'lganda $CaCO_3 - F_2$ ($K_{QM} = 0,3$) o'tish koeffitsiyentlari:

1 – Св-18ГСА markali simdan tayyorlangan sterjen; 2 – Св-06Х19Н9Т markali simdan ishlangan sterjen.

5.5-jadval

УОНН-13/55 elektrodleri bilan payvandlashda chok metallining elektrod simining tarkibiga qiyosiy kimyoviy tarkibi, %

Tadqiqot obyekti	C	Si	Mn	S	P	Kislorod		Azot [N]
						Umumiy [O]	[FeO] ko'rinishida	
Св-08А markali sim	0,08	Izlar	0,56	0,022	0,018	0,018	0,007	0,004
Chok metalli	0,10	0,34	0,90	0,017	0,022	0,026	0,0171	0,021

5.6-jadval

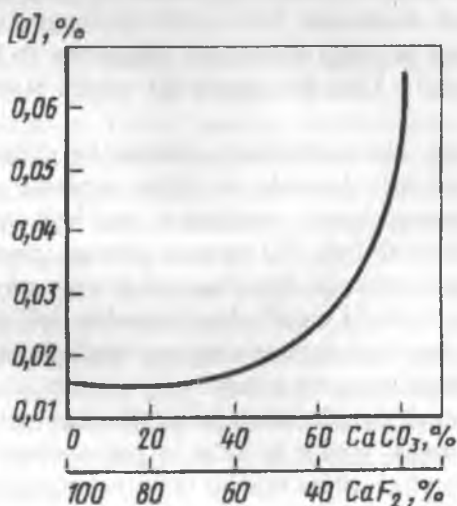
Kam uglerodli po'latlarni asos qoplamali ayrim elektrodlar bilan payvandlashda hosil bo'luvchi shlaklarning kimyoviy tarkibi, %

Asos qoplamali elektrod markalari	SiO ₂	CaO	MnO	FeO	TiO ₂
УОНН-13/55	17,8	44,6	3,45	1,13	1,63
ЦУ-1	26,4	43,5	4,34	2,0	3,07

Asos qoplamali elektrod markalari	Al_2O_3	N_2O , K_2O	CaF_2	S	P
УОНН-13/55	8,03	3,61	19,75	0,014	0,018
ЦУ-1	10,13	2,6	7,96	0,015	0,015

Qoplamada CaCO_3 ko'payishi bilan gazli faza PCO_2 ning oksidlash imkoniyati va shlakning asoslilikligi ortadi. Bu omillar kremniyning oksidlanishiga imkon beradi. Marganets haqida gapiradigan bo'lsak, PCO_2 ning ortishi uning oksidlanishiga ko'maklashadi. Yuzaga keladigan shlakning asoslilikligi esa, qoplamada CaCO_3 ko'payishi bilan marganetsning isrof bo'lishini kamaytiradi.

Qoplama tarkibida 50% gacha marmar bo'lganda, eritib qoplangan metallning oksidlanish darajasi deyarli o'zgarmaydi. Ammo marmar miqdori bundan ko'payganda, oksidlanish darajasi tez ortadi (5.11-rasm). Buni, chamasi, metallda kremniy miqdori keskin ozayishi (0,1% gacha) bilan tushuntirish mumkin.

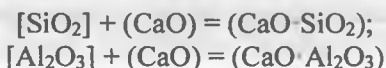


5.11-rasm. Qoplama massasining koeffitsiyenti $K_{Q,M} = 0,32$ bo'lganda, eritib qoplangan metalldagi kislorod miqdorining elektrodning CaCO_3 - CaF_2 binar qoplamasidagi marmar miqdoriga bog'liqligi.

Shunday qilib, asosiy turdagi elektrodning gazli fazasi payvandlash vannasining barcha harorat intervalida suyuq metallga nisbatan

oksidlovchi tavsifga ega bo'ladi. Ayni paytda, asosli qoplamalar eriganda yuzaga keluvchi shlaklar, ulardagi temir oksidlari miqdori kamligi tufayli metallning oksidlanishida hech qancha jiddiy ahamiyat kasb etmasligi mumkin. Ammo qoplama tarkibida SiO_2 miqdori ko'payishi bilan (5.7) va (5.8) reaksiyalarning ahamiyati ortadi. Natijada УОНН-13/55 markali elektrodlar qoplamasining shixtasi tarkibidan kvarsli qumning batamom chiqib ketishi (5.7) va (5.8) reaksiyalarning to'xtashiga yordam beradi, oqibatda chok metallidagi kislorodning umumiy miqdori kamayadi.

Asosli shlakning tozalash qobiliyati yuqoriligi erigan metall dan kisloroddan tozalash mahsullari ushbu reaksiyalar bo'yicha chiqib ketishiga ko'maklashadi:

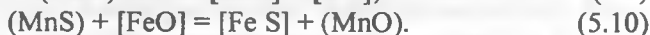


Shu tufayli, asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda chok metallida kislorod miqdori odatda 0,04% dan ko'p bo'lmaydi.

Asos qoplamali elektrodlar bilan eritib qoplangan metall, kimyoviy tarkibigi ko'ra tinch po'latga mos keladi, marganets va kremniy miqdori esa mos ravishda 0,5 – 1,5% Mn hamda 0,3 – 0,6% Si doirasida o'zgarib turadi.

Mazkur turdagi elektrodning qasmoq bo'yicha payvandlashda g'ovakdorlikka sezilarli darajada moyilligi qoplama eriganda yuzaga keluvchi shlaklarning temir oksidlarini bog'lash qobiliyati yetarli emasligi bilan tushuntiriladi (5.7-rasmga qarang), chunki asosli shlak FeO ning aktivligini oshiradi. Shu munosabat bilan, payvandlanayotgan qirralarda qasmoq bo'lishi metall-shlak tizimida FeO miqdori ko'payishiga va kremniy hamda marganetsning payvandlash vannasi tomonidan to'liq o'zlashtirilmasligiga olib keladi.

Asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda metallning kisloroddan tozalanish darajasi yuqori bo'lishi va payvandlash vannasida marganets miqdori ko'pligi ushbu turdagi reaksiyalarning to'xtab qolishiga olib keladi:



Shu sababli, sulfidli fazada marganets sulfid miqdori nisbatan ko'p bo'ladi.

5.7-jadvalda kam uglerodli po'latda kislota qoplamali (OMM-5) hamda asos qoplamali elektrodlar (YOHI-13/55) bilan hosil qilingan choklar metallidagi sulfidlar miqdori keltirilgan.

5.7-jadval

Kislota va asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda choklar metallining kimyoviy tarkibi hamda ulardagi sulfidli fazaning miqdori

Elektrodlar markasi	C	Mn	Si	S	[O]	Sulfidlar miqdori, %	
						MnS	FeS
OMM-5	0,08	0,89	0,09	0,022	0,052	0,018	0,041
YOHI-13/55	0,1	0,9	0,3	0,021	0,02	0,038	0,019

Chok metallida oksidli qo'shilmalar miqdorining kamligi va YOHI-13/55 elektrodleri bilan payvandlashda sulfidli fazalarning qulay tarkibi bilan birgalikda chokning qayishqoqlik xossalari oshishiga hamda issiq darzlar hosil bo'lishiga qarshiligini oshirishga yordam beradi (5.8-jadval).

Asos qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan choklar metallining mexanik tavsiflari qulay bo'lishiga qaramay, ushbu elektrodlar, texnologik tavsiflariga ko'ra, boshqa elektrodlardan orqada turadi, chunki qoplamadagi ftorli birikmalar miqdori ko'pligi tufayli yoyning o'zgarma tok bilan ta'minlanishini talab qiladi, shuningdek, g'ovaklar yuzaga kelish ehtimoli borligi sababli, payvandlanadigan qirralar sirti-dagi namlik, zang va qasmoqqa sezgir bo'ladi.

Kisloroddan tozalash qobiliyati yuqoriligi tufayli asosli qoplamalar perlitli, austenitli, ferritli klasslardagi konstruksion po'latlardan, shuningdek, perlitli klassdagi uglerodli po'latlardan tayyorlangan muhim buyumlarni payvandlashda keng ko'lamda qo'llaniladi. Mazkur qoplamalardagi tegishli kisloroddan tozalovchilar va legirlovchi qo'shimchalar miqdori payvandlanadigan po'latlar va elektrod sterjenlarining tarkibi bilan aniqlanadi.

5.8-jadval

Asos qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan choklar metallining mexanik xossalari

Elektrod markasi	Vaqtin-chalik qarshili-	Oquv- chanlik chegara-	Nisbiy uzayishi, %	Nisbiy torayishi, %	Quyidagi haroratda zarbiy
------------------	-------------------------	------------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------------

	gi, MPa	si, MPa			qovushqoqligi KCV, J/sm ²	
					20 °C	- 40 °C
Asos qoplamali elektrodlarning o'zgarish che- garalari	500-600	350-450	26-30	70-80	150- 250	60-100
УОНН-13/55	525	420	28	71	240	70
Izoh: УОНН-13/55 elektrolari uchun o'rtacha ma'lumotlar keltirilgan.						

5.4. Rutil qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar

Bunday elektrodلarning shlak hosil qiluvchi asosini rutil konsentrati, turli alyumosilikatlar (slyuda, dala shpati, kaolin va boshqalar) hamda karbonatlar (marmar, magnezit) tashkil qiladi.

Ma'lum rutil qoplamalarni shartli ravishda ikki guruhga: rutil-alyumosilikatli va rutil-karbonatli guruhlariga ajratish mumkin. Birinchi guruhdagi qoplamalarning shlak hosil qiluvchi asosini rutil hamda har xil alyumosilikatlar tashkil etadi. Ularda karbonatlar miqdori odatda 5% dan oshmaydi. Ayni guruhning o'ziga xos vakili sifatida CM-9 markali elektrodlar qoplamasini ko'rib chiqish mumkin. Uning tarkibi quyidagichadir: 48% TiO₂; 5% MgCO₃; 30% dala shpati; 15% ferromarganets; 2% dekstrin. Aralashmaga 30% gacha suyuq shisha qo'shiladi. Qoplama massasining koeffitsiyenti 30 – 34% ni tashkil etadi.

Ikkinchi guruhdagi qoplamalarda 10 – 15% karbonatlar bo'ladi. Rutil qoplamada asosiy oksidlovchilar suv bug'lari va karbonat angidrid gazidan iborat, deb hisoblanadi. Lekin eritib qoplanadigan metallda kislorod miqdorining ko'pligi (0,11% gacha) bunda marganets, kremniy, titan va hatto alyuminiyning oksidlanish - qayta tiklanish reaksiyalari muhim ahamiyatga ega bo'lishidan dalolat beradi.

CM-9 markali elektrod bilan hosil qilingan chok metallining kimyoviy tarkibi 5.9-jadvalda keltirilgan.

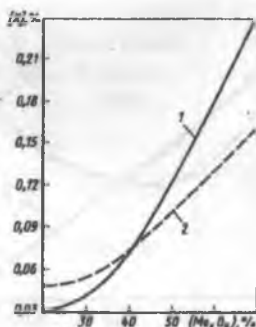
**CM-9 markali elektrodlar bilan payvandlashda chok metallining
elektrod simining tarkibi bilan qiyosiy kimyoviy tarkibi, %**

Tadqiqot obyekti	C	Si	Mn	S	P	Kislorod		Azot [N]
						Umumi y [O]	[FeO] ko'rinishida	
Cb-08A markali sim	0,1	0,03	0,41	0,037	0,027	0,02	-	0,004
Chok metalli	0,12	0,29	0,53	0,042	0,039	0,11	0,034	0,02

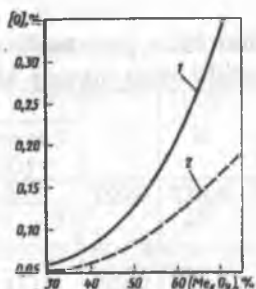
Keltirilgan chok metallining tarkibi, shuningdek, undagi kislorod miqdori kremniyning qayta tiklanish jarayoni kechishidan dalolat beradi. Ravshanki, kremniyning qayta tiklanishi (5.7) va (5.8) reaksiyalar bo'yicha amalga oshadi. Yuzaga keluvchi shlakning kislotaliligi [27,2% SiO₂; 43,2% TiO₂; 14,7% MnO; 5,2% Al₂O₃; 2,2% MgO; 0,3% CaO; 3,7% FeO; 3% (Na₂O + K₂O)] bunday reaksiyalar aktiv kechishiga yordam beradi. Kremniy qayta tiklanishi bilan bir vaqtda titan va alyuminiyning qayta tiklanish reaksiyalari ham sodir bo'lmog'i lozim:



(5.11) va (5.12) reaksiyalarning kechishi 5.12 hamda 5.13-rasmlarda ko'rsatilgan. Titan va alyuminiyning qayta tiklanish jarayonlari, kremniyning qayta tiklanish jarayonlari kabi eritib qoplanayotgan metallda kislorod miqdori ko'payishiga ko'maklashadi.



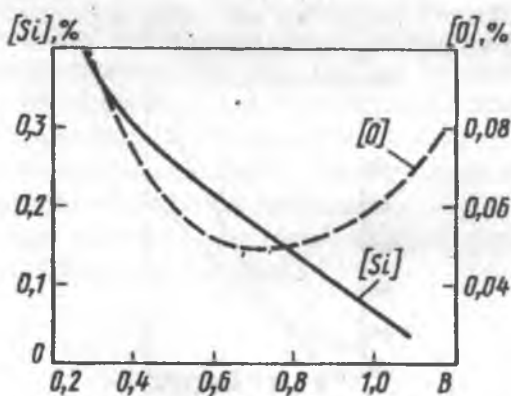
5.12-rasm. Eritib qoplangan metallidagi alyuminiy (1) va titan (2) miqdorining elektrod qoplamasidagi ular oksidlarining miqdoriga bog'liqligi.



5.13-rasm. Eritib qoplangan metallidagi kislorod miqdorining elektrod qoplamasidagi alyuminiy (1) va titan (2) oksidlari miqdoriga bog'liqligi.

Rutil-karbonat qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda kremniyning qayta tiklanish jarayoni rutil-alyumosilikat qoplamali elektrod bilan payvandlashdagiga nisbatan sustroq avj oladi. Bunga shlakning asosiligi yuqoriroqligi hamda gazli himoya muhitining oksidlash imkoniyati yaxshiroqligi yordam beradi.

Shlakning asosiligi ortishi bilan chok metallidagi kislorod miqdori kamayadi (5.14-rasm). Umuman olganda, rutil qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda eritib qoplangan metallidagi kislorod miqdori kislota qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagiga qaraganda ancha kam bo'lishini tan olish kerak.



5.14-rasm. Chok metallidagi rutil shlakidagi V ning asosililigiga bog'liq bo'lgan kislorod va kremniy miqdori.

Shu bilan bir qatorda, rutil qoplamali elektrodlar boshqa turdagi elektrodlariga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega, xususan, choklarning asosiy metallga ravon o'tgan holda a'lo darajada shakllanishini, metallning sachrab isrof bo'lishi kamayishini, shlak qobig'ining oson ajralishini, o'zgaruvchan tokda payvandlashda yoy barqaror yonishini ta'minlaydi. Rutil qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan chok metalli yoy o'zgarib turganda (tebranganda), nam va zanglagan metallni payvandlashda, oksidlangan yuzalar bo'yicha payvandlashda g'ovaklar yuzaga kelishiga kamroq moyil bo'ladi. Ko'rib chiqilayotgan turdagi elektrodlar bilan payvandlashda g'ovaklar yuzaga kelish sabablari kislotali qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi kabidir. Choklar metallining darzlar paydo bo'lishiga chidamliligi kislotali qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagidan biroz pastdir.

Rutil qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan choklar metallining o'ziga xos mexanik xossalari 5.10-jadvalda keltirilgan. Chok metallining hamda payvand birikmaning mexanik xossalariga ko'ra, rutil qoplamali elektrodlar 342 va 346 turlariga kiradi va kam uglerodli hamda kam legirlangan po'latlardan qilingan muhim konstruksiyalarni payvandlash uchun mo'ljallangan.

Payvandlash-texnologik xossalari, mexanik tavsiflari yuqoriligi va sanitariya-gigiyena ko'rsatkichlari qulayligi tufayli, rutil qoplamali elektrodlar xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida keng ko'lamda qo'llaniladi.

5.10-jadval

Rutil qoplamali elektrodlar bilan hosil qilingan choklar metallining o'ziga xos mexanik tavsiflari

Qoplama turi	Vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Oquvchanlik chegarasi, MPa	Nisbiy uzayishi, %	Quyidagi haroratda zarbiy qovushqoqligi KCV, J/sm ²	
				20	- 40
Rutil-karbonatli	450-490	350-400	25-28	120-160	80-110
Rutil-alyumosilikatli	470-500	350-390	22-28	100-140	60-100

Nazorat savollari

1. Elektrod qoplamalariga qanday vazifalar qo'yiladi?
2. Asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda qanday metallurgik jarayonlar sodir bo'ladi?
3. Oksidlovchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda qanday metallurgik jarayonlar sodir bo'ladi?
4. Rutil qoplamasi qanday guruhlariga ajratiladi?

6-BOB. GAZ ALANGASI BILAN ISHLOV BERISHDA ISHLATILADIGAN PAYVANDLASH MATERIALLARI

6.1. Kislorod

Materiallarga har bir gaz alangasi bilan ishlov berish jarayonida, jarayonning nomi aytib turganidek, yonuvchi gazni kislorod yoki havo bilan aralashmasi yonishi natijasida yuzaga keluvchi gaz alangasi ishtirok etishi zarur.

Barcha jarayonlarda kislorod yonuvchi gazning yonishini ta'minlaydi, kislorod bilan kesish jarayonida esa o'ziga xos kesuvchi asbob bo'lib hisoblanadi. U deyarli hamma kimyoviy elementlar bilan birikmalar (oksidlar) hosil qiladi. Inert gazlar va asil metallar bundan mustasnodir. Kislorodning yonuvchi gazlar bilan muayyan nisbatlardagi aralashmasi portlash jihatidan xavflidir.

Atmosfera bosimida va odatdagi haroratda kislorod rangsiz hamda hidsiz gazdan iborat bo'ladi. U havodan birmuncha og'irroq. Atmosfera bosimida va 20°C haroratda 1m³ kislorodning og'irligi 1,33 kg ga teng. Yonuvchi gazlarning va yonuvchi suyuqlik bug'larining toza kislorodda yonishi shiddatli, katta tezlik bilan kechadi, yonish zonasida esa yuqori harorat yuzaga keladi.

Payvandlash joyida metall tez erishi uchun zarur bo'lgan yuqori haroratli payvandlash alangasini hosil qilish maqsadida yonuvchi gaz yoki yonuvchi suyuqliklar bug'lari toza kislorod bilan aralashma holda yondiriladi. Agar gazning yonishi tarkibida hajm bo'yicha faqat 1/5 qism kislorod bo'lgan (qolganini azot tashkil etadi) havoda yuz bersa, u holda payvandlash alangasining harorati gaz toza kislorodda yonganiga nisbatan ancha past bo'ladi.

Siqilgan gazsimon kislorod moylar yoki yog'larga tekkanda ular o'z-o'zidan alanga olishi, bu esa yong'in yoki portlashga sabab bo'lishi mumkin. Shu bois kislorod ballonlari yoki apparatlari bilan ishlayotganda ularga hatto juda oz miqdorda moy yoxud yog'lar tushmasligini sinchiklab kuzatish shart. G'ovakdor moddalar (ko'mir, qurum, kigiz, paxta va boshqalar) ga suyuq kislorod shimilishi ayniqsa xavflidir, chunki bunda ular kuchli portlovchan moddalarga aylanadi. Kislorodning yonuvchi gazlar va yonuvchi suyuqliklar bug'lari bilan aralashmasi kislorod hamda yonuvchi moddalarning muayyan nisbatida portlaydi.

Texnik kislorod atmosfera havosidan olinadi. Buning uchun havoga havo ajratish qurilmalarida ishlov beriladi, bu yerda u chang, karbonat

kislotadan tozalanadi va namdan quritiladi. Bunda havo kompressor vositasida zarur bosimgacha ($6 \text{ dan } 180 \text{ kgs/sm}^2$ gacha) siqiladi. Zarur bosim qurilmaning ish sikli bilan aniqlanadi. Keyin siqilgan havo su-yulguncha issiqlik almashgichda sovutiladi. Shundan so'ng u kislorod va azotga ajratiladi. Havoning ajralish jarayoni suyuq kislorodning qaynash harorati suyuq azotning qaynash haroratidan taxminan 13°C yuqori bo'lgani tufayli yuz beradi. Azot oson qaynaydigan gaz bo'lgani uchun, birinchi bo'lib bug'lanadi va havoni ajratadigan qurilmadan yana atmosferaga chiqib ketadi. Suyuq toza kislorod havoni ajratadigan qurilmada to'planadi, bug'lanadi va gazgolderda yig'iladi, bu yerdan u maxsus kompressor yordamida ballonlarga 165 kgs/sm^2 bosim ostida tortib olinadi. Payvandlash joyiga kislorod quvur orqali $5 \text{ dan } 30 \text{ kgs/sm}^2$ bosim ostida berilishi mumkin.

183°C haroratda va atmosfera bosimida kislorod harakatlanuvchi, oson bug'lanuvchi zangori suyuqlikka aylanadi. Bunda u egallaydigan hajm taxminan 860 baravar kamayadi. Suyuq kislorod qizdirilganda bug'lanadi va yana gazga aylanadi: 1 dm^3 suyuq kislorod bug'langanda 860 dm^3 yoki $0,86 \text{ m}^3$ gazsimon kislorod beradi (atmosfera bosimida va 20°C haroratda); 1 kg suyuq kislorod bug'langanda $0,75 \text{ m}^3$ gazsimon kislorod beradi (atmosfera bosimida va 20°C haroratda).

Sanoatda suyuq kislorod olishga mo'ljallangan qurilmalardan ham keng ko'lamda foydalaniladi.

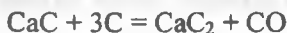
Suyuq kislorod issiqlik o'tkazmaydigan maxsus idishlarda saqlanadi va tashiladi. Metallarni payvandlash va kesish uchun foydalanishda suyuq kislorod avval gazga aylantiriladi. Buning uchun payvandlash va kesish ishlari amalga oshiriladigan korxonalarda suyuq kislorod uchun bug'latkichlari bo'lgan gazifikatorlar yoki nasoslar o'rnatiladi.

Payvandlash va kesish uchun uch navdagi texnik kislorod ishlab chiqariladi: tozaligi hajm bo'yicha $99,5\%$ dan kam bo'lmagan oliy navli; tozaligi kamida $99,2\%$ bo'lgan birinchi navli; tozaligi $98,5\%$ dan kam bo'lmagan ikkinchi navli. Qolgan $0,5 - 1,5\%$ ni azot va argon tashkil etadi.

Texnikada kisloroddan po'lat, cho'yan, rangli metallar, yonuvchi gazlar, kimyoviy mahsulotlar va boshqalar olish jarayonlarini tezlashtirish (jadallashtirish) uchun ham foydalaniladi. Bu jarayonlarda havo o'rniga kislorod ishlatiladi yoki agregatlarga beriladigan havo kislorod bilan boyitiladi. Shu yo'l bilan yonish va oksidlanish jarayonlarini tezlashtirishga erishiladi, natijada asosiy mahsulot chiqishi ortadi.

6.2. Kalsiy karbidi

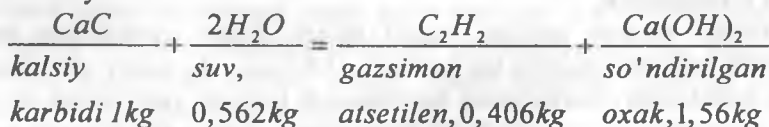
Kalsiy karbidi kalsiyning uglerod bilan birikmasi bo'lib (kimyoviy formulasi CaC_2), yonuvchi gaz – atsetilen olish uchun ishlatiladi. Kalsiy karbidi, tashqi ko'rinishiga ko'ra, to'q kulrang yoki jigarrang qattiq jismdan iborat. Kalsiy karbidi koks va so'ndirilmagan ohakni qizdiruvchi elektr pechlarda 1900 – 2300°C haroratda qotishtirish yo'li bilan olinadi, bunda ushbu reaksiya kechadi:



Qotishtirilgan kalsiy karbidi pechdan maxsus qoliplar (nalojnitsa) ga qo'yilib, bu yerda soviydi va keyin maydalanadi, 2 dan 80 mm gacha bo'laklarga saralanadi. Tayyor bo'lgan kalsiy karbidi tombop tunukadan qilingan 100 va 130 kg sig'imli zich yopiladigan barabanlarga joylanadi. Tovar ko'rinishidagi karbidida 2 mm dan kichik o'lchamli zarralar (chang) 3% dan ortiq bo'lmasligi kerak.

Kalsiy karbidi suv bilan o'zaro ta'sirlashganda parchalanib, gazsimon atsetilen ajratib chiqaradi va ohakni qoldiq qilib qoldiradi, bu ohak chiqindi sanaladi.

Kalsiy karbidining suv ta'sirida parchalanish reaksiyasi quyidagi sxema bo'yicha kechadi:



Raqamlar 1kg kalsiy karbidi parchalanishi uchun zarur bo'lgan nazariy suv miqdorini va kimyoviy toza 1kg kalsiy karbididan olinadigan atsetilen hamda so'ndirilgan ohakning nazariy miqdorini ko'rsatadi. Reaksiyadan ko'rinib turganidek, 1kg toza kalsiy karbidi 0,406 kg atsetilen beradi. 1kg/sm² ga teng mutlaq bosimda va 20°C da 1m³ atsetilennning og'irligi 1,09 kg bo'lgani uchun, 1kg kimyoviy toza kalsiy karbididan nazariy jihatdan 0,406:1,09 = 0,372 yoki 372 dm³ atsetilen olish mumkin ekan.

Texnik kalsiy karbidi tarkibida odatda ko'pi bilan 70 – 80% miqdorida kimyoviy toza kalsiy karbidi bo'ladi, qolganini har xil aralashmalar, asosan so'ndirilmagan ohak tashkil etadi. Shu bois, 1kg texnik kalsiy karbididan 230 – 280 dm³ gacha atsetilen olish mumkin. Davlat standarti

(ГОСТ 1460-56) da kalsiy karbidi bo'laklarining quyidagi o'lchamlari (granulatsiyasi) belgilab qo'yilgan: 2×8; 8×15; 15×25; 25×80mm. Bo'laklar qancha yirik bo'lsa, shuncha ko'p atsetilen olinadi.

Agar atsetilenning suvda erishiga va atsetilen generatorini puflashga isrof bo'lishini hisobga olinadigan bo'lsa, u holda 1m³ (1000 dm³) atsetilen olish uchun amalda 4,3 – 4,5 kg kalsiy karbidi sarflashga to'g'ri keladi.

Kalsiy karbidi suvni yutoqib shimadi. Kalsiy karbidi parchalana va atsetilen ajratib chiqara boshlashi uchun havoda suv bug'lari bo'lishi yetarlidir.

Kalsiy karbidining suv ta'sirida parchalanishi ancha tez kechadi va bunda ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqib, uning miqdori 1kg kalsiy karbidi hisobiga 400 – 450 katta kaloriyaga yetadi. Kalsiy karbidining bo'laklari qancha mayda bo'lsa, uning parchalanishi shuncha tez kechadi. 50×80 mm o'lchamli kalsiy karbidi 13 daqiqa, 8×15 mm o'lchamlilari esa 6,5 daqiqa ichida batamom parchalanib bo'ladi. Karbid changi suv bilan ho'llanganda deyarli bir zumda parchalanadi. Shu sababli, karbid changini kalsiy karbidi bo'laklarida ishlashga mo'ljallangan odatdagi atsetilen generatorlarida ishlatish mumkin emas, chunki bu generatordagi atsetilenning o't olish va hatto portlashiga olib kelishi mumkin. Karbid changini parchalash uchun maxsus konstruksiyadagi generatorlardan foydalaniladi.

Suvning harorati qancha yuqori bo'lsa, kalsiy karbidining parchalanish jarayoni shuncha tez kechadi. Osh tuzi yoki kalsiy xloridning suvda erishi kalsiy karbidining parchalanish tezligini pasaytiradi va bu bilan generatorning unumdorligini kamaytiradi. Kalsiy xlorid ayrim hollarda qishda ochiq havoda ishlaganda generatordagi suv muzlab qolishining oldini olish uchun qo'llaniladi. Agar suv kalsiy karbidi parchalanganda hosil bo'luvchi so'ndirilgan ohak bilan juda ifloslangan bo'lsa ham, parchalanish reaksiyasi sekinlashadi.

Kalsiy karbidini parchalashda atsetilen yaxshiroq sovishi uchun, yuqorida keltirilgan formulaga muvofiq hisoblab aniqlangan nazariy suv miqdoridan ancha ortiq miqdorda suv ishlatiladi. 1kg kalsiy karbidi parchalash uchun 0,56 kg (0,56 dm³) nazariy suv miqdori o'rniga amalda 5 – 20 dm³ miqdorida suv ishlatiladi. Natijada kalsiy karbidining parchalanish jarayoni xavfsizroq kechadi. Bunda generatordan chiqayotgan atsetilenning harorati atrof-muhit haroratidan atigi 10 – 15°C yuqori bo'ladi.

Hozirgi paytda kalsiy karbidini parchalashning “quruq” usuli qo‘llanilmoqda. Ayni usulga ko‘ra, kichik qilib maydalangan 1kg kalsiy karbidi hisobiga generatorga 1 – 1,2 dm³ miqdorida suv beriladi. Bu suvning bir qismi parchalanish reaksiyasiga sarflanadi, qolgani esa bug‘lanib ketadi, bunga kalsiy karbidi parchalanganda ajralib chiqadigan issiqlikning asosiy miqdori sarf bo‘ladi. Bu jarayonda so‘ndirilgan ohak suyuq ohak balchig‘i ko‘rinishida emas, balki quruq “momiq” ko‘rinishida hosil bo‘ladi, bunday ohakni olib tashlash va tashish ancha arzonga tushadi.

6.3. Atsetilen

Atsetilen (kimyoviy formulasi C₂H₂) uglerod va vodorodning kimyoviy birikmasi hisoblanadi. Bu o‘ziga xos dimog‘ni yoradigan hidli yonuvchi rangsiz gazdir. Atsetilendan uzoq nafas olish bosh og‘rig‘i, ko‘ngil aynishi, ba‘zan esa umumiy kuchli zaharlanishni keltirib chiqaradi. Atsetilen havodan yengil – 20°C va atmosfera bosimida 1m³ atsetilenning og‘irligi 1,09 kg bo‘ladi.

Atsetilen, ayniqsa, uning havo yoki toza kislorod bilan aralashmasi xavfli gaz hisoblanadi. Atsetilenning havo bilan aralashmasi, agar unda hajm bo‘yicha 2,2 – 81% atsetilen bo‘lsa, portlaydi. Atsetilenning toza kislorod bilan aralashmasi, unda hajm bo‘yicha 2,8 – 81% atsetilen bo‘lganda portlash jihatidan xavflidir. Atsetilen-havo yoki atsetilen-kislorod aralashmasi uchqun, alanga, kuchli mahalliy qizish va boshqalar ta‘sirida portlashi mumkin.

Toza atsetilen bosimi 1,5 kgs/sm² dan yuqori bo‘lganda va 450 – 500°C gacha tez qizigandagina portlash jihatidan xavflidir.

Atsetilen yoki uning havo yoxud kislorod aralashmasi portlaganda ko‘p miqdorda issiqlik ajralib chiqadi, oqibatda harorat va bosim kuchli ko‘tariladi. Bunday portlashlar kattagina yemirilish va baxtsiz hodisalar-ga olib kelishi mumkin. Shu bois kalsiy karbidi va atsetilen bilan ishlayotganda alohida ehtiyotkorlik hamda xavfsizlik texnikasi qoidalariga qattiq rioya qilish talab etiladi.

Atsetilen ishlab chiqarishning yangi usuli – tabiiy gaz (metan) dan uni kislorod bilan termik oksidlab piroliz qilish yo‘li bilan olish keng ko‘lamda qo‘llanilmoqda. Metan bilan kislorod aralashmasi reaktorlarda 1500°C haroratda yondiriladi. Hosil bo‘lgan gazlarda 8% gacha atsetilen, 54% vodorod, 26% uglerod oksidlari bo‘ladi, qolganini aralashmalar tashkil qiladi. Gazlardan 99,5% tozalikdagi atsetilen ajratib

olinadi, gazlarning qolgan qismi esa ammiak va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. Atsetilenni tabiiy gazdan olish kalsiy karbididan olishga qaraganda 30 – 40% arzonga tushadi.

Atsetilen o'rnini bosuvchi gazlar. Metallarni kesish va payvandlashda atsetilendan tashqari, talay yonuvchi gazlardan va yonuvchi suyuqliklar bug'laridan foydalanish mumkin. Payvandlash chog'ida metallning samarali qizishi va erishiga erishish uchun alanganing harorati payvandlanayotgan metallning erish haroratidan taxminan ikki baravar yuqori bo'lgani ma'qul. Shuning uchun erish harorati po'lat (alyuminiy va uning qotishmalari, latun, qo'rg'oshin) ning erish haroratidan past bo'lgan metallarni payvandlash, kavsharlash va hokazolardagina atsetilen o'rnini bosuvchi gazlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Kislorod bilan kesishda atsetilendan foydalanish shart emas va kislorod bilan aralashmasi yonganda harorati 1800°C dan past bo'lmagan alanga berish mumkin bo'lgan boshqa yonuvchi gazlar ishlatish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

1m³ yoki 1kg gaz to'liq yonganda hosil bo'luvchi kilokaloriyadagi issiqlik miqdori *gazning issiqlik chiqarish qobiliyati* deyiladi. Gazning issiqlik chiqarish qobiliyati qancha yuqori bo'lsa, u metallarni payvandlash va kesish maqsadlariga shuncha yaroqli bo'ladi.

Yonuvchi gazlar yonishi uchun payvandlash gorelkasi yoki keskichga uzatiladigan kislorod miqdori turlicha bo'lishi talab qilinadi. 6.1-jadvalda gaz alangasida payvandlash va kesish uchun ishlatiladigan yonuvchi gazlarning asosiy tavsiflari keltirilgan hamda ular qo'llaniladigan sohalar ko'rsatilgan.

Agar berilgan metallni payvandlash yoki kesish uchun zarur bo'ladigan atsetilenning m³/soatdagi sarfi ma'lum bo'lsa, u holda almashtirish koeffitsiyentidan foydalanib, atsetilenning o'rnini bosuvchi istalgan yonuvchi gaz sarfini ham aniqlash mumkin.

Almashtirish koeffitsiyenti (K_g) deb, atsetilenning issiqlik chiqarish qobiliyatini ($Q_a = 12600$ kkal/m³) berilgan yonuvchi gazning (Q_g) issiqlik chiqarish qobiliyatiga nisbatiga aytiladi:

$$K_g = \frac{Q_a}{Q_g} = \frac{12600}{Q_g}$$

Misol. Po'latni kesish uchun $V_a = 1500$ dm³/soat miqdorida atsetilen ishlatiladi. Kesishning barcha shart-sharoitlari uchun metan sarfi aniqlansin. 6.1-jadvaldan metanning issiqlik chiqarish qobiliyati $Q_g = 8000$ kkal/m³ ni aniqlaymiz; tabiiy gaz uchun almashtirish koeffitsiyenti

$K_g = \frac{12600}{8000}$ ga teng va izlanayotgan sarf ushbuni tashkil etadi:

$$V_g = K_g V_a = 1,58 \cdot 1500 = 2400 \text{ dm}^3/\text{soat}$$

6.1-jadval

Gaz alangasida payvandlash va kesish uchun ishlatiladigan yonuvchi gazlarning asosiy tavsiflari hamda ular qo'llaniladigan sohalar

Nomi	Kislorodda yonganda alangasining harorati, °C	20°C da va 760 mm bosim. ust. bosimida 1 m ³ ning og'irligi	Issqlik chiqarish qobiliyati (eng past), kkal/m ³	Atsetilenni almashtirish koef. fitsiyenti	1m ³ yonilg'i uchun gorelkaga uzatiladigan kislorod miqdori, m ³	Olish usuli (payvandlash va kesish uchun)	Tashish va saqlash uchun	Qo'llaniladigan soha
Gazlar:								
Atsetilen	3150	1,09	12600	1	1,0-1,3	Kalsiy karbididan	Atsetonda eritilgan holatda ballonlarda 20°C da 19 kgs/sm ² bosim ostida	Barcha payvandlash va kesish holatlari uchun
Vodorod	2000-2100	0,084	2400	5,2	0,3-0,4	Suvni elektr toki vositasida parchalash yo'li bilan	Gazsimon ko'rinishda ballonlarda 20°C da 150 kgs/sm ² bosim ostida	2mm gacha qalinlikdagi po'latni payvandlash, latunni, al-yuminiy, qo'rg'oshinni payvandlash, kavsharlash, kislorod bilan kesish
Pirolizlangan	2300	0,65-0,85	7500-8000	1,6	1,2-1,5	Neftni parchalash orqali	Gaz quvurida	Shuning o'zi
Neftdan olingan	2300	0,63-1,45	9800-13500	1,5	1,5-1,6; keskichga 2 gacha	Neftni parchalash orqali	Gazsimon ko'rinishda ballonlarda 120-150 kgs/sm ² bosim ostida yoki quvurlarda	>>
Texnik propan	2100	1,92	21200	0,6	1,75	Zavodda neftni qayta ish-	Suyuq holatda bal-	Po'latni, cho'yan va

						ash yo'li bilan	lonlarda 16 kgs/sm ² bosim osti- da	rangli metal- larni payvandlash va kavshar- lash (4-6mm qalinlikdagi) kislorod bilan kesish
Shahar gazi	2000	0,84- 1,05	4500- 5000	2,5	1,2-1,3	Qattiq yoqilg'ini gazlashtirish orqali	Gazsimon ko'rinishda ballonlarda 150 kgs/sm ² bosim osti- da yoki quvurlarda	Oson eruvchi metallarni payvandlash, kavsharlash, kislorod bilan kesish
Koks gazi	2000	0,4- 0,55	3500- 4200	3,2	0,6	Ko'mirlarni kokslash yo'li bilan	Shuning o'zi	Shuning o'zi
Slanets gazi	2000	0,74- 0,93	3000- 3400	4,0	0,7	Yonuvchi slanetslarni gazlashtirish orqali	>>	>>
Metan	2000	0,7-0,9	8000	1,6	1-1,5	Tabiiy gaz	>>	>>
Bug'lar Kerosin bug'i	 2400- 2450	 0,8- 0,84* kg/dm ³	 10600 kkal/kg	 1,3	 1,7-2,4 m ³ (1kg kerosinga)	 Nefni qayta ishlash yo'li bilan	Suyuq ho- latda sis- temalar yoki bochkalar- da at- mosfera bosimi os- tida	Po'latlarni kislorod bilan kesish, oson eruvchi metallarni payvandlash, kavsharlash, sirtini toblash
Benzin bug'i	2500- 2600	0,7- 0,76* kg/dm ³	10000 kkal/kg	1,4	1,1—1,4 m ³ (1 kg benzinga)	Shuning o'zi	Shuning o'zi	Shuning o'zi

* Kerosin va benzin uchun suyuqlikning og'irligi ko'rsatilgan.

Atsetilen o'rnini bosuvchi gazlar sanoatning ko'pgina tarmoqlarida, shuningdek, maishiy ehtiyojlar uchun ishlatiladi. Shuning uchun ularni ishlab chiqarish va chiqarib olish keng ko'lamlarda yo'lga qo'yilgan, shu bilan birga, ular juda arzon, ularning atsetilendan asosiy afzalligi ana shundadir.

Mazkur gazlar alangasi haroratining pastroqligi tufayli ulardan foydalanish metallarning ayrim qizish va erish jarayonlari bilan cheklangan. Bir qancha hollarda bu holat gaz alangasida ishlov berish jarayonlari unumdorligini kamaytiradi ham. Ayrim gazlar va suyuq yonilg'ilar (masalan, neft gazi, propan, kerosin) yuqori haroratli alanga hosil qilish uchun

atsetilenga nisbatan kislorodning ko'proq solishtirma sarfini talab qiladi. Bundan tashqari, atsetilen o'rmini bosuvchi gazlarni ballonlarda yuqori bosim ostida uzoq masofalarga tashish tejamli emas, bu esa gaz alangasida ishlov berish uchun ushbu gazlardan foydalanishni birmuncha cheklaydi. Shu bois, bu gazlardan ular yetarli miqdorda bor bo'lgan yoki ular gaz quvurlari bo'ylab tashiladigan korxonalar va hududlarda foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Atsetilen o'rmini bosuvchi gazlar gorelka yoki keskichga gaz quvuridan beriladigan bo'lsa, har bir ish o'rni yaqinida gaz quvuri bilan gorelka orasiga tegishli gaz bosimi va sarfiga mo'ljallangan saqlovchi post zatvori o'rnatilmog'i lozim. U gaz quvurlarini alanga orqaga urganda, ularga alanga kirishidan yoki gorelka, yoxud keskichning mundaqtuklari tiqilib qolganda, gaz quvuriga kislorod kirishidan saqlash uchun zarurdir.

6.4. Siqiladigan gazlar

Odatdagi saqlash va tashish sharoitida hech qanday bosimda suyuq holatga o'tmaydigan gazlar ham atsetilen o'rmini bosuvchi siqiladigan yoki siqilgan gazlar deb ataladi. Bu ta'rifga rioya qilinadigan bo'lsa, kritik harorati amalda uchraydigan havo haroratidan past (taxminan minus 40°C past) bo'lgan barcha gazlarni siqiladigan gazlar qatoriga kiritish mumkin.

Bu yerda gap atsetilen o'rmini bosuvchi gazlar haqida ketmoqda. Atsetilenga bu ta'rif to'g'ri kelmaydi, chunki uning kritik harorati 35,7°C ga teng.

Siqiladigan gazlar jumlasiga vodorod, metan hamda koks gazi, tabiiy gaz, neft gazi va shahar gazi singari ko'p komponentli gazlar kiradi.

Quyida ayrim siqiladigan yonuvchi gazlarning xossalari ko'rib chiqiladi.

Vodorod (H_2) rangsiz, hidsiz va ta'msiz gazdir.

Vodorod barcha ma'lum gazlardan eng yengili sanaladi; u havodan 14,5 baravar yengil. Texnik vodorod sanoat ko'lamlarida suvni elektrolizlash, koks gazini chuqur sovitish usulida bo'lish (ajratish), suv bug'ini yuqori haroratda temir ishtirokida parchalash (temir-bug' yoki kontakt usuli) yoki boshqa usullar bilan olinishi mumkin.

Metallarga gaz alangasida ishlov berishda qo'llaniladigan vodorodga ГОСТ 3022-70 "Texnik vodorod" ga muvofiq talablar qo'yiladi.

Texnik vodorod, olinish usuliga ko'ra, to'rt xil markada ishlab chiqariladi: A – suvni elektrolizlab olinadigan vodorod; B – temir-bug' usulida va ferrosilitsiyni ishqor eritmasi bilan o'zaro ta'sir ettirib olinadigan vodorod; B – xlorli tuzlarni elektrolizlab olinadigan vodorod; Γ – uglevodorod gazlarini bug' yordamida o'zgartirish (konversiyalash) orqali hosil qilinadigan vodorod.

A markali vodorod eng toza hisoblanadi (vodorod miqdori 99,8% dan oz emas). B markali vodorodlarning tozalik darajasi 98% dan kam emas. B va Γ markali vodorodlarning ikki navi (1 va 2-nav) ishlab chiqariladi: B markalisining tozaligi 98,5 va 97,5%, Γ markalisiniki esa 97,5 hamda 95% bo'lishi kerak.

Vodorodda kislorodning, uglerod oksidlarining, ishqorlar, vodorod sulfid, xlor va namlikning (siqilgan va siqilmagan) vodorodlar uchun miqdori (markalar bo'yicha) FOCT 3022-70 da belgilab qo'yilgan.

Vodorodning kislorod yoki havo bilan aralashmasi portlash jihatidan konsentratsiyalari diapazonlari katta bo'lgan portlash jihatidan xavfli sanaladi.

Toza holdagi vodorod metallarga gaz alangasida ishlov berishda nisbatan kam qo'llaniladi. Ko'pincha u murakkab yonuvchi gazning komponentlaridan biri hisoblanadi.

Metan (CH_4) biroz sarimsoqqiyozi hidi bo'lgan rangsiz gazdir. Toza holdagi metan gaz alangasida ishlov berish uchun ishlatilmaydi. U tabiiy gazlarning asosiy komponenti sanaladi va boshqa siqiladigan yonuvchi gazlarning tarkibiga kiradi.

Tabiiy gazlar $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ turidagi gazsimon to'yingan uglevodorodlar aralashmalaridan iborat bo'lib, ularda metan miqdori ko'proq bo'ladi.

Tabiiy gazlar tarkibida hamma vaqt azot, suv bug'lari, ba'zan esa karbonat angidrid gazi (CO_2), shuningdek, vodorod sulfid va juda kamdan-kam hollarda vodorod ko'rinishidagi aralashmalar bo'ladi. Bu gazlarda siqiladigan tashkil etuvchilar (propan, butan va yuqoriroq molekulyar uglevodorodlar) ko'p miqdorda bo'lmagani sababli, ular tabiiy gazlardan (neft gazlaridan) farqli o'laroq, quruq gazlar deb ataladi.

Neft gazlari olinish usuliga binoan tabiiy va sun'iy (korxona) xillarga ajratiladi.

Tabiiy neft gazi neftli qatlamdagi neftda erigan bo'ladi. Neft qazib chiqarishda gaz bosimi pasayishi natijasida ajralib chiqadi. Tabiiy neft gazi neft qazib chiqarishda uning yo'ldoshi bo'lgani bois, ba'zan bu gaz hamroh yoki yo'ldosh gaz deb ataladi.

Tabiiy neft gazining asosiy komponentlari metan, etan, propan, butan va parafin qatoridagi yuqoriroq molekulyar uglevodorodlardir. Tabiiy gaz tarkibidagi tashkil etuvchilar miqdori neftdan gaz olish shart-sharoitiga va uning kimyoviy tarkibiga bog'liq.

Tabiiy neft gazi tabiiy gazdan propan, butan va yuqori molekulyar uglevodorodlar miqdori ko'pligi bilan farq qiladi, ular komprimirlanganda suyuq holatga o'tadi, bu esa ba'zan neft gazini suyultirilgan gazlar sirasiga kiritishga asos beradi.

Sun'iy (zavodda olinadigan) neft gazlari neftni qayta ishlab olinadi. Bu gazlar tarkibiga, parafin gazlari bilan bir qatorda olefin qatoridagi uglevodorodlar (etilen C_2H_4 , propilen C_3H_6 , butilen C_4H_8 , amilen C_5H_{10}) ham kiradi. Su'iy neft gazida, tabiiy neft gazidan farqli o'laroq, vodorod miqdori ancha ko'p (60% gacha) bo'ladi.

Koks gazi toshko'mirni koks batareyalarida quruq usulda haydash mahsulotlari (gazsimon) aralashmasidan iborat.

Ko'mirni qazib olish joyi va ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab, koks gazi tarkibida (hajm foizida) 40 - 60 vodorod, 20 - 30 metan, 5 - 12 uglerod oksidi, 1,5 - 4 og'ir uglevodorodlar, 1,5 - 14 azot, 2 - 3 karbonat ангидрид gazi hamda 0,4 - 1 kislorod bo'ladi.

Koks gazining yonish issiqligi nisbatan past bo'ladi, ammo shunga qaramay, arzonligi va metallurgiya zavodlarida borligi tufayli, metallarga gaz alangasida ishlov berishda atsetilenning o'rnini bosuvchi material sifatida qo'llanilmoqda.

Ishlab chiqarish joyiga koks gazi ballonlarda 150 kgs/sm^2 bosim ostida yoki gaz quvurlari bo'ylab past bosim (30 - 150 mm suv. ust.) ostida keltiriladi. Gazning bosimi yetarli bo'lmagan hollarda uni gaz bosqonlari (gazoduvki) yordamida oshirish mumkin, ammo bunda zarur xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya etilmog'i lozim.

Tozalanmagan koks gazida smolali moddalarning ancha miqdordagi bug'lari bo'ladi, ular suvga aylanganda quvurlar devorlariga, ayniqsa, apparatlarning ensiz kanallariga o'tirib, ularni bekiteb qo'yishi mumkin. Bundan tashqari, tozalanmagan koks gazida vodorod sulfid va boshqa oltingugurtli birikmalar bor bo'lib, ular misdan tayyorlangan gaz quvurlari hamda munda munda chiqish kanallari devorlarini bir-biridan ajratib qo'yadi (yemiradi). Shu sababli gaz alangasida ishlov berishda foydalaniladigan koks gazini smolali moddalar va oltingugurtli birikmalaridan tozalash kerak. Koks gazidan foydalaniladigan bo'lsa, munda munda latundan qilinmog'i lozim.

Shahar gazi murakkab yonuvchi gaz hisoblanadi. Shahar gazining asosiy komponenti odatda gazdan iborat bo'ladi. Bu gazga koks yoki generator gazi qo'shiladi.

6.5. Suyultirilgan gazlar

Suyultirilgan gazlar deb, uglevodorodlar va ularning aralashmalariga aytiladi. Ular 20°C da va 760 mm sim. ust. da gazsimon holatda bo'ladi, bosim biroz ko'tarilganda yoki harorat pasayganda suyuq holatga o'tadi.

Gazsimon holatdagi suyultirilgan gazlarning o'ziga xos xususiyatlari ancha zichligi (havodan zichroq) va shu munosabat bilan atrof-muhitga singishidan iborat. Suyultirilgan gazlarning bunday xususiyatlari ularning yer yoki pol sirtida suv singari oqib, barcha mumkin bo'lgan chuqurchalarda to'planishiga olib kelishi mumkin. Shunday hollar ham bo'lganki, idish yorilganda suyultirilgan gaz bug'lari korxonaning katta hududiga tarqalib va g'ishtin devor orqali o'tib, 100 m dan ortiq masofada joylashgan yo'llargacha yetib borgan. Bu vaqtda yo'lda ketayotgan traktordan chiqqan uchqun gaz-havo aralashmasi portlashiga sabab bo'lgan.

Suyuq holatdagi suyultirilgan gazlar hajmiy kengayish koeffitsiyenti suvning hajmiy kengayish koeffitsiyentidan ancha kattaligi bilan farq qiladi. Suyultirilgan gazlarning bu xossasi ballonlar va boshqa idishlarni ular bilan to'ldirish vaqtida alohida ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Metallarga gaz alangasida ishlov berishga mo'ljallangan suyultirilgan gazlar asosan propan C_3H_8 va butan C_4H_{10} dan iborat bo'ladi.

Suyultirilgan gazlarning tarkibi FOCT 10196-62 "Uglevodorodli suyultirilgan yonilg'i gazlar" bilan belgilab qo'yiladi. Ushbu standartga ko'ra, uglevodorodli suyultirilgan yonilg'i gazlar quyidagi markalarda tayyorlanmog'i davor: texnik propan (asosan propandan yoki propan va propilendan iborat bo'lgan gaz); texnik butan (asosi butandan yoxud butan hamda butilendan tashkil topuvchi gaz); texnik propan va butanning aralashmasi (asosan propan hamda butandan yoki propan, butan, propilen, butan va butilendan iborat bo'lgan gaz).

Berilgan haroratda propan va propilen bug'larining qayishqoqligi butan hamda butilennikidan yuqori bo'ladi. Shu munosabat bilan qishda suyultirilgan gaz asosan propandan yoki propan va propilendan tashkil topishi kerak.

Metilatsetilen-propadien. Keyingi yillarda (asosan AQSH da) kislorod bilan kesish, payvandlash va boshqa metallarga gaz alangasida ish-

lov berish jarayonlari uchun yangi yonuvchi gazdan foydalanilmoqda, u metilatsetilen va propan aralashmasidan tashkil topadi va MAPP (komponentlarining bosh harflariga binoan) deb ataladi.

Metilatsetilen, propadien va ularning aralashmalari termodinamik jihatdan turg'un emas, shu sababli MAPP gazi tarkibiga barqarorlashtirgich (stabilizator) qo'shiladi.

Atsetilenning o'rnini bosuvchi boshqa uglevodorodli gazlardan farqli o'laroq, MAPP yonganda molekularining parchalanishi, atsetilenniki bo'lgani kabi, issiqlik ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladi. Bu hol shunga olib keladiki, MAPP alangasining harorati (2900°C) atsetilen alangasining haroratiga (3150°C) eng yaqin hamda boshqa uglevodorodli gazlar bilan kislorod aralashmasi alangasining haroratidan ancha yuqori bo'ladi.

MAPP suyultirilgan gazlar jumlasiga kiradi. Fizik xossalariga ko'ra u propanga yaqindir. Ushbu gazning havo bilan aralashmasining portlovchanlik chegarasi 3,4 - 10,8% ni, kislorod bilan aralashmasiniki esa 2,5 - 60% ni tashkil qiladi. MAPP mis bilan portlovchan birikmalar hosil qiladi, shu bois, ayni gaz tegadigan armaturada Cu 70% dan ortiq bo'lmasligi zarur.

6.6. Inert himoya gazlari

Himoya gazlari yoy yordamida payvandlash uchun ishlatiladigan payvandlash materiallari sirasiga himoya gazlari kiradi, ular inert va aktiv gazlarga bo'linadi.

Avval aytilganidek, bir qancha metall va qotishmalarning xossalari ularga yuqori haroratlarda kislorod, azot va vodorod ta'sir etganda yomonlashadi. Bunday ta'sirga barham berishning keng tarqalgan usullaridan biri inert gazlar atmosferasida payvandlashdir. Bu holda reaksiya payvandlash bo'shlig'ini himoyalashni havoni siqib chiqaruvchi inert himoya gazi oqimi bilan yoki berilgan atmosfera tarkibi hosil qilingan maxsus kameralarda payvandlash orqali amalga oshirish mumkin.

Eng universal himoya gazlari argon va geliydir. Ayrim metallar, masalan, misni himoyalash uchun inert gaz sifatida azotdan ham foydalanish mumkin.

Argon va geliy boshqa elementlar bilan kimyoviy birikmalar hosil qilmaydi, shuning uchun ular inert gazlar hisoblanadi. Bu gazlar aksariyat metallarda deyarli erimaydi.

Argon (Ar) – rangsiz va hidsiz, yonmaydigan hamda portlash jihati-dan xavfsiz gaz. Me’yoridagi sharoitda (20°C va 101,1kPa) uning zich-ligi 1,66 kg/m³ ga teng. ГОСТ 10157-79 ga muvofiq, argonning uch na-vi (tarkibidagi aralashmalar miqdoriga ko’ra) ishlab chiqariladi: argon miqdori kamida 99,99% bo’lgan oliy nav; 99,98% bo’lgan birinchi nav; 99,95% bo’lgan ikkinchi nav.

6.2-jadval

Turli navlardagi argonning kimyoviy tarkibi, %

Ko’rsatkich	Navi		
	oliy	birinchi	ikkinchi
Argon miqdori, %, kamida	99,99	99,98	99,95
Azot miqdori, %, ko’pi bilan	0,001	0,01	0,04
Kislород miqdori, %, ko’pi bilan	0,001	0,003	0,005
Namlik miqdori, %, (760 mm sim. ust. ga teng bosimda), ko’pi bilan	0,01	0,03	0,03

Oliy navli argon aktiv metallar (titan, sirkoniy, niobiy) va ularni, bi-rinchi navli argon alyuminiy va magniy asosidagi qotishmalarni, ikkin-chi navli argon korroziyabardosh uglerodli va legirlangan po’latlarni payvandlash uchun tavsiya etiladi. Gazsimon argon po’lat ballonlarda 15 MPa bosim ostida tashiladi va saqlanadi. Ballonlar kulrangga bo’ya-ladi va yuqori qismida “toza argon” (“чистый аргон”) yozuvi bo’ladi.

Geliy (He) – rangsiz va hidsiz, portlash jihatidan bexatar gaz. TII 51-689-75 ga binoan ikki xil navda ishlab chiqariladi: geliy miqdori kamida 99,985% bo’lgan yuqori darajada toza; kamida 99,8% bo’lgan texnik geliy.

6.3-jadval

Payvandlash geliyning kimyoviy tarkibi

Tarkibi	Navi	
	1	2
Geliy miqdori, %	98,6-99,7	98,5-99,5
Azot miqdori, %	0,3-0,4	0,5-1,5

Geliy gazsimon holatda argon singari tashiladi va saqlanadi. Geliy argondan 10 baravar yengil bo’lgani uchun, u argonga nisbatan ko’proq sarflanadi, uning narxi esa argonning narxidan bir necha baravar or-tiqdir. Ko’pincha geliydan gaz aralashmalari hosil qilish uchun foydala-niladi. U tabiiy gazlarni suyultirish yo’li bilan olinadi. Geliyli ballonlar

jigarrangga bo'yaladi, bunda 1-navli geliy solingan ballonlarda oq rangli "Гелий" yozuvi bo'lmaydi, 2-navlilarida esa bo'ladi.

Shift usulida payvandlashda yoki teskari tomondan pastki holatda payvandlanadigan choklarni qo'shimcha himoyalash zarur bo'lganda (talay hollarda titan qotishmalarini hamda azot va kislorodni faqat erigan holatda emas, balki qattiq holatda ham, ular muayyan haroratdan ortiq haroratda qiziganda, yutadigan boshqa kimyoviy aktiv metallarni payvandlashda ana shunday zaruriyat tug'iladi) geliy argondan afzalroq bo'ladi.

Argonli va geliyli ballonlarga havo hamda namlik kirishining oldini olish maqsadida ulardan ortiqcha bosim batamom pasayguncha foydalanish man etiladi. Ballonga havo va namlikning bunday kirish ehtimoli kam, shu bois, keyingi to'ldirish vaqtida inert gaz, yetkazib beruvchi tomonidan ta'minlanadigan tozalikda bo'ladi.

6.6.1. Kimyoviy aktiv himoya gazlari

Ayrim hollarda, eriydigan elektrodlar bilan yoy yordamida payvandlashda kimyoviy aktiv himoya gazlaridan foydalanish afzalroq hisoblanadi. Karbonat angidrid gazi CO_2 eng keng tarqalgan aktiv himoya gazi sanaladi. Asosiy turdagi qoplamaning elektrodlar bilan payvandlashda ajralib chiqadigan (karbonatlar parchalanishida hosil bo'ladigan) gazli faza CO_2 va metall bug'laridan iborat bo'ladi. Ushbu gazli faza havoning asosiy qismini siqib chiqaradi, metallni azot va vodoroddan himoya qiladi, ammo uning biroz oksidlanishiga (asosan CO_2 ning tarkibiy qismlarga ajralish evaziga) olib keladi, bu oksidlanishni kisloroddan tozalovchilarni oqilona tarzda kiritish orqali bartaraf etish mumkin. Mazkur g'oya K.V.Lyubavskiy va N.M.Novojilov tomonidan, eruvchi yalang'och elektrodlar bilan mexanizatsiyalashtirilgan usulda yoy yordamida payvandlashda himoya gazi sifatida karbonat angidrid gazidan foydalanishga tatbiqu amalga oshirilgan edi.

Karbonat angidrid gazi (CO_2) me'yoridagi sharoitda arang seziladigan hidi, zichligi $1,839 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan rangsiz gazdan iborat. Gaz zaharli emas, ammo havodan og'ir bo'lgani uchun, uning payvandlash zonasiga to'planib qolishi kislorod tanqisligi va bo'g'ilish xavfini keltirib chiqarishi mumkin. Shu bois, payvandchilarning ish o'rinlari eski havoni chiqarib, yangi havo kiritadigan shamollatish qurilmalari bilan ta'minlanishi kerak.

Karbonat angidrid gazi ammiak, spirtlar ishlab chiqarishda, neftni qayta ishlashda ajralib chiqadigan gazlardan, shuningdek yoqilg'ini maxsus yoqish yo'li bilan olinadi. Bosim ko'tarilganda karbonat angidrid gazi suyuq holatga (uglekislota) o'tadi. 1kg suyuq karbon dioksid bug'langanda 509l karbonat angidrid gazi hosil bo'ladi.

ГОСТ 8050-76 ga muvofiq, karbonat angidrid gazi qo'llanilish sohasiga, shuningdek, fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarga qarab uch xil markada ishlab chiqariladi: CO_2 miqdori 99,5% dan kam bo'lmagan payvandlash gazi; kamida 99,8% bo'lgan oziq-ovqat gazi; 98,5% dan oz bo'lmagan texnik gaz. U suyuqlik ko'rinishida po'lat ballonlarda 5 MPa bosim ostida saqlanadi va tashiladi. 40 litr sig'imli standart ballonga 25 litr karbon dioksid quyiladi, u bug'langanda 12600 litr karbonat angidrid gazi hosil bo'ladi.

Kislorod (O_2) – yonishni ta'minlovchi rangsiz, hidsiz va ta'msiz gaz. Yoy yordamida payvandlashda texnik kisloroddan himoya gazlari aralashmalarini tuzish ($\text{Ar} + \text{O}_2$; $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ va boshqalar) uchun foydalaniladi. $\text{Ar} + (1 + 5\%) \text{O}_2$ aralashmasi yoyning yonish turg'unligini oshiradi va payvand chokning shakllanish sifatini yaxshilaydi. Bunday aralashmalarni elektrod metallini oqim ko'rinishida ko'chirishni talab qiluvchi legirlangan po'latlarni eruvchi elektrodlar bilan payvandlashda ishlatish tavsiya qilinadi. Kam uglerodli va kam legirlangan po'latlarni eruvchi elektrodlar bilan payvandlashda $\text{CO}_2 + 20\% \text{O}_2$ aralashmasidan foydalaniladi, u chokning chuqur erishi va yaxshi shakllanishini, chok metallining eng kam sachrashini hamda zichligi yuqori darajada chiqishini ta'minlaydi.

Vodorod (H_2) – rangsiz, hidsiz va ta'msiz yonuvchi gaz. Uning kislorod va havo bilan aralashmalari portlash jihatidan xavflidir, shu bois, vodoroddan foydalanishda alohida ehtiyotkorlikka rioya etilishi, gaz traktining hamma birikmalari zichligi sinchiklab tekshirilishi kerak; payvandlash ishlari olib boriladigan xonalar yaxshi shamollatiladigan bo'lmog'i lozim. Olinish usuliga ko'ra, vodorod uch xil markada ishlab chiqariladi (ГОСТ 3022-80): A, B va B markali vodorod tarkibida vodorod miqdori 95 – 99,99% bo'ladi. Vodorod po'lat ballonlarda 15 MPa bosim ostida saqlanadi va tashiladi. Vodorod plazma bilan payvandlash va kesishda plazma hosil qiluvchi aralashmalar tuzish uchun qo'llaniladi.

Azot (N_2) – zichligi $1,25 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan hidsiz gazdir. ГОСТ 9293-74 ga muvofiq, azot gazsimon va suyuq holatda ishlab chiqariladi. Po'lat ballonlarda 15 MPa bosim ostida saqlanadi va tashiladi. Gazsimon azot fizik-kimyoviy ko'rsatkichlariga ko'ra to'rt navga ajratiladi: azot miq-

dori kamida 99,994% bo'lgan oliy navli; 99,6% dan kam bo'lmagan birinchi navli; kamida 99% bo'lgan ikkinchi navli va 97% dan oz bo'lmagan uchinchi navli. Azot muhitida u kimyoviy neytral bo'lgan misni payvandlash mumkin, biroq ko'pincha azotdan himoya gazlari aralashmalari tuzishda foydalaniladi. Masalan, misni payvandlashda $Ar + (10 - 30)\% N_2$ aralashmasi ishlatiladi. Azot muhitida austenitli korroziyabardosh po'latlarning ayrim markalari ham payvandlanadi. N_2 ning qo'shilishi yoyning eritish qobiliyati oshishiga yordam beradi.

6.6.2. Gazlar aralashmalari

Talay hollarda yoy yordamida payvandlashning texnologik imkoniyatlarini kengaytirish uchun argon va geliy aralashmalaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Geliy qo'shilganda yoyning eritish qobiliyati ortadi.

1. $Ar + (10 - 30\% N_2)$ aralashmasi. Argonga N_2 qo'shish ham yoyning eritish qobiliyatini oshirishga yordam beradi. Mazkur aralashma mis va austenitli zanglamaydigan po'latlarning ayrim markalarini payvandlashda qo'llaniladi.

2. $Ar + (1 - 5\% O_2)$ aralashmasi. Kislorodning argonga aralash-tirilishi metallning tomchilar tarzida ko'chishi oqim tarzida (mayda tomchilar ko'rinishida) ko'chishiga aylanadigan kritik nuqtani kamaytiradi, bu esa payvandlash unumdorligini biroz oshirish hamda metallning sachrashini qisqartirish imkonini beradi. Argon-kislorod aralashmasi kam uglerodli va legirlangan po'latlarni payvandlash uchun ishlatiladi.

3. $Ar + (10 - 20\% C_2O)$. Karbonat anhidrid gazi kam uglerodli hamda kam legirlangan po'latlarni payvandlashda payvand choklardagi g'ovakdorlikni bartaraf qilishga ko'maklashadi. Argonga CO_2 qo'shish yoyning barqarorligini oshiradi va yupqa list po'latni payvandlashda chokning shakllanishini yaxshilaydi.

4. 75% Ar , 20% CO_2 , 5% O_2 dan iborat aralashma po'latni eruvchi elektrod bilan payvandlashda yoyning yuqori darajada barqarorligini, metallning eng kam sachrashini, chokning yaxshi shakllanishini, unda g'ovaklar bo'lmasligini ta'minlaydi.

Tayyor holdagi gaz aralashmalari bo'lmaganda gazlarni payvandlash joyida aralashtirish mumkin. Gorelkaga beriladigan aralashmaning tarkibi aralashmaga kiruvchi gazlar sarfini o'zgartirish orqali rostlanadi. Har bir gazning sarflanishi alohida reduktor bilan rostlanadi va PC-3 turidagi rotametr vositasida o'lchanadi.

Nazorat savollari

1. Gaz alangasi bilan metallarga ishlov berishda qanday yonuvchi gazlar qo'llaniladi?
2. Atsetilen gazi qanday olinadi?
3. Atsetilenni almashtirish koeffitsiyenti nima?
4. Gazning issiqlik chiqarish qobiliyati deb nimaga aytiladi?
5. Payvandlashda qo'llaniladigan kislorod qaysi usullarda olinadi?
6. Himoya gazlari qanday xususiyatlarga ega?

7-BOB. MATERIALLARNI ELEKTR TOKI BILAN AVTOMATIK VA YARIMAVTOMATIK PAYVANDLASH UCHUN FLYUSLAR

7.1. Flyuslarning tasnifi va vazifalari

Alohida donalarining o'lchami 0,25 – 4 mm bo'lgan maxsus tayyorlangan metall granulangan dona-dona qilib maydalangan kukunga payvand flyuslari deb ataladi.

Po'latlarni avtomatik va yarimavtomatik payvandlashda payvand birikmaning sifatini belgilovchi uchta asosiy elementlardan biri flyusdir.

Po'latlarni elektr yoyi yordamida payvandlashga mo'ljallangan flyuslar ko'p hollarda marganets, kaliy yoki magniy asosida tuzilgan shlakli tizimlardan iborat. Keyingi yillarda asosan ftorli tuzlardan tayyorlanuvchi flyuslar, ya'ni ftorli flyuslar paydo bo'ldi.

Flyuslar bir necha belgilariga ko'ra tasniflanishi mumkin:

a) kimyoviy tarkibiga binoan: flyus-silikatlar, ftorli flyuslar. Flyus-silikatlar tarkibidagi marganets miqdoriga ko'ra, o'z navbatida, marganetsiz, o'rtacha marganetsli va ko'p marganetsli xillarga ajratilishi mumkin;

b) tarkibiga kiruvchi asosli va kislotali oksidlar nisbatiga binoan: kislotali $\frac{\sum(MeO)}{(SiO_2) + (TiO_2)}$ 1 va asosli $\frac{\sum(MeO)}{(SiO_2) + (TiO_2)}$ 1 flyuslar;

d) vazifasiga ko'ra: kam uglerodli, kam legirlangan va yuqori darajada legirlangan po'latlarni payvandlash uchun flyuslar;

e) payvandlash jarayoniga binoan: avtomatik, yarimavtomatik va elektrshlak usulida payvandlash flyuslari;

f) chok metallini legirlash darajasiga binoan: passiv (payvandlash vannasi bilan deyarli reaksiyaga kirishmaydi), kam legirlaydigan (eritib olingan) hamda kuchli legirlaydigan (qizdirib biriktirilgan keramik) flyuslar;

g) zarralarining hajmiy og'irligiga qarab: shishasimon ($\gamma > 1 \text{ kg/dc}^3$), pempzasimon ($\gamma < 1 \text{ kg/dc}^3$) flyuslar.

Elektr yoyi yordamida payvandlashda flyuslar bir necha vazifani bajaradi, bularning ichida asosiylari payvandlash vannasini atmosfera ta'siridan fizik jihatdan ajratib qo'yish; yoy razryadini barqarorlashtirish; payvand choklarning berilgan kimyoviy tarkibi va xossalarini hosil qilish; chok metallining yaxshi shakllanishini ta'minlash; darzsiz hamda

gaz g'ovaklarisiz choklar yuzaga kelishini, shlak qobiqning sirtdan oson ajraladigan bo'lishini ta'minlashdir.

Payvandlash vannasini atmosfera ta'siridan fizik jihatdan ajratib qo'yish. Flyusning ajratib qo'yuvchi ta'siri uning zarralari o'lchamiga (mayda yoki yirikligiga) va fizik tuzilishiga (shishasimonligi yoxud pemzasimonligiga) bog'liq. Mayda donli zarralari zich tuzilgan (shishasimon flyus) va ularning zich joylashuvini ta'minlaydigan har xil granulometrik tarkibli zarralari muayyan nisbatda bo'lgan aralashma eng yaxshi ajratib qo'yish qobiliyatiga ega.

Pemzasimon flyus (hajmiy og'irligi $0,7 - 1,0 \text{ kg/dm}^3$) zarralari g'ovakdorligi tufayli payvandlash vannasini atmosfera ta'siridan yetarli darajada himoyalamaydi, shu bois bunday flyusdan foydalanilganda chokdagi azot miqdori $0,025 - 0,35\%$ ga yetishi mumkin, bu esa pemzasimon flyus bilan hosil qilingan chokdagi azot miqdoridan $10 - 15$ baravar ko'pdir. Bundan tashqari, pemzasimon flyus payvandlash yoyining ustuni zonasiga talay miqdorda vodorod olib kiradi, bu vodorod chok metallida g'ovaklar yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun, agar pemzasimon flyuslar texnologiya nuqtayi nazaridan shishasimon pemzalarga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega bo'lsa (chok yaxshiroq shakllanadi, yoy barqarorroq yonadi), metallurgiya nuqtayi nazaridan, yaxshi sifatli chok olish zarur bo'lgan hollarda ulardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'lmaydi.

Payvandlanayotgan metall sirti ustidagi flyus qatlaminin qalinligi muayyan darajada bo'lgandagina, payvandlash vannasi atmosfera ta'siridan ancha samarali himoyalanaadi.

Flyus qatlaminin zarur qalinligi payvandlash uchun foydalaniladigan yoyning quvvati bilan aniqlanadi (7.1- jadval).

7.1-jadval

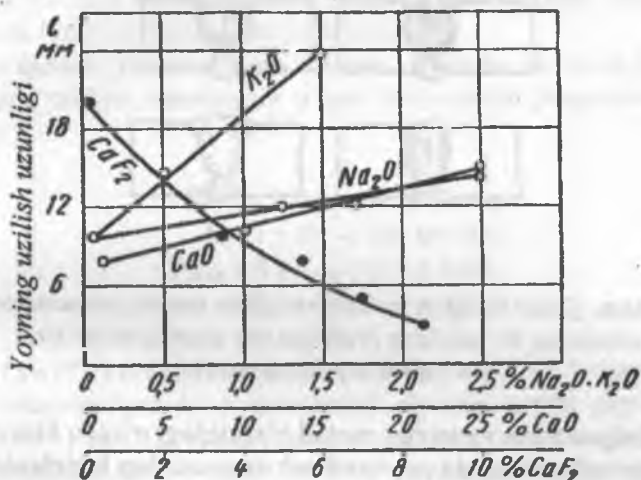
Payvandlanayotgan metall sirti ustidagi flyus qatlaminin zarur qalinligi

Payvandlash toki, A	200-400	400-800	800-1200
Flyus qatlaminin qalinligi, mm	25-35	35-45	45-60

Flyuslarning barqarorlashtiruvchi xossalari. Havo atmosferasida yoyning yonish barqarorligi lozim darajada bo'lmashligi sababli, ta'minlovchi transformatorning salt ishlash kuchlanishi $60 - 65\text{B}$ bo'lganda,

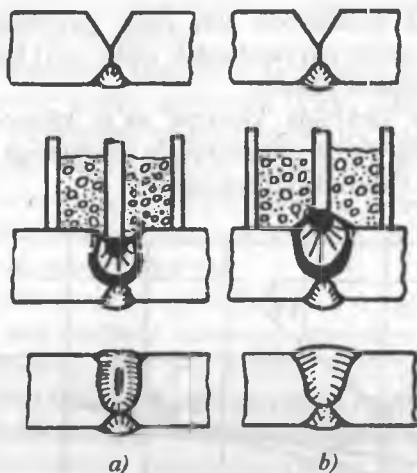
o'zgaruvchan tokda yalang'och sim bilan payvandlashning deyarli imkoni yo'q. Flyus ostida payvandlashda elektr yoyi hatto o'zgaruvchan tokda ham ancha barqaror yonadi.

Odatda, flyuslar tarkibiga kiruvchi ba'zi kimyoviy moddalar – silikatlarining ularning barqarorlashtiruvchi xossalriga (yoyning uzilish uzunligiga) ta'siri 7.1-rasmda ko'rsatilgan.



7.1-rasm. Ayrim kimyoviy birikmalarni OCL-45 turdagi yuqori marganetsli flyuslarning stabilashtiruvchi xususiyatlariga ta'siri.

Flyusning barqarorlashtiruvchi xossalari chokning shakllanishi uchun ham katta ahamiyatga ega. Xususan, katta qalinlikdagi metallni bir o'tishda payvandlashda flyusning barqarorlashtiruvchi xossalarini oshirish yoyning uzunlashishiga (aynan o'sha kuchlanishda) olib keladi, bu esa chokning kerakli geometriyasi olinishiga hamda payvand birikmaning sifatli (shlakli qo'shilmalarsiz, g'ovak va darzlarsiz) chiqishi ta'minlanishiga qulay sharoit yaratadi (7.2-rasm).



7.2-rasm. *Qalin bo'lgan po'latlarni flyus ostida payvandlashda chokning ko'ndalang profiliga yoy uzunligini ta'siri:*
a – qisqa yoy, b – uzun yoy.

7.2. Erigan flyus va suyuq metall o'rtasidagi o'zaro kimyoviy ta'sirlashuv hamda payvandlash vannasining legirlanishi

Elektr yoyi yordamida payvandlashda choklar elektrod simi va asosiy metallning erishi hisobiga hosil bo'ladi. Payvand birikmaning geometriyasiga payvandlash sharoiti va rejimlariga qarab, ularning chok hosil bo'lishidagi ishtiroki ulushi ancha keng doirada o'zgarib turadi. Elektrod simi erishi evaziga chok metallining 30 – 70% i hosil bo'ladi. Ammo payvandlash sharoiti o'zgarmas (bir xil) bo'lmaganda, asosiy metall va elektrod simining ulushlari orasidagi nisbat taxminan bir xilligicha qoladi. Shunday qilib, chokning kimyoviy tarkibi sim hamda asosiy metallning tarkibi bilan, shuningdek, erish (payvandlash vannasi) zonasida, erigan metall bilan flyus orasida yuz beruvchi metallurgik jarayonlar bilan belgilanadi.

Chokdagi elementning miqdori ushbu tenglama bilan ifodalanishi mumkin:

$$[Me]_{Ch} = a [Me]_a + v [Me]_v \pm [Me]$$

bunda: $[Me]_{ch}$ – berilgan elementning chok metallidagi haqiqiy miqdori;

$[Me]_a$ – elementning asosiy metallidagi miqdori;

$[Me]_v$ – elementning payvandlash vannasidagi miqdori;

$\Delta[Me]$ – chokdagi ushbu element miqdorining metall va flyus o'zaro ta'sirlashishi natijasida uning boshlang'ich miqdoriga nisbatan o'zgari-shi; a va v – mos ravishda asosiy metall hamda elektrod simining pay-vand chok hosil bo'lishida ishtirok etish ulushi.

Payvandlash paytida erigan flyuslar - silikatlar va suyuq metall ora-sidagi eng muhim metallurgik o'zaro ta'sirlashish jarayonlari quyida-gilardir:



(7.1) va (7.2) reaksiyalar, asosan, kam uglerodli po'latlarni sanoatda ishlab chiqariladigan ko'p marganetsli flyuslar ostida payvandlashda kechadi. (7.1) va (7.2) reaksiyalarning kechishi chok xossalariga yaxshi ta'sir ko'rsatadi, chunki uning kremniy va marganets bilan qo'shimcha ravishda legirlanishi (qaynar po'latdan qilingan kam uglerodli payvand-lash simidan foydalanilgan taqdirda) g'ovaklar hamda qizish darzlari yuzaga kelishiga moyilligi past bo'lgan choklar hosil qilishga imkon beradi. (7.3) reaksiya ham, asosan, odatda fosfor miqdori ancha ko'p (0,10 – 0,15%) bo'lishi bilan farq qiluvchi marganetsli flyuslar ostida payvandlashda yuz beradi. (7.3) reaksiyaning avj olishi maqbul emas, chunki bunda chokdagi fosfor miqdori ortadi, bu esa chokning zarbiy qovushqoqligi pasayishiga hamda soviganda sinish bo'sag'asi oshishiga olib keladi.

Flyuslarning shakllantiruvchi qobiliyati. Yuqori haroratlarda fly-uslarning qovushqoqligi, shuningdek, shu qovushqoqlikning haroratga bog'liqligi ularning shakllantiruvchi qobiliyatiga ta'sir qiladi. Ammo flyusning shakllantiruvchi qobiliyati payvandlash texnologiyasiga va birinchi navbatda, payvandlash yoyining quvvatiga ham bog'liq. Uncha katta bo'lmagan toklarda chok yaxshi shakllanishini ta'minlovchi flyus-lar quvvatli yo'ylar bilan payvandlashga mutlaqo yaroqsiz bo'lib chiqishi mumkin. Kichik va o'rtacha toklarda (taxminan 1000 – 1100A gacha) suyuq holatda oquvchan flyuslar (OCI-45, AH-348 va boshqalar)

chokning eng yaxshi shakllanishini ta'minlaydi, chunki ularning qotish harorati nisbatan yuqori (1150...1250°C) bo'ladi. Quvvatli toklar (1300 – 3000A) bilan payvandlashda qotish egri chizig'i yotig'roq bo'lgan nisbatan qovushqoq flyuslarga chokning yaxshi shakllanishini ta'minlaydi.

Flyusning gaz singdiruvchanligi chokning shakllanishiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Bu gaz singdiruvchanlik flyusning fizik holati (pemasimonligi yoki shishasimonligi) ga, shuningdek, granulometrik tarkibi (mayda yoxud yirik donligi) ga ko'p darajada bog'liq. Quvvatli yo'llar bilan payvandlashda pemasimon (hajmiy og'irligi 0,8 – 1,0 kg/dm³) yirik donli (donalarining o'lchami 2,0 – 2,5 mm) flyuslar yaxshi shakllangan choklar hosil qiladi.

7.2-jadvalda turli payvandlash usullari va rejimlari uchun tavsiya etiladigan donalar o'lchamlari keltiriladi.

7.2-jadval

Payvandlash usullari va rejimlariga bog'liq holda flyuslarning donadorligiga qo'yiladigan talablar

Flyusning vazifasi	Donalar o'lchamlari, mm		Davlat standarti (ГОСТ)
	eng katta	eng kichik	
Avtomatik payvandlash:			
600 A gacha tokda	1,6	0,25	3584-83
600 – 1200 A tokda	2,5	0,4	3584-83
1200 A dan katta tokda	3,0	1,6	5336-80
2 mm va bundan kichik diametrli sim bilan avtomatik va yarimavtomatik payvandlash	1,6	0,25	3584-83
Izoh: Flyusning hajmiy og'irligi 1,3-1,7 kg/ds ³ ni tashkil etishi kerak.			

7.3. Eritib olingan flyuslar

Kam legirlangan va kam uglerodli po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan flyuslarning o'ziga xos xususiyatlari. Kam uglerodli po'latni kam uglerodli sim bilan payvandlashda boshlang'ich materiallarda marganets miqdori kamligi (0,35 – 0,60%) va kremniy yoki boshqa kuchli kisloroddan tozalovchilarning amalda batamom yo'qligi choklarda darz hamda g'ovaklar yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Marganets (0,60 – 0,90%) va kremniyning eng maqbul miqdoriga (0,18 – 0,25%) erishish uchun chokni ana shu elementlar

bilan qo'shimcha ravishda legirlash lozim. Buni ikki usul bilan: birinchidan, eritilgan flyusdan foydalanishda marganets va kremniyning qayta tiklanish jarayonlarini avj oldirish yoki keramik flyuslarni ishlatishda ferroqotishmalar bilan legirlash hisobiga; ikkinchidan, yuqorida aytilgan maqsadlar uchun marganets va kremniy miqdori ko'p bo'lgan simdan foydalangan holda elektrod simi yordamida amalga oshirish mumkin.

Mamlakatimiz sanoatida kam uglerodli po'latlarni payvandlashda ko'pincha payvand choklarning legirlashning (flyus evaziga) birinchi usuli qo'llaniladi. Yuqorida ta'kidlangan talablarga ko'p marganetsli flyuslar eng to'liq javob beradi, ular sanoatda keng ko'lamda qo'llaniladi. Ko'p marganetsli flyuslarda marganets (II) – oksid va kremniy qo'shoksidi miqdorining ancha ko'pligi marganets hamda kremniyning qayta tiklanish jarayonlari (1) va (2) avj olishini ta'minlaydi, bu esa chokdagi marganets va kremniy miqdorini oshiradi hamda ko'p hollarda yuqori sifatli payvand birikmalar olish imkonini beradi. Ko'p marganetsli flyuslar tarkibida kalsiy floridning bo'lishi yuqori haroratlarda qovushqoqligi pasayishi tufayli ularning metallurgik xossalarini yaxshilaydi va vodorodni suyuq po'latda erimaydigan vodorod floridga bog'laydi:



Kam legirlangan po'latlarni mos tarkibli sim bilan payvandlash uchun aksariyat sanoatda ishlab chiqariluvchi eritilgan flyuslar ishlatilishi mumkin (7.3 va 7.4-jadvallar), chunki kam legirlangan po'latlardagi marganets hamda kremniy miqdori payvandlash vannasi kisloroddan tozalanish va oltingugurtning zararli ta'siri kesilishi uchun yetarlidir.

Ammo payvandlashda kremniyning qayta tiklanish jarayoni avj olishi maqbul bo'lmagan hollarda kam kremniyli marganetsli flyuslar (masalan, ba'zi kam va o'rtacha legirlangan konstruksion po'latlarni payvandlash uchun AH-1 yoki AH-10 flyusi) dan foydalanish kerak.

Yuqori darajada legirlangan po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan eritib olingan flyuslarning o'ziga xos xususiyatlari. Odatda kam uglerodli va kam legirlangan konstruksion po'latlarni payvandlashda qo'llaniluvchi eritib olingan flyus-silikatlar yuqori darajada legir-

langan po‘latlarni, chunonchi xrom-nikelli austenit po‘latlarni payvandlash uchun yaramaydi. Bu flyuslarda, payvandlashda xrom va titanni oksidlovchi marganets hamda kremniy oksidlari, shuningdek, ayrim boshqa aralashmalar miqdorining ko‘pligi chokda ana shu elementlar miqdori nomaqbul kamayishiga sabab bo‘ladi. Chokda xrom va titan miqdorining kamayishi, qoidaga ko‘ra, austenitli chokning korroziyabardoshligini pasaytiradi va uning qizish darzlari paydo bo‘lishiga (alfa-faza miqdori ozayishi hamda chokning nometall qo‘shilmalar bilan ifloslanishi oqibatida) moyilligini oshiradi. Kam kremniyli flyuslar, ko‘p kremniyli flyuslarga qaraganda ustunsimon tuzilmasi kamroq namoyon bo‘ladigan choklar hosil qilishi ham aniqlangan, bu esa choklarda qizish darzlari yuzaga kelish xavfini kamaytiradi.

Yuqorida bayon qilinganlar, yuqori darajada legirlangan po‘latlarni payvandlash uchun passiv flyuslar ishlatish zarur, degan xulosaga olib keladi. Ushbu maqsadlar uchun odatda asosli flyuslar

$$\left(\frac{\sum (MeO)}{(SiO_2) + (TiO_2)} \right)^n$$

yoki tarkibida marganets oksidlari mutlaqo bo‘lmagan, yohud ularning miqdori ko‘p bo‘lmagan, kremniy qo‘shoksidi miqdori cheklangan flyuslardan foydalaniladi. Chokda kislorodga juda yaqin bo‘lgan elementlar (alyuminiy, titan) ning yuqori miqdorini saqlab qolish kerak bo‘lgan hollarda payvandlash vannasiga nisbatan kimyoviy jihatdan inert bo‘lgan kislorodsiz flyuslar ishlatish lozim. Ushbu flyuslar guruhining vakili sifatida, ayrim kislotabardosh va o‘tga chidamli po‘latlarni payvandlashda foydalaniluvchi БКФ-1 flyusi (maydalangan plavik shpati) xizmat qilishi mumkin.

7.4. Keramik flyuslar

Keramik flyuslar suyuq shisha vositasida mustahkam birlashtirilgan shlak hosil qiluvchi tashkil etuvchilar va ferroqotishmalardan iborat. Ftorli va xlorli tuzlar asosida tuzilgan, qiziganda o‘z-o‘zidan birikuvchi keramik flyuslar mustahkamlagichsiz (suyuq shishasiz) tayyorlanishi mumkin.

Keramik flyuslar yordamida payvand choklarni legirlash imkoniyatlarining kengligi ularning ijobiy xususiyati hisoblanadi. Kam uglerodli va kam legirlangan po‘latlarni payvandlashga mo‘ljallangan ba’zi

keramik flyuslar g'ovaklar hamda qizish darzlari yuzaga kelishiga moyilligi eng yaxshi eritib olingan flyuslar bilan payvandlashdagiga qaraganda ancha past bo'lgan choklar hosil bo'lishiga yordam beradi.

7.3-jadval

Po'latlarni avtomatik, yarimavtomatik va elektrshlak usulida payvandlash uchun ishlatiluvchi eritib olingan flyuslar tarkibi

Flyus markasi	Kimyoviy tarkibi, %											
	SiO ₂	MrO	CaF ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	K ₂ O+N ₂ O	Mn ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	S	P
	(ko'pi bilan)											
AH-1 (shixta)	36,0-38,0	15,0-17,0	16,0-18,0	-	11,0-13,0	13,0-15,0	2,0-3,0	-	1,5	-	-	-
OCU-45 ¹	38,0-44,0	38,0-47,0	6,0-9,0	2,5 gacha	6,5 gacha	5,0 gacha	-	-	-	2,0	0,15	0,15
AH-348A ¹	41,0-44,0	34,0-38,0	4,0-5,5	5,5-7,5	6,5 gacha	4,5 gacha	-	0,1-0,3	-	2,0		0,12
AH-348AM ¹	41,0-44,0	34,0-38,0	3,5-4,5	5,0-7,5	6,5 gacha	4,5 gacha	-	0,1-0,3	-	2,0		0,12
OCU-45M ¹	38,0-44,0	38,0-47,0	6,0-9,0	2,5 gacha	6,5 gacha	5,0 gacha	-	-	-	2,0		0,10
ΦU-4 ²	45,0-48,0	30,0-33,0	2,0-3,0	2,0 gacha	6,0 gacha	4,5 gacha	1,0-1,2	1,5	1,5	-	0,10	0,10
ΦU-6	43,0-45,0	44,0-47,0	2,5-3,0	1,0 gacha	4,0 gacha	2,5 gacha	0,35-0,40				0,15	
ΦU-7	46,0-48,0	24,0-26,0	5,0-6,0	16,0-18,0	3,0 gacha	3,0 gacha	0,6-0,8				0,10	
ΦU-9	39,0-41,0	39,0-41,0	2,0-3,0	1,0 gacha	11,0-13,0	-	-				0,10	
AH-10	20,0-23,0	29,5-33,5	18,0-24,0	1,2 gacha	3,0-7,0	19,0-21,0	0,40-0,60	-	1,2	-	0,15	0,20
ΦU-10	44,0-47,0	-	2,0-3,0	28,0-30,0	3,0 gacha	-	-	-	1,5	-	0,10	0,10
AH-51 ³	33,0-31,0	5,0-6,5	7,0-8,5	14,0-17,0	12,0-15,0	21,0-23,0	-	-	1,5	-	0,15	0,05
ΦU-2	34,0-37,0	-	6,0-7,5	16,0-18,0	32,0-34,0	6,0-7,0	-	-	1,2	-	0,10	0,10
AH-20	21,0-23,0	0,5 gacha	25,0-33,0	9,0-13,0	3,0-7,0	28,0-32,0	2,4-3,0	1,0	1,0	-	0,08	0,05
AH-22	18,0-21,5	6,0-9,0	20,0-24,0	11,5-15,0	12,0-15,0	19,0-23,0	1,3-1,7				0,06	0,06
AH-30	2,0-5,0	0,5 gacha	19,0-23,0	13,0-16,0	16,0-20,5	39,0-44,0	-				0,08	0,05
AH-26	30,0-32,0	2,5-3,5	20,0-24,0	16,0-18,0	5,0-6,5	20,0-22,0	-				0,07	0,10
AH-8	33,0-36,0	21,0-26,0	13,0-19,0	5,0-7,0	4,0-7,0	11,0-15,0	-	-	1,5	-	0,15	0,15
БКФ-5 ⁴	<2,0	-	75,0-80,0	-	-	-	-	-	1,0	-	0,05	0,02

¹ГОСТ 9087-59 ²TiO₂ - 5-6% ³TiO₂ - 1,5-2,5% ⁴NaF - 17,0-25,0

¹ГОСТ 9087-59. ² TiO₂ – 5 - 6%. ³ TiO₂ – 1,5 - 2,5 % ⁴ NaF – 17,0 – 25,0

Flyuslarning ayrim markalari qo'llaniladigan sohalar

Flyus markasi	Payvandlanadigan po'lat markasi	Sim		Ko'proq qo'llanilishi
		markasi	ГОСТ	
AH-1	MCT1, MCT2, MCT3; xromansil po'lati	Cb-10ГC	-	120mm va bundan katta diametrlı silindrsimon buyumlarning halqasimon choklarini avtomatik payvandlash.
OCQ-45	MCT1, MCT2, MCT3, MCT4	Cb-08, Cb-08A	2246-60	Kichik diametrlı halqasimon choklardan tashqari birikmalarning hamma turlarini avtomatik va yarimavtomatik payvandlash. Zangga va qizish darzlariga moyilligi sanoatda ishlab chiqariladigan boshqa eritib olingan flyuslarga nisbatan eng past.
AH-348A				Birikmalarning barcha turlarini avtomatik va yarimavtomatik payvandlash. Uncha ko'p bo'lmagan miqdorda zararli gazlar ajratib chiqaradi, shu bois yopiq idishlarda payvandlash uchun ishlatiladi.
DC-9				MCT1, MCT2, MCT3,
ΦЦ-4	MCT1, MCT2, MCT3, 15M	10, Cb-15M	2246-60; 1050-57	Katta qalinlikdagi po'latni quvvatli yoylar bilan ko'p o'tishda avtomatik payvandlash.
ΦЦ-6				Katta qalinlikdagi po'latni ko'p o'tishda avtomatik payvandlash.
ΦЦ-7				Cb-08, Cb-08A, Cb-15M
AH-10				Konstrukcion po'latlarni avtomatik payvandlash.
ΦЦ-10	MCT1, MCT2, MCT3	Marganets miqdori 2,0-2,5 bo'lgan marganetsli	-	Birikmalarning hamma turlarini avtomatik va yarimavtomatik payvandlash. Oz miqdorda zararli gazlar ajratib chiqaradi va tarkibida marganets oksidlari yo'qligi uchun sanitariya-gigiyena jihatidan eng maqbullardan biri sanaladi.
AH-51		Cb-10Г2	2246-60	Birikmalarning barcha turlarini avtomatik va yarimavtomatik payvandlash. Yopiq idishlarda payvandlashga yaraydi.
ΦЦЦ-2	1X18H9	Cb-0X18H9	-	
AH-20	Yuqori darajada legirlangan xromnikelli 1X18H9 va boshqalar	Cb-0X18H9,	-	Birikmalarning hamma turlarini avtomatik hamda yarimavtomatik payvandlash.
AH-22		Cb-		
AH-26		0XH9C2, X20H10Г6T		
AH-30	Yuqori darajada legirlangan xromnikelli, shuningdek, X12 turidagi po'latlar	maxsus	-	Avtomatik payvandlash va eritib qoplash.
БКФ-5, ΦЦК	Yuqori darajada legirlangan po'lat va qotishmalar			
AH-8, ΦЦ7	MCT1, MCT2, MCT3 Kam legirlangan po'latlar	Cb-08, Cb-08A Kam legirlangan	2246-60	Elektrshlak usulida payvandlash.

Keramik flyuslarning mazkur xossalari talay hollarda ulardan foydalanishni juda maqsadga muvofiq qiladi. Ayrim keramik flyuslarning tarkibi 7.5-jadvalda keltirilgan.

7.5-jadval

Avtomatik va yarimavtomatik payvandlash uchun ishlatiladigan keramik flyuslarning tarkibi, %

Flyusning tashkil etuvchilari	Flyus markalari										
	K-1	K-2	K-3	K-11	KC-1	П	KC-30XГЧ HA	KC-III	KC-C	KBC-19	ФЦК ¹
Marganets rudasi	-	-	-	60,0	-	-	-	-	-	54,0	-
Titan konsentrati	48,0	55,0	59,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Dala shpati	13,0	13,0	15,0	-	-	-	-	6,0	-	-	8,0
Kalsiy xlorid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77,0
Plavik shpati	10,0	10,0	10,0	10,0	20,0	20,0	20,0	-	20,0	7,0	-
Marmar	-	-	-	-	57,7	72,5	50,3	42,4	35,8	-	5,0
Natriy florid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Titan qo'shoksidi	-	-	-	-	15,0	-	15,0	6,0	5,0	-	10,0
Giltuproq	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kvars	-	-	-	20,0	-	-	-	5,0	-	30,0	-
Ferrosilitsiy ³	15,0	8,0	8,0	10,0	0,8	2,0	4,2	-	4,7	7,0	-
Ferrotitan	-	-	-	-	6,0	2,0	6,2	14,0	6,0	2,0	-
Ferroal'yuminiy	-	-	-	-	-	3,0	-	1,5	-	-	-
Uglerodli ferromarganets	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Metall nikel	-	-	-	-	-	-	1,4	-	2,0	-	-
Kam uglerodli ferromarganets	14,0	14,0	8,0	-	0,5	0,5	1,7	-	-	-	-
Uglerodli ferroxtrom	-	-	-	-	-	-	-	24,0	23,0	-	-
Grafit	-	-	-	-	-	-	1,4	1,1	3,0 ²	-	-
Natriy silikat (zichligi 1,35 bo'lgan quruq massasi og'irligiga nisbatan foizda)	15,0	13,0	13,0	19,0	20,0	20,0	20,0	17,0	15,0	30,0	-

¹ ФЦК flyusining quruq aralashmasiga 12,5 % suv qo'shiladi. ² Koks. ³ 75 % li

Kam uglerodli po'latlarni payvandlash uchun ishlatiladigan K-1, K-2, K-11 va KBC-19 flyuslari zang ta'sirida g'ovaklar paydo bo'lishiga moyilligi past choklar hosil qiladi.

K-3 va KC-30XГЧHA flyuslari mos ravishda, kam legirlangan CXЛ hamda 30XГЧHA po'latlarini payvandlash uchun tavsiya etiladi. KC-1

va II flyuslaridan chok metallini qo'shimcha legirlash maqbul bo'lmagan hollarda foydalanish mumkin.

KC-III va KC-C flyuslari kuchli legirlaydigan flyuslarga misoldir. Ularning birinchisidan sovuqlayin shtamplashga mo'ljallangan shtamplarga eritib qoplash uchun foydalaniladi (tarkibida uglerod miqdori 1,6 - 1,8% va xrom miqdori 11,5 - 12,5% bo'lgan eritib qoplangan metall hosil qiladi); ikkinchisini eritib qoplash orqali sormayt turidagi metall (1,6 - 1,8% C, 12 - 14% Cr, 1,5 - 2,0% Ni) hosil qilish talab etiladigan hollarda ishlatish tavsiya qilinadi.

Ayni flyuslar ostida avtomatik payvandlash uchun CB-08 markali (ГОСТ 2246-60) kam uglerodli sim qo'llaniladi.

ФЛК flyusi yuqori darajada legirlangan, austenitli, o'tga chidamli, korroziyabardosh po'latlarni, shuningdek, perlitli, konstruksion hamda issiqqa chidamli po'latlarni payvandlashga mo'ljallangan.

Metall qo'shimchalari bo'lgan legirlovchi keramik flyuslarning ayrim kamchiliklari chokning kimyoviy tarkibi yoydagi kuchlanishga bog'liqligidan iborat. Payvandlash jarayonida yoyning uzunligi o'zgarib turishi chokning kimyoviy tarkibi o'zgarishiga olib keladi, bu esa uning mexanik xossalari barqaror bo'lishini keltirib chiqarishi mumkin.

Flyuslar tayyorlash uchun xomashyo. Flyuslar tayyorlash uchun ishlatiladigan xomashyoning kimyoviy tarkibi 7.6-jadvalda keltirilgan.

Keramik flyuslar tayyorlash uchun aynan elektrod qoplamalarini tuzish uchun ishlatiladigan ferroqotishmalar va metall kukunlari qo'llaniladi. Eritilgan flyuslar shixtasi quyidagi formula yordamida hisoblab aniqlanadi:

$$Q = \frac{a}{b} 100$$

bunda: Q – materialning og'irlik ulushlaridagi miqdori;

a – berilgan material hisobiga qo'shiladigan birikma shixtasining nazariy tarkibidagi miqdori, %;

b – ushbu birikmaning mazkur materialdagi miqdori, %.

7.6-jadval

Flyuslar tayyorlash uchun xomashyo

Materiallar nomi	Miqdori, %											ГОСТ yoki TII
	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaF ₂	K ₂ O+ Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	S	P	
Marganets rudasi	>58,0	<10,0	<4,5	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,2	ГОСТ 4418-48*

Qum	-	>97,0	-	-	-	-	-	-	-	Izlar	<0,015	ГОСТ 4417-48
Plavik shpati	-	<5,0	-	-	<4,0	-	>85,0	-	-	<0,2	<0,015	ТУИ-558 ГОСТ 4421-48
Kaustik magnezit	-	4,0	<4,5	>75,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bo'r	-	-	>54,0	-	-	-	-	-	-	<0,06	<0,04	ГОСТ 4415-48
Kaolin	-	-	-	-	>38,0	-	-	-	-	-	-	ГОСТ 6138-52
Perovskit konsentrati	-	<12,0	<32,0	<12,0	2,0	>40,0	-	-	<7,0	<0,04	-	-
Dala shpati	-	64,0- 70,0	<1,5	<0,5	17,0- 21,0	-	-	>10,0	-	<0,04	<0,04	ГОСТ 4422-48
Giltuproq	-	<5,0	-	-	>92,0	-	-	-	<3,0	-	-	ГОСТ 6912-54

* kalsiy oksidi miqdori qo'shimcha ravishda cheklangan.

7.5. Flyuslar ishlab chiqarish

Eritib olingan flyuslar ishlab chiqarish. Eritib olingan flyuslar ishlab chiqarish jarayoni quyidagi asosiy bosqichlar: shixtani tayyorlash, flyusni eritish, dona-dona holga keltirish (granulatsiya) va keyin flyusga ishlov berishdan iborat.

Xom materiallarni eritishga tayyorlash ularni quritish va maydalashdan, amalga oshirilgan hisob asosida shixta tuzishdan iborat. Gigroskopik namini ancha to'liq chiqarib tashlash uchun materiallar 100°C dan yuqori (yaxshisi, 50 - 200°C) haroratda quritilishi kerak. Xomashyoning ancha namligi shixtani hisoblashda xatoliklarga va flyusdagi kalsiy florid miqdorini ozaytiruvchi reaksiyalar jadal kechishiga olib kelishi mumkin. Tashkil etuvchilar alohida-alohida maydalanadi. Maydalash darajasi eritish ishlari elektr yoki alangali pechkada olib borilishiga bog'liq. Elektr pechkada eritishda shixtaning tashkil etuvchilari zarralari juda mayda (ko'ndalang o'lchami 2 - 4 mm dan kichik) bo'lmasligi lozim. Shixtada chang bo'lishi jarayonlar shiddatli kechishiga olib keladi, bu esa shixta pechkadan chiqarib tashlanishiga sabab bo'ladi. Shixta zarralarining diametri 8 - 10 mm dan yirik bo'lmasligi ham zarur, chunki bu holda eritish vaqti uzayadi va elektr energiyasi sarfi ortadi.

Flyusni alangali pechkada eritib olishda shixtaning tashkil etuvchilari mumkin qadar kichik maydalanmog'i darkor. Alangali pechkada haroratning bir tekisroq taqsimlanishi flyus tayyorlash jarayoni osoyishta kechishini ta'minlaydi. Bu hol flyus tayyorlash uchun kichikroq mayda-

langan shixtadan foydalanishga imkon beradi, natijada eritib olish jara-
yonlari osonlashadi va flyus tayyorlash tezlashadi.

Alangali pechkalar flyuslarni ko'plab tayyorlash uchun ishlatiladi va
generator gazi bilan isitiluvchi davriy ishlaydigan vannali pechkalardan
iborat bo'ladi.

Elektr pechkalarning ikki turi: flyus maxsus teshik (letok) orqali chi-
qarib olinadigan qo'zg'almas va og'ma pechkalar ishlatiladi.

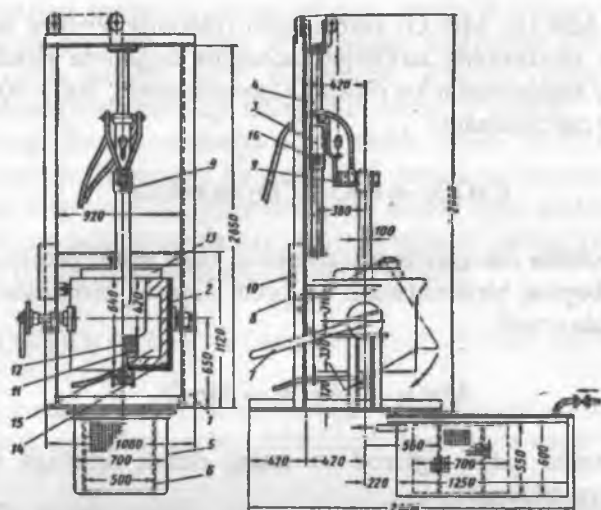
«ЦНИИТМАШ» da yaratilgan og'ma pechkalarning (7.3-rasm)
unumdorligi sutkasiga 0,55 t gacha flyusni tashkil etadi. Ular sinch 1,
g'ilof 2, elektrodni osish qurilmasi hamda ho'l usulda dona-dona qilish
moslamalari 5 va 6 dan tashkil topadi.

Sinch burchakli temirdan tayyorlanadi. G'ilof silindr shaklida bo'lib,
tub payvandlangan yondevordan iborat. G'ilof ikkita sapfada o'rnatilib,
pishang 7 yordamida osongina og'diriladi.

Pechkaning qoplamasi bir necha qatlamdan tarkib topadi: g'ilof ichi-
ga 5 - 10 mm qalinlikdagi asbest qatlami yotqiziladi, keyin chorak
g'isht qalinligida olovga chidamli g'isht qatlami 14 teriladi. Tubda joy-
lashgan g'isht qatlami ustiga po'lat plita 11, uning ustiga esa 300 - 350
mm diametrli ko'mirli elektrod bo'lagi 12 qo'yiladi, u pechkaning ish
bo'shlig'i podinasi vazifasini o'taydi. Keyin pechka qoplamasi 15
taqiladi.

Qoplama 70% elektrod massa yoki koks (donalarining o'lchami
3mm dan to changgacha) va 30% qumdan iborat. Qoplama hosil qilish
uchun pechka ichiga tunukadan qilingan, eritish bo'shlig'i shaklidagi
andoza qo'yiladi, keyin andoza bilan olovga chidamli g'isht qatlami
orasidagi bo'shliq yuqorida aytilgan aralashma bilan to'ldirilib, qoplama
o'tga toblab qizdiriladi. Tonnaji uncha katta bo'lmagan (50 - 70 kg)
elektr pechkalarda qoplama o'rniga suv bilan sovutiladigan metall (po'lat
yoki mis) qolipdan ham foydalaniladi.

Pechkaning eritish bo'shlig'i tepadan qopqoq 13 bilan berkitiladi.
G'ilof ish vaziyatida qotirish (stoporlash) tilchasi va tashlama planka 8
vositasida qotirib qo'yiladi.



7.3-rasm. Flyusni eritib olish uchun elektr pechka.

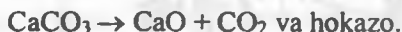
Elektrod osib qo'yiladigan qurilma yo'naltiruvchi sterjen 4 va naychasimon halqa (oboyma) dan hamda unga elektrod uchun mahkamlangan qismi 9 dan tuzilgan. Halqa 3 ning yo'naltiruvchi sterjen 4 dagi vaziyati maxovikcha 16 li qotirish vinti bilan qotirib qo'yiladi. Elektrodli qo'zg'aluvchi qism kontryuk 10 yordamida muvozanatlangan. Elektrod korpusdan asbest qistirmalar vositasida ajratib qo'yilgan (izolatsiyalangan).

Flyusni ho'l usulda dona-dona qilish uchun 0,5m³ sig'imli bak 5 va to'rtli savat 6 mo'ljallangan bo'lib, savatda flyus to'planadi. Elektr pechkalar TC-150-3, TCД-1000, TCД-2000 yoki TC-1000 va boshqa mos quvvatli hamda kuchlanishli payvandlash transformatorlaridan tok bilan ta'minlanadi.

Flyuslarni eritishda yuz beruvchi jarayonlarni quyidagi tarzda tasavvur qilish mumkin.

100 °C gacha haroratda shixtadan gigroskopik namlik bug'lanib ketadi. Kristallanish namligi shixtaning tashkil etuvchilaridan butun vaqt mobaynidan to u erigunga qadar chiqib ketadi. Bunda, agar shixta tarkibiga kalsiy florid kirs, u holda suv bug'lari u bilan o'zaro ta'sirlashib, vodorod florid hosil qiladi.

CaCO_3 , MgCO_3 , MnCO_3 karbonatlari (ularning birinchi ikkitasi ayrim flyuslar shixtasining tarkibiga anchagina miqdorda kiradi, qolgani esa tasodifiy aralashmalar ko'rinishida ishtirok etadi), $500 - 900^\circ\text{C}$ haroratda butkul parchalanadi:



Qattiq holatda manganets oksidlarining katta qismi parchalanib, ular kislorodga boyroq birikmalardan kislorodi kamroq birikmalarga ushbu sxema asosida o'tadi:



Ayni vaqtda qattiq uglerod va uning oksidi hisobiga manganets oksidlari qayta tiklanadi.

Kuchli oksidlovchilar hisoblangan manganets oksidlari shixtadan oltingugurt yonib tugashiga yordam beradi.

Flyuslar shixtasi batamom eriguncha uning tashkil etuvchilari o'rtasida yuz beruvchi asosiy jarayonlar ana shulardan iborat.

Shixta eriyotganda uning alohida tashkil etuvchilari jadal o'zaro ta'sirlashadi va kimyoviy birikmalar: silikatlar, titanatlar, alyuminatlar va boshqalar hosil bo'ladi.

Plavik shpati silikatlar yuzaga kelishida qatnashmaydi, aftidan, erituvchi vazifasini bajaradi. Lekin yuqori ($1500 - 1600^\circ\text{C}$) haroratda kalсий florid kremniy qo'shoksidi bilan o'zaro ta'sirlashib, uchuvchan kimyoviy birikma – kremniy florid hosil qiladi.

Mazkur reaksiya flyuslarni eritishda ftorning yo'qolish manbalaridan biri sanaladi.

Eritmada qattiq uglerod hisobiga manganets yuqori oksidlari va temir oksidlarining qayta tiklanish reaksiyalari davom etadi, flyusning oksidlash qobiliyati pasayib va uning harorati ko'tarilib borgan sari, ko'proq issiqlik sarflanishini hamda qayta tiklanish sharoitini talab qiluvchi reaksiyalar avj olib boradi.

Temir sulfidning manganets (II) - oksid bilan o'zaro ta'sirlashish reaksiyasi yaxshi sifatli flyus olish nuqtayi nazaridan katta ahamiyatga ega:



Bu reaksiya natijasida suyuq po'latda yaxshi eriydigan temir (II) - sulfid suyuq po'latda deyarli erimaydigan marganets (II) - sulfidga aylanadi. Shu sababli, ko'p marganetsli flyuslar ostida avtomatik payvandlashda chok metaliga oltingugurt deyarli o'tmaydi.

Flyusdagi fosfor miqdorini kamaytirish uchun pechka vannasiga cho'yan yoki po'lat qipig'i ko'rinishidagi metall qo'shimcha qo'shiladi (eritma og'irligining 10 - 25% hisobida). Bunda flyus pechkasining podinasida flyus qatlami tagida suyuq metall vannasi yuzaga keladi. Metall va shlakli fazalar orasida ushbu reaksiya kechadi:



Mazkur reaksiya natijasida flyusdagi fosfor miqdori ancha kamayadi. Metall qo'shimchadan keyingi eritishlarda ham qayta-qayta foydalanish mumkin.

Flyusni eritish oxirida yuzaga keluvchi yuqori haroratlarda uning tashkil etuvchilaridan eng uchuvchanlari, masalan, ishqoriy metallar kaliy va natriy birikmalari bug'lanib ketadi.

Shunday qilib, flyus eritish pechkasining vannasida yuqorida aytilgan jarayonlar kechishi natijasida bir jinsli qorishma vujudga keladi, u muayyan kimyoviy tarkibiga hamda talab etiluvchi fizik va mexanik xossalarga ega bo'ladi.

Flyus ikki usulda – ho'l va quruq usullarda dona-dona holga keltiriladi. Ho'l usulda, eritilgan flyus suvli bakka jildiratib qo'yiladi. Suvuq suvga tushgan flyus nisbatan mayda zarralarga maydalanadi. Quruq usulda dona-dona qilishda flyus metall qoliplarga quyilib, sovigandan keyin mexanik usulda maydalanadi. Ho'l usulda dona-dona qilish qulayroq, chunki nafaqat shishasimon, balki pemzasimon flyus olishga imkon beradi. Pemzasimon flyus elektr pechkada, eritmani ancha o'ta qizdirib, keyin ho'l usulda dona-dona qilgan holda eritiladi. Bundan tashqari, ho'l usulda dona-dona holga keltirishdan keyin flyusni maydalash osonlashadi va changsimon ko'rinishdagi chiqindilar ancha kam hosil bo'ladi.

Flyus ho'l usulda dona-dona qilingandan so'ng, 150 – 250°C haroratda quritiladi. Ishlatishga tayyor bo'lgan flyusda 0,1% dan ziyod namlik bo'lmasligi kerak. Flyusni maydalash va elash uni tayyorlashning oxirgi operatsiyalaridir. Zarralarining o'lchami flyusning vazifasiga qarab belgilanadi.

Pechkada eritish vaqtida flyusning sifati sovigan eritma namunasini tashqi ko'rinishiga qarab nazorat qilinadi.

Foydalanishga tayyor bo'lgan flyus ushbu nazoratdan o'tkaziladi: kimyoviy tarkibi aniqlanadi, granulometrik tarkibi va hajmiy og'irligi tekshiriladi, tashqi ko'rinishi bo'yicha bir jinsliligi hamda donalarining bir jinsliligi tekshiriladi, namlik miqdori aniqlanadi. Ushbu sinovlar flyusning barcha payvandlash xossalarini qamraydi va shu bois ularning sifatini aniqlash yetarli bo'ladi. Biroq amaliyotda sifatli flyuslar olish kafolati yuqoriroq bo'lishi uchun ularning g'ovak va darzlar yuzaga kelishiga moyilligi ham sinaladi.

Keramik flyuslar ishlab chiqarish. Keramik flyuslar tayyorlash asosan quyidagi operatsiyalardan iborat. Flyusning tashkil etuvchilari maydalanadi, to'yiladi va g'alvirda elanadi. Mineral tashkil etuvchilar 1600 teshik/sm² li, ferroqotishma va metall kukunlari esa 900 – 1200 teshik/sm² li g'alvirdan o'tishi lozim.

Zarur miqdordagi tashkil etuvchilardan tuzilgan aralashma yaxshilab aralashtiriladi, keyin unga suyuq shishaning suvdagi eritmasi qo'shiladi va yana obdon aralashtiriladi.

Olingan bir jinsli qorishma ikki usul bilan ishlovdan o'tkazilishi mumkin:

a) qorishma briketlar tayyorlanib, 350.....400°C da quritiladi va qizdiriladi, maydalanadi, 25 teshik/sm² li g'alvirda elanadi;

b) qorishma ho'l (xom) holatda maxsus mashinalar (granulyatorlar) da yoki (uncha katta bo'lmagan turkumlar tayyorlashda) simlarning oralig'i 2 mm bo'lgan sim g'alvirdan ishqalash yo'li bilan o'tkazib, dona-dona qilinadi.

Tayyor bo'lgan oqshoq 150 – 200°C haroratda 15 – 20 daqiqa quritilib, keyin 25 teshik/sm² li g'alvirda elanadi va 350 – 400°C da 2 – 3 soat qizdiriladi.

ΦLK flyuslari oldindan qizdirmasdan, chamasi 700°C haroratda 1 soat qizdiriladi.

Izoh: ΦLK flyusi suyuq shisha qo'shmasdan tayyorlanadi, ammo ularning aralashmasiga suv qo'shiladi.

Tayyor bo'lgan flyus uning namlanish va bug'lanish ehtimoli bo'lmagan sharoitda saqlanishi hamda tashilishi kerak.

7.6. Alyuminiy qotishmalarini payvandlash uchun aktivlovchi flyuslar

Alyuminiy va marganets qotishmalarini payvandlash uchun ko'pgina aktivlovchi flyuslar ishlab chiqilgan (7.7-jadval). Oksid pardalari

kimyoviy bog'lanishi, gaz g'ovaklari kichiklashuvi, modifikatsiyalanish evaziga mexanik xossalari yuqori bo'lgan payvand birikmalar yuzaga keladi. Ta'kidlash joizki, aktivlovchi flyuslar, garchi katta qalinlikdagi detallarni payvandlash ancha qiyin bo'lsa-da, yengil qotishmalarining erish chuqurligini oshirish uchun kam hollarda qo'llaniladi.

Flyuslarning alyuminiy qotishmalarini argon-yoy yordamida payvandlash jarayoniga ta'siri haqida to'liqroq ma'lumotlar ushbu kitob muallifining "Алюминий қотишмаларини аргон-ёй ёрдамида пайвандлаш" monografiyasida keltirilgan. U hammualliflari bilan taklif etgan ТФА seriyasidagi flyuslar payvand chokni birlamchi kristallitlarni mikrolegirlash va yo'nalishini o'zgartirish hisobiga o'zgartiradi. Flyus pasta – eritib olingan flyusning spirt yoki suvdagi eritmasi ko'rinishida detallar chetlarining orqa qismiga surtiladi. Flyuslarning ta'sirini muallif shlakli fazaning oksid pardasi bilan o'zaro ta'sirlashishi hamda payvandlash vannasining yupqa shlak pardasi vositasida himoyalanishi bilan tushuntiradi. Flyuslar bilan payvandlashda eritish balandligi, aftidan, fazalararo tortilish ortishi hisobiga kamaygan. Flyusning tashqi sirtida joylashtirilishini katod purkalish va flyusning gazli fazaga o'tishi tufayli samarasiz, deb hisoblanadi.

7.7-jadval

Alyuminiy qotishmalarini payvandlashga mo'ljallangan aktivlovchi flyuslarning tarkibi

Flyus markasi	Kimyoviy tarkibi, og'irligi, %	Izoh
АФ-4А	KCl-50; NaCl-28; LiCl-14; NaF-8	Gaz alangasida payvandlash uchun
УФОК-1А	KCl-40; NaCl-30; Na ₃ AlF ₆ -30	Toza alyuminiyni payvandlash uchun
МАТИ-1	KCl-34; NaCl-43; Na ₃ AlF ₆ -23	AMu qotishmalarini payvandlash uchun
МАТИ-1А	KCl-47; LiCl-8; NaF-42; Na ₃ AlF ₆ -3	Shuning o'zi
МАТИ-5	KCl-5; BaCl ₂ -48; Na ₃ AlF ₆ -2	AMg qotishmalarini payvandlash uchun
МАТИ-10	KCl-30; NaCl-68; Na ₃ AlF ₆ -2	Shuning o'zi
АН-А1	KCl-50; NaCl-20; Na ₃ AlF ₆ -30	Magniyisiz qotishmalarni payvandlash uchun
АН-А4	KCl-50; NaCl-20; Na ₃ AlF ₆ -30	AMr qotishmalarini payvandlash uchun
ВИАМ-3	KCl-33.3; NaCl-33.3; LiCl-33.4	
42-а	KCl-29; NaCl-19; BaCl ₂ -48; CaF ₂ -4	
ВАМИ	KCl-50; NaCl-30; Na ₃ AlF ₆ -20	
КМ-1	KCl-45; NaCl-20; BaCl ₂ -20; NaF-15	
АФ-1	KCl-5; NaCl-5; LiCl-10; Na ₃ AlF ₆ -20	

ЖА-64	KCl-43; NaCl-17; SiO ₂ -4; Na ₃ AlF ₆ -36	
ИЭС	LiF-35; NaF-40; MgF ₂ -25	
ФА-1	LiF-35; CaF ₂ -25; MgF ₂ -25; SrF ₂ -25	
ФА-1Т	LiF-24.2; CaF ₂ -24.2; MgF ₂ -24.2; SrF ₂ -24.2; Ti-3.2	
ТФА-1	CaF ₂ -13...17; SrF ₂ -13...17; MgF ₂ -10...14; LiF-16...20; KCl-36...44	[208]
ТФА-2	CaF ₂ -18...22; SrF ₂ -7...11; MgF ₂ -5...7; LiF-16...22; BeF ₂ -4...6; CaCl ₂ - qolgani	[212]
ТФА-3	CaF ₂ -10...14; SrF ₂ -7...11; MgF ₂ -5...7; LiF-10-14; BeF ₂ -2...4; K ₂ ZrF ₆ -16...20; KCl-36...44	[211]
ТФА-4	CaF ₂ -8...12; SrF ₂ -6...10; MgF ₂ -4...6; LiF-8...12; BeF ₂ -2...4; K ₂ ZrF ₆ -6...10; KBF ₄ -12...20; CaCl-17...23	[312]
ТФА-5	CaF ₂ -10...18; MgF ₂ -15...27; BaF-18...28; CaCl ₂ -11...15; LiF- qolgani	[358]
ТФА-6	CaF ₂ -15...25; MgF ₂ -13...23; LiF-21...35; BaF ₂ -6...16; K ₂ ZrF ₆ -8...16; CaCl ₂ -7...15	[359]
ТФА-7	CaF ₂ -5...7; MgF ₂ -6...10; LiF-37-45; BaF ₂ -10...14; KF-24...30; NaF-5...7	[360]
ТФА-8	CaF ₂ -10...30; BaF ₂ -10...30; LiF-8...30; LiCl-20...50; BaF ₃ -10...20; nikel-2...10	[361]

Yon va frontal yuzaga surtilganda, flyuslarning boshqa bir kamchiligi – shlak qo‘shilmalari paydo bo‘lishi hamda yoyning g‘alayonlanishidan iborat. Ammo muallif xususan flyus bug‘larining payvandlash vannasidagi oksidlar va himoya muhitidagi gazlar bilan reaksiyaga kirishishi evaziga chokning xossalariга ijobiy ta’sir qilishi mumkin bo‘lgan payvandlash usulini mufassal tadqiq qilmagan. ТФА-5 flyusi bilan argon-yoy yordamida payvandlaganda АМr turidagi qotishmalar bilan hosil qilingan chokning mexanik xossalari yaxshilanadi (7,8, 7.9-jadvallar).

7.8-jadval

АМr qotishmalari bilan hosil qilingan 2 mm qalinlikdagi payvand birikmalarning mexanik xossalari

Payvandlash usuli	Detallarning holati	σ_v , МPa	Egilish burchagi, gradus
Flyussiz АYOP	Xurushlangandan keyin	$\frac{234-332}{309}$	$\frac{31-45}{37}$
Flyussiz АYOP	Xurushlanmagan	$\frac{231-283}{265}$	$\frac{21-34}{29}$
ТФА-5 flyusi bilan АYOP	Xurushlangandan keyin	$\frac{338-249}{344}$	$\frac{60-68}{63}$
ТФА-5 flyusi bilan АYOP	Xurushlanmagan	$\frac{292-312}{305}$	$\frac{42-51}{46}$

**Qotishmalar bilan hosil qilingan 2 mm
qalinlikdagi payvand birikmalarining mexanik xossalari**

Qotishma markasi	Payvandlash usuli	σ_v , MPa	Egillish burchagi, grad	Zarbiy qovush- qoqligi, kJ/m ²
AMr1	Flyussiz AYOP	82	180	-
	TΦA-5 flyusi bilan AYOP	89	180	-
AMr2	Flyussiz AYOP	171	156	133,4
	TΦA-5 flyusi bilan AYOP	180	163	196,2
AMr3	Flyussiz AYOP	213	110	157,5
	TΦA-5 flyusi bilan AYOP	228	135	197,8
AMr5	Flyussiz AYOP	302	94	162,2
	TΦA-5 flyusi bilan AYOP	322	112	217,1

Chokning kimyoviy tarkibi yaxshilandi: foydali magniy va lity miqdori ko'paydi, zararli natriy miqdori esa ozaydi. 1420 turidagi qotishma TΦA-8 flyusi bilan payvandlanganda g'ovakdorlik batamom barham topishiga va oksidli qo'shilmalarning kamayishiga erishildi. TΦA-5 va TΦA-8 flyuslari "ИМЕТ" namunasida qizish darzlari paydo bo'lish koeffitsiyentini kichraytirdi (7.10-jadval).

7.10-jadval

Chokda qizish darzlari paydo bo'lish koeffitsiyentining qiymatlari

Qotishma	Flyus	Flyussiz	Flyus bilan
AMr2	TΦA-5	0,75	0,61
AMr3	TΦA-5	0,58	0,31
AMr6	TΦA-5	0,62	0,56
1420	TΦA-8	0,64	0,6
1201	TΦA-8	0,46	0,3

Xlorli flyuslardan 1420 qotishmasini payvandlashda foydalanildi, ammo g'ovaklar samarali tarzda kamaymadi va birikmaning mexanik xossalari yaxshilanmadi, aftidan, bunga flyuslarning gigroskopikligi hamda chokning vodorod bilan to'yinishi sabab bo'lgan (7.11-jadval).

1420 qotishmasidan qilingan payvand birikmalarning mexanik xossalari

Flyus markasi	ВИАМ-3	АФ-4А	МАТИ-5	ИЭС	ФА-1	ФА-1Т	Flyus-siz
σ_v , МПа	$\frac{273...343}{307}$	$\frac{267...321}{286}$	$\frac{305...374}{333}$	$\frac{267...308}{283}$	$\frac{264...354}{323}$	$\frac{329...357}{347}$	$\frac{284...332}{309}$
Egish burchagi, grad	$\frac{25...38}{30}$	$\frac{24...32}{27}$	$\frac{34...43}{38}$	$\frac{26...30}{28}$	$\frac{33...45}{17}$	$\frac{48...61}{53}$	$\frac{31...45}{37}$

1201, АМr2, АМr3, АМr5, АМr6 qotishmalarini payvandlashda ВИАМ-3 flyusidan foydalanilganda oksidli qo'shilmalar biroz kamaydi, АФ-4А flyusi bilan payvandlaganda esa oksidlarning uzunligi 2 barobar qisqardi. Ftorli ИЭС, ФА-1, ФА-1Т flyuslari АМr6 qotishmasini payvandlashda oksidlar miqdorini 10 – 20 barobar ozaytirdi. АМr qotishmalari АФ-4А flyusi bilan payvandlanganda yirik g'ovaklar miqdori 3 barobar kamaydi, ammo mayda g'ovaklar miqdori ko'paydi.

Gazsimon flyuslar aralashtirilgan inert gazlar muhitida АМr6 qotishmasini payvandlab hosil qilingan birikmalar tadqiq qilingan (7.12-jadval).

АМr6 qotishmasini payvandlash rejimlari va bunda hosil bo'ladigan 2 mm qalinlikdagi payvand birikmaning xossalari

Himoya muhiti	Payvandlash rejimi		Chokning mexanik xossalari	
	I_{payv} , А	V_{payv} , m/soat	σ_v , МПа	Egish burchagi, grad
Flyussiz Ar	140	18	287	98
Ar + 0.5% SF ₆	140	18	303	89
He	120	18	280	159
He + 0,5 % SF ₆	120	18	274	123
He + 0,5 % xladon-12	120	18	295	177

Shunday qilib, alyuminiy qotishmalarini payvandlashda aktivlovchi flyuslardan foydalanilganda payvand birikmalarning sifati va mexanik xossalari yuqorilashadi.

7.7. Titan qotishmalari uchun flyuslar

Titan qotishmalarini payvandlash xossalari va texnologiyasi haqidagi eng ishonchli ma'lumotlar S.M.Gurevich va hammualliflarning asarlarida berilgan. Ammo, afsuski, aktivlovchi flyuslar bilan payvandlash jarayoni tadqiqotiga monografiyada faqat bo'limning bir qismi bag'ishlangan. Xususan, mualliflar bunda Φ AH-1 flyusining ijobiy ta'sirini ta'kidlab o'tishadi (7.13 - jadval).

Xossalarning yaxshilanishini mualliflar payvandlash vannasining tozalanishi natijasida kislorod miqdori 0,1% gacha kamayishi bilan tushuntirishadi. Aktivlovchi flyusdan yasalgan o'zagi bo'lgan Π IT-1 markadagi kukunli payvandlash simi bilan argon-yoy yordamida payvandlab hosil qilingan birikmalarining xossalari haqidagi to'liqroq ma'lumotlar 7.14 - jadvalda berilgan.

7.13-jadval

Titan qotishmalarini payvandlab hosil qilingan birikmalarining mexanik xossalari

Qotishma	Qalinligi, mm	σ_v , MPa	Egillish burchagi, grad
BT14	3	1147	26
BT6C	4	1088	33
BT6	4	1168	27

7.14-jadval

Titan qotishmalarini Π IT-1 simi bilan payvandlab hosil qilingan chokning mexanik xossalari

Qotishma	Qalinigi, mm	σ_v , MPa	σ_t , MPa	δ , %	ψ , %	a_{kl} , J/sm ²
BT5-1	6	843	812	11	23,4	55
BT6C	6	927	891	12	26,8	67
BT5JI	8	828	783	10,3	20,5	52
OT4Y	8	783	734	15	35,4	110
OT4	12	797	785	14,8	27,4	78

Kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'lgan 2,5 mm qalinlikdagi list ko'rinishidagi BT6C qotishmasini payvandlab hosil qilingan birikmalar tadqiq qilindi, %: Al – 4,9; V – 3,6; Fe – 0,21; Si – 0,12; [N] – 0,019; [O] – 0,02; [H] – 0,0115; uning mexanik xossalari esa quyidagichadir:

$\sigma_v=928$ MPa; $\delta=12\%$; $\psi=25,3$; $KCV=50$ J/sm²; egilish burchagi $\alpha=40^\circ$. BT6C qotishmasi o'rtacha mustahkamlikdagi deformatsiyalanadigan, yaxshi payvandlanadigan qotishmalar jumlasiga kiradi, uning muvozanat tuzilmasi titan asosidagi α -fazadan iborat bo'lib, unda β -barqarorlashtiruvchilar – vanadiy va ayrim boshqa aralashmalar miqdori ko'p bo'lmaydi.

Titan qotishmalarini payvandlash uchun CaF_2 - SiF (AHT-15A), CaF_2 - MgF_2 (AHT-17A), CaF_2 - LiF_2 - LaF_3 (AHT-19A) tizimlaridagi, spirtli shlak yer ko'rinishidagi flyuslardan foydalaniladi. BT6C qotishmasi toza argonda, AHT-15A flyusi bo'lgan argonda, 1,2% BF_3 bo'lgan argonda, 1,0% xladon-12 bo'lgan argonda ushbu rejimlarda payvandlab ko'rildi (7.15-jadval).

7.15-jadval

**2,5 mm qalinlikdagi list ko'rinishidagi BT6C qotishmasi
namunalarini payvandlash rejimlari**

Himoya muhiti	Tok kuchi, A	Kuchla- nish, V	Pay- vand- lash tezligi, m/soat	Gaz sarfi, l/min		
				soplo	“bo'g'ot” hosil bo'lishi uchun	Pod- duv uchun
Flyussiz argon	120 - 130	12 - 13	10	20	15	3 - 4
Ar + BF_3	90 - 100	10 - 11	10	15	10	-
Ar + xladon-12	70 - 80	14 - 16	10	15	10	-

Payvand choklar xossalarini aniqlash uchun ko'z bilan chamalab o'lchash, rentgenografik nazorat, metallografik tahlil, qattiqlikni o'lchash hamda mexanik sinash usullaridan foydalanildi.

BT6C qotishmasidan olingan $300 \times 100 \times 2,5$ mm o'lchamli namunalar mis taglik ustida payvandlash kallagi bilan payvandlandi. BF_3 li argonda payvandlangan payvand chokda tovlanish ranglari paydo bo'ldi. CaF_2 li argonda payvandlaganda yoyning detallar qirralarida joylashuvi o'zgardi (fluktuatsiya). Xladon-12 va BF_3 li argonda payvandlaganda termik ta'sir zonasi va erish koeffitsiyenti kichiklashdi (7.16-jadval).

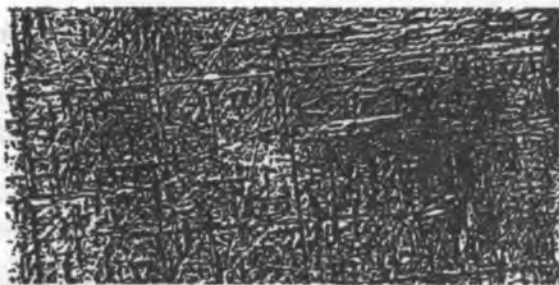
Payvand choklar o'lchamlari va BT6C qotishmasining termik ta'sir zonallari

Himoya muhiti	Chokning o'lchamlari, mm		Termik ta'sir zonasi, mm	
	Chok	Eritilgan qism	Yuqorigi qism	Pastki qism
Flyussiz argon	9	3	17	18
Ar + BF ₃	7	3,5	15	13
Ar + xladon-12	5,5	5	13	11,5

Argonda payvandlangan namunalar rentgenografiya qilinganda 0,1 - 0,2mm diametrli alohida g'ovaklar hamda 0,1mm diametrli g'ovaklar zanjirlari aniqlandi, ular payvand chok chegarasida, qotish chizig'i yonida joylashgan edi. Namunalar AHT-15A flyusi bilan BF₃ li argonda payvandlanganda ularda g'ovaklar kamaydi, xladon-12 li argonda payvandlanganda esa g'ovaklar paydo bo'lmadi.

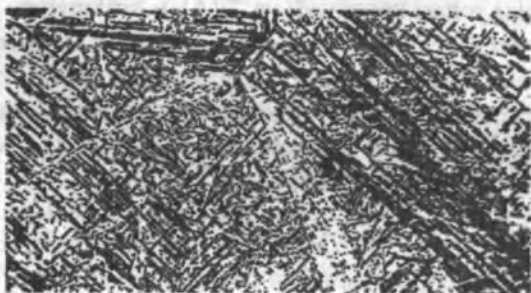
Mikrotuzilmani tadqiq qilish uchun shliflar plavik, azot kislota va glitserin aralashmasida xurushlab (ishlov berib) olingan. Mikrotuzilma surati 500 marta kattalashtirib ko'rsatuvchi МИМ-7 mikroskopi bilan olingan. Titaning kimyoviy aktivligi mikrotuzilma murakkab bo'lishiga olib keladi, bunday tuzilma kislorod, vodorod hamda azot borligi bilan qo'shimcha ravishda murakkablashadi. Kislorod miqdori ko'payishi bilan α eritmalar sohasi kengayadi va Ti(Al₂)₃ birikmalari, Ti₃O va Ti₆O suboksidlari yuzaga keladi. Vodorod va azot β -barqarorlashtiruvchi sanaladi, ammo α -faza o'tganda α -eritma, titan gidrid va titan nitrid aralashmalari hosil bo'ladi. Payvandlaganda eritib qoplangan metall va chok yaqinidagi zonaning mikrotuzilmasi BF₃, CaF₂ va xladon-12 ta'sirida yanada ko'proq o'zgaradi.

Qayishqoqlik va zarbiy qovushqoqlik pasayganligining bilvosita ko'rsatkichlari yirik donli tuzilmadan, o'ta qizish sharoitida martensitli fazalar hosil bo'lganini ko'rsatuvchi dag'al ignasimon tuzilishdan, chokning alohida zonallari orasida keskin tuzilmaviy o'tish mavjudligidan, fazalar tashkil etuvchilarining noqulay shaklidan iborat. Toza argonda, eritib qoplangan metallning tuzilmasi "savatsimon", bunday tuzilma tarkibida martensitli tashkil etuvchilar bo'lgan, temir ishlovdan o'tkaziladigan ikki fazali titan qotishmalari uchun xosdir (7.4-rasm).



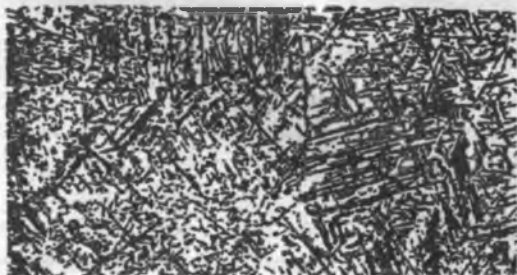
7.4-rasm. *BT6C qotishmasi payvand chokining mikrotuzilmasi. Toza argonda payvandlangan. Tashkil etuvchilar perpendikulyar tarzda joylashgan ikki fazali yirik donli tuzilma.*

Argonda va AHT-15A flyusli argonda payvandlashda eritib qoplangan metallda o'zaro perpendikulyar ikkinchi faza bo'lgan, u asosiy matritsadan ajralib chiqqan (7.5-rasm). Payvandlashning qo'llaniladigan hamma turlarida eritib qoplangan metallardan asosiy metallga o'tish ravon bo'lgan.



7.5-rasm. *BT6C qotishmasi payvand chokining mikrotuzilmasi. AHT-15A flyusi ostida payvandlangan. Tashkil etuvchilar perpendikulyar ravishda joylashgan mayda ignasimon tuzilma.*

Mikrotahlil eritib qoplangan metallning tuzilmasi ikki fazali ($\alpha + \beta$) ekanligini ko'rsatadi, ammo payvandlashning ayrim turlarida uchinchi fazaning mayda qo'shilmalari paydo bo'ladi (7.6-rasm).



7.6-rasm. *BT6C qotishmasi payvand chokining mikrotuzilmasi. Argon + 1,2 % BF_3 da payvandlangan. Fazalar perpendikulyar holatda joylashgan va uchinchi faza donalari mayda bo'lgan ikki fazali yirik donli tuzilma. 500 baravar kattalashtirilgan.*

Mikrotuzilma mayda donli hisoblanmaydi, lekin xladon-12 li argonda payvandlashda donalarda poliedrik chegaralar bo'ladi, bu esa o'ta qizish ta'sirini pasaytiradi (7.7- rasm).



7.7-rasm. *BT6C qotishmasining argon + 1,0 % xladon-12 muhitida payvandlangan chokining mikrotuzilmasi. Ko'p qirrali, martensitli, mayda donli ikki fazali tuzilma. 500 baravar kattalashtirilgan.*

Mexanik xossalarini aniqlash uchun chokning va chok yaqinidagi zonaning qattiqligi, statik cho'zilish, statik hamda zarbdan egilish o'lchandi (7.17-jadval).

BT6C qotishmasining payvand birikmalari va xossalari

Himoya muhiti	Flyussiz argon	Ar+AHT-15A	Ar+BF ₃	Ar+xladon -12
Payvand chokning eni, mm	9	8,3	7	5,5
Eritish eni, mm	3	3,5	3,5	5,1
Termik ta'sir zonasining eni, mm	17	16	15	13
Payvand chokning qattiqligi HB, birlik	304	293	206	209
Asosiy metallning mustahkamlik chegarasi, MPa	968	1035	947	996
Payvand chokning mustahkamlik chegarasi, mm	1100	1043	1092	1190
Statik egilishi, grad	46	40	34	45
Zarbdan egilishi KCB, J/sm ²	51	44	39	40

2,5 mm qalinlikdagi OT-4 qotishmasining payvand birikmalari ham aynan shu tarzda payvandlandi va tadqiq qilindi (7.18-jadval).

OT-4 qotishmasining payvand birikmalari va ularning xossalari

Himoya muhiti	Payvandlash rejimi			Mustahkamlik chegarasi σ_v , MPa
	I_{payv} , A	U_D , V	V_{payv} , m/soat	
Flyussiz argon	140	9.3	12	(800 - 850)/825
Ar + 0,7 % SF ₆	70	10	12	(880 - 930)/905
Ar + 1,2 % xladon-12	70	10	12	(865 - 915)/890

7.8. Kavsharlashda ishlatiladigan flyuslar

Flyuslash va o'z-o'zidan flyuslanish. Metall sirtida molekulyar oksid qatlami yuzaga kelish vaqti 10^{-8} sekundga yaqin deb baholanadi, shu sababli metallning himoyalangan sirtida hamisha oksid pardasi qatlami bo'ladi. Kavsharlanayotgan metall va kavsharning sirtidan oksid pardalarini yo'qotish uchun kavsharlash jarayonida flyuslar, aktiv gaz muhitlari, vakuumdan foydalaniladi. Bu maqsadda, shuningdek, ulanmalarining ho'llanish va shakllanish sharoitini yaxshilash uchun kavsharlar tarkibiga flyuslar vazifasini bajaruvchi tashkil etuvchilar (bor, fosfor, kremniy, germaniy, bariy hamda ishqoriy metallar – litiy, kaliy, natriy) qo'shiladi.

Asosiy metallning flyus bilan ho'llanishi uning asosiy metall va shu metallda yuzaga keluvchi oksid pardasi bilan turdoshligiga bog'liq. Asosiy metall flyus bilan yaxshiroq ho'llanadi, bu esa flyuslash jarayonida o'zaro ta'sirlashuv sharoitini yaxshilaydi. Flyuslar bilan asosiy metalldagi oksid pardasi o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashuvning faolligi asosiy metallning oksidlanish darajasiga bog'liq. Oksidlanmagan temir eng yomon ho'llanadi. Oksidlangan temirning flyus bilan ho'llanuvchanligi oksidlanish darajasi ortishi bilan oshadi. Kavsharlashda ishlatiladigan organik flyuslardan ikki asosiy guruhni – oksidli va galoidli flyuslarni ajratib ko'rsatish mumkin. Flyuslash jarayonida oksidli flyuslar asosan oksid pardasi bilan, galoidli flyuslar esa asosiy metall bilan o'zaro ta'sirlashadi. Natriy tetroborat va borat kislota asosida, shuningdek, shishalar asosida olingan, eng keng tarqalgan flyussiz oksidli flyuslar sirasiga kiradi. Natriy tetroboratning flyuslash aktivligini unda ayrim metall oksidlarining eruvchanligi asosida baholash mumkin.

Hozirgi paytda bizda ham, chet elda ham qora va rangli metallarni boridlar, floridlar, xloridlar, oksidlar va boshqa kimyoviy birikmalardan foydalanib kavsharlash uchun har xil flyuslar ishlab chiqilgan. Yuqori haroratda kavsharlash uchun eng ko'p ishlatiladigan flyuslar (PIB200, PIB201, PIB209, PIB284) standartlashtirilgan.

7.8.1. Yuqori haroratda kavsharlash uchun flyuslar

Qora va rangli metallarni 650°C dan yuqori haroratda kavsharlashda ishlatiluvchi flyuslar tavsifi 7.19-jadvalda keltirilgan.

Alyuminiy, magniy, titanni va ularning qotishmalarini kavsharlashda foydalaniladigan flyuslar tavsifi 7.20 - jadvalda berilgan.

7.19-jadval

Rangli va qora metallarni 650 °C dan yuqori haroratda kavsharlashda ishlatiluvchi flyuslarning tarkibi hamda tavsifi

Tashkil etuvchilari	Miqdori (massa bo'yicha ulushi), %	Aktivligining harorat oralig'i, °C	Flyusning vazifasi va tavsifi
PIB200 flyusi Bura Bor oksidi (B_2O_3) Kalsiy florid (CaF_2)	18-20 65-67 14-16	800-1200	Korroziyabardosh va konstruksion po'latlarni, o'tga chidamli qotishmalarni kavsharlash
PIB201 flyusi Bura Bor oksidi Kalsiy florid	11-13 76-78 9,5-10,5	800-1200	Korroziyabardosh va konstruksion po'latlarni, o'tga chidamli qotishmalarni yuqori darajada hamda o'rtacha

Ligatura (48% Al, 48%Cu, 4% Mg)	0,9-1,1		eruvchan kavsharlar bilan kavsharlash
ПВ209 flyusi Kaliy florid Bor oksidi Kaliy tetraflorborat (KBF ₄)	41-43 34-36 22-24	700-900	Korroziyabardosh va konstruksion po'latlarni kavsharlash
ПВ284 flyusi Bor kislota Kaliy gidroksidi Vodorodflorid kislota	29-31 25-27 43-45	700-900	Korroziyabardosh va konstruksion po'latlarni, misni va mis qotishmalarini o'rtacha eruvchan kavsharlar bilan kavsharlash
Bura Natriy florid Natriy xlorid	90 2,6-2,8 7,2-7,4	800-1150	Cho'yanni alyuminiy bilan legirlangan mis kavsharlar bilan kavsharlash
Kaliy fluoroksid Kaliy florborat Bor kislota O'yuvchi kaliyning 35-65% li eritmasi	20-30 15 40-65 5-25	550-950	O'ta qattiq qotishmalarni va ko'p uglerodli asbobsozlik po'latlarini kavsharlash
Bor kislota Natriy florid	49-53 qolgani	850	Uglerodli, xrom-nikelli po'latlarni, cho'yan, misni va ularning qotishmalarini kavsharlash
Kobalt volframati Kaliy florid Natriy florid Volfram oksidi Kobalt oksidi Bor oksidi	0,1-0,8 5-8 2-4 1-10 0,1-1 qolgani	1000-1200	Qattiq qotishmalardan yasalgan asboblarni kavsharlash
Bor kislota Bor Natriy florid Bura Kaliy florid	3-5 0,05-0,4 2-5 6-9 80-85	1200	Korroziyabardosh po'latlarni kavsharlash
Bura Bor kislota	80 20	800-1150	Uglerodli po'latlarni, cho'yan, mis, latun, bronza va qattiq qotishmalarni mis-ruxli hamda kumush kavsharlar bilan kavsharlash
Bura Bor kislota	50 50		
18B flyusi Kaliy florid (suvsiqlantirilgan) Bor kislota	40 60	550-850	Nikelli po'latlarni, mis qotishmalarini kumush kavsharlar bilan kavsharlash
Kaliy florid Borat angidrid Kaliy nitrat Natriy florid Litiy karbonat Kaliy florborati	10-20 15-25 5-15 5-10 2-6 qolgani	600-900	Latunni kislorod-atsetilen alan-gasida kavsharlash
Bor kislota Kristall bura Natriy florid	20-30 20-30 20-40	650-850	Korroziyabardosh po'latlardan, misdan, mis qotishmalaridan ishlangan buyumlarni tarkibida

Kaliy florborati Litiy (kaliy, natriy) alyumini nati	15-30 5		25-75% kumush bo'lgan kavsharlar bilan kavsharlash
Bariy xlorid Litiy florid Rux xlorid	8-10 8-10 26-28	850-900	Alyuminiyli bronzani kavsharlash

7.20-jadval

Alyuminiy, magniy, titanni va ularning qotishmalarini yuqori haroratda kavsharlash uchun flyuslarning tarkibi va tavsifi

Tashkil etuvchilari	Miqdori (massa bo'yicha ulushi), %	Aktivligining harorat oralig'i, °C	Flyusning vazifasi va tavsifi
34A flyusi Kaliy xlorid Litiy xlorid Natriy florid Rux xlorid	54 - 56 29 - 35 9 - 11 8 - 12	420 - 620	Tarkibida magniy miqdori 1-1,5 % dan ko'p bo'lmagan alyuminiy va uning qotishma- larini kavsharlash. Pechkada, gaz alangasida qizdiriladi (TB4). Kislorod-atsetilenli goretikalar alangasidan foydalanish mumkin emas
Φ3 flyusi Kaliy xlorid Natriy xlorid Natriy florid Qalay xlorid	47 38 10 5	420 - 620	AD1, AMu, AMr turidagi alyuminiy qotishmalarini kavsharlash. Rux xlorid yo'qligi uchun flyusning gigroskopikligi kamroq
Φ380 flyusi Kaliy xlorid Litiy xlorid Natriy florid Rux xlorid	47 38 5 10	560 - 620	Alyuminiy qotishmalarini tuzli vannalarda kavsharlash
Φ17 flyusi Kaliy xlorid Litiy xlorid Karnalit	51 41 8	570 - 620	
Φ124 Kaliy xlorid Litiy xlorid Natriy xlorid Natriy florid	47 23 22 8	550 - 620	AD1, AMu, AMr turidagi qotishmalarni pechkada va tuzli vannalarda kavsharlash
Д4У 451 flyusi Kaliy xlorid Natriy xlorid Litiy xlorid Natriy florid Litiy florid	42 21 23 4 10	540 - 600	Magniy qotishmalarini alyuminiy va rux qo'shib magniy asosida tayyorlangan kavsharlar bilan kavsharlash
Kaliy florid Kaliy xlorid Bariy xlorid Bariy florid	35 50 10 5	-	Titanni po'latga kumush kavsharlar bilan kavsharlash

7.8.2. Past haroratda kavsharlash uchun flyuslar

Galogenid flyuslar. Galogenid flyuslardan deyarli hamma qora va rangli metallarni past haroratda kavsharlash uchun foydalanish mumkin. Ammoniy xlorid (NH_4Cl) va rux xlorid (ZnCl_2), shuningdek, ana shu va boshqa xloridlar kiradigan turli aralashmalarni kavsharlashda keng ko'lamda qo'llaniladi (7.21-jadval).

Organik asosdagi flyuslar. Past haroratda payvandlashda flyuslash xossalariga ega bo'lgan kanifol, gidrazin, anilin, glitserin va boshqa ayrim organik moddalar ishlatilishi mumkin.

Kanifol – qarag'ay smolasidan olingan, erish harorati 125°C bo'lgan shishasimon qattiq modda. Kanifolning flyuslash samarasi undagi abietin kislota bilan bog'liq bo'lib, bu kislota ayrim oksidlarni eritadi. $300 - 400^\circ\text{C}$ haroratda kanifol parchalanib, uglerod va vodorod ajratib chiqaradi, natijada kavsharlanayotgan metall oksidlarining qayta tiklanishi jadalroq kechadi.

Kanifol tarkibida terpentin ham bor bo'lib, u abietin kislotani zararsizlantiradi, shu sababli payvandlashdan keyin flyus qoldiqlari birikmani korroziyalamaydi.

Gidrazin (diamid) (H_2NNH_2) – qaynash harorati $113,5^\circ\text{C}$ bo'lgan rangsiz suyuqlik, u kuchli qayta tiklovchi hisoblanadi.

Kanifol, gidrazin, anilin, glitserin va boshqa organik moddalar faqat mis, kumush, qalay kabi metallarni oksidlardan tozalaydi va toza holda kam, ayniqsa, turkumlab hamda ko'plab ishlab chiqarishda tobora kam qo'llanilmoqda. Har xil noorganik birikmalar bilan aktivlangan organik flyuslar ko'proq qo'llaniladi. Bunday flyuslardan mis va uning qotishmalarinigina emas, balki konstruksion hamda korroziyabardosh po'latlar va boshqa qotishmalarni ham kavsharlash uchun foydalaniladi.

7.21-jadval

Qora va rangli metallarni past haroratda payvandlashga mo'ljallangan galogenid flyuslarning tarkibi hamda tavsifi

Tashkil etuvchilari	Miqdori (massa bo'yicha ulushi), %	Aktivligining harorat oralig'i, $^\circ\text{C}$	Vazifasi va tavsifi
Rux xlorid	40	290 - 350	Uglerodli va kam legirlangan po'latlar, mis, nikelni va ularning qotishmalarini kavsharlash
Suv	60		
Rux xlorid	48	150 - 320	
Ammoniy xlorid	12		
Suv	40		

7.21-jadvalning davomi

Rux xloridning 30-40% li suvdagi eritmasi	2	180 - 330	12X18H9T turidagi kor- roziyabardosh po'latlarni kavsharlash
Xlorid kislota	1		
ΦK30			
Kadmiy xlorid	30	400	Misni va uning qotishma- larini kavsharlash (erish harorati yuqori bo'lgan flyus)
Natriy xlorid	50		
Rux xlorid	15		
Ammoniy xlorid	5		
3HJ1 flyusi			
Rux xlorid	40		Pulat, temir, cho'yanni kavsharlash (qo'rg'oshin miqdori ko'p bo'lgan kavshar)
Qalay (II) - xlorid	5		
Xlorli mis	0,5		
Sulfat kislota	3,5		
Suv	51		
Past haroratda payvandlashga mo'ljallangan kanifolli, gidrazin, anilin va boshqa flyuslarning tarkibi hamda vazifasi			
Kanifol	30	150 - 300	Misni tarkibida 30% qalay bo'lgan kavshar bi- lan kavsharlash; latunlar va bronzalarni kavshar- lash uchun kam samara- lidir
Etil spirti	70		
Kanifol	24	180 - 300	
Stearin	1		
Etil spirti	75		
Φ10 flyusi			
Suv	47,0	200 - 300	
Glitserin	47,9		
Mis xlorid	0,1		
Qalay xlorid	5,0		Uglerodli po'latlarni kavsharlash
Φ16 flyusi			
Suv	40	200 - 290	
Kadmiy xlorid	10		
Qalay xlorid	10		
glitserin	40		
54A flyusi			
Trietanolamin		150 - 320	Alyuminiy va AMu qotishmasini mis hamda po'latga qalay-rux va sink-kadmiy asosidagi kavsharlar bilan kavsharlash
Kadmiy florborat	82		
Ammoniy florborat	10		
	8		
Φ134 flyusi			
Kaliy xlorid	35	390 - 420	Magniy miqdori ancha bo'lgan magniy va alyuminiy qotishmalarini (AMr3, AMr5, AMr6) kavsharlar
Litiy xlorid	30		
Rux florid	10		
Kadmiy xlorid	15		
Rux xlorid	10		
Niso pastasi			
Glitserin	5	200 - 360	Misni payvandlash
Vazelin	80		
Rux xlorid	15		

7.9. Payvandlash flyuslarini tayyorlashning texnologik jarayonlari

Mexanizatsiyalangan flyus ostidagi yoyli payvandlash usullarida payvandlash vannasini himoyalash va unga metallurgik ishlov berish payvand flyuslari bilan amalga oshiriladi. Flyuslarni erishi natijasida payvand yoyi hududi ustida gaz va shlak gumbazini hosil qiladi, kimyoviy-metallurgik ta'siridan so'ng esa yoy fazasida va payvandlash vannasida chok sirtida shlak qatlamini hosil qilib, unga oksidlar, oltin-gugurut, fosfor va gazlar chiqariladi.

Avtomatik va yarimavtomatik payvandlash uchun eriyotgan elektrodlar flyuslariga bir qator umumiy talablar quyiladi:

- yoyning yonishi va payvandlash jarayoni barqarorligini ta'minlash;
- payvandlan choklari metallining va ular xossalarining berilgan kimyoviy xossalarini olish;
- chok metallining yaxshi shakllanishini ta'minlash;
- choklarni nuqsonsiz (shlak qorishmalarisiz, g'ovaklarsiz va yoriqlarsiz) hosil qilish;
- chok sirtidan shlak qatlamining oson ajratilishi;
- yoyning yonishi barqarorligi flyus tarkibiga kiritilgan ionlanuvchi komponentlar hisobiga ta'minlanadi.

Chok metallining kimyoviy tarkibi asosiy va elektrod metalli hisobiga ularning flyus bilan o'zaro ta'siri oqibatida o'zgarishini hisobga olib ta'minlanadi.

Chok metallining yaxshi shakllanishi va shlak qatlamining oson ajralishi flyusning fizik-kimyoviy xossalarining (erish haroratlari, shlakning suyuq holda oquvchanligi va boshqa) tartibga solish yo'li bilan ta'minlanadi.

Choklar metallidan yoriqlar, shlak kirishimalari va g'ovaklik flyus tarkibiga kiritilgan rafinatsiyalovchi, oksidini tozalovchi, legirlov komponentlar hisobiga yo'qotiladi.

7.9.1. Eritilgan flyuslarni tayyorlashning texnologik jarayoni

Eritilgan payvandlash flyuslari korxona ishlab chiqaruvchi tomonidan shu korxonada mavjud ishlab-chiqarish sharoitlarini hisobga olgan holda texnologik jarayoni bo'yicha aniq bir markadagi flyusga me'yoriy texnik hujjatlar (MTH) talablariga muvofiq tayyorlanadi.

Flyuslarni tayyorlashda ixtisoslik bo'yicha ishlash huquqini beruvchi kasbiy o'qishdan va attestatsiyadan o'tgan shaxslarga ruxsat etiladi.

Eritilgan flyuslarni tayyorlashning texnologik jarayoni ma'lum bir ketma-ketlikda bajariladigan texnologik operatsiyalar majmuidan iborat.

1) Dastlabki materiallarni to'plash va saqlash.

Flyuslarni tayyorlovchi korxonaga keltirilgan materiallar ular uchun belgilangan MTH bilan tartibga solingan sharoitlarda partiyalab alohida saqlanishi kerak. Saqlash shartlariga ko'ra, turli xil nomdagi, markadagi va partiyadagi materiallarning egasiz qoldirish, aralashib ketishi, ularning ifloslanishini yoki fizik-kimyoviy xossalarining o'zgarishini istisno etish kerak. Saqlanishda turgan material partiyasi uning sifatini tasdiqlovchi va MTHga muvofiq keluvchi sertifikatga ega bo'lishi lozim.

2) Materiallarning kirish nazorati.

Korxonaga materialning har bir yangi partiyasi kelib tushganda texnik nazorat xizmati kirish nazoratini quyidagi hajmda bajarish kerak: kuzatish sertifikatining rasmiylashtirilishi va mazmunining, yetkazib berish turining, qadoqlash va markalashning mazkur materialga oid MTH talablarga mos kelishini tekshirishi va materialni nazorat texnik tahlilini bajarishi.

Namunalarni ajratib olishni, ularni tayyorlashni va tahlil qilishni mazkur materialga oid MTH talablariga muvofiq o'tkazish lozim. Kirish nazoratining natijalari mahsulotni qayd etuvchi maxsus jurnalda texnik nazorat xizmati tomonidan ro'yxatga olinishi kerak. Jurnalni har bir material bo'yicha alohida yuritish tavsiya etiladi. Kirish nazoratida birorta ko'rsatkich bo'yicha ham salbiy natija olinadigan bo'lsa, u holda mazkur materialga oid MTH bilan tartibga solingan qoidalarga muvofiq takroriy sinovni bajarish lozim. Odatda material sifatining MTH talablariga mos kelmaydigan faqat o'sha ko'rsatkichi takroran tekshiriladi. Takroriy tekshirishdan so'ng salbiy natija olinganda, materialdan ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyati flyusni tayyorlovchi korxoning texnologik va nazorat xizmatlari tomonidan belgilangan tartibda hal qilinadi.

3) Materiallarni ishlab chiqarishga topshirish.

Materiallarni ishlab chiqarishga qat'iy partiyalari bo'yicha topshirish lozim. Materialning keyingi partiyasini avvalgisi to'la sarf qilib tugatilmaguncha sarflashni boshlash tavsiya etilmaydi.

Flyus - tayyorlovchi sexga yuboriladigan materialning har bir partiyasini hujjat bilan birga (ilova qilingan xarita-pasporti yoki sertifikat nusxasi) topshirish kerak bo'lib, bu hujjatda materialning nomi, markasi, MTH belgisi, sertifikat raqami, partiyasining (eritishning) raqami, jo'natilayotgan materialning miqdori ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Bundan

tashqari, sexga jo'natiladigan birinchi porsiyasiga (material partiyasi-ning bir qismiga) oid hujjatda materialni tayyorlovchi korxona sertifikatiga ma'lumotlariga ko'ra barcha sifat ko'rsatkichlari ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Agar idishning markirovkasida material partiyasining nomi, markasi va partiyasining raqami birinchi porsiya idishdagi markirovkaga to'la mos holda mavjud bo'lsa, u holda materialning keyingi porsiyalariga hujjatni rasmiylashtirmaslikka yo'l qo'yiladi.

Dastlabki xomashyoning har bir partiyasi (partiyaning porsiyasi) flyusni tayyorlovchi sexning texnik nazorat xizmati tomonidan kuzatuv (ilova qilingan) hujjatlarning rasmiylashtirilishi va mazmunining, o'rovining, idish markirovkasining, shuningdek, materialning tashqi ko'rinishining bu material MTHga muvofiqligini tekshirish yo'li bilan qabul qilinishi kerak. Keltirilgan material to'g'risidagi ma'lumotlar rejalash dispetcherlik xizmati tomonidan materiallarni qayd etish (ro'yxatga olish) jurnaliga kiritilishi lozim.

Bunga qo'shimcha ravishda mazkur materialga oid MTHga muvofiq namunalarni tanlab olish va birikmalar elementlari mavjudligiga kimyoviy tahlilni bajarish lozim.

Materialning sifati, shu materialning MTH talabiga to'liq mos bo'lgandagina, flyusni tayyorlovchi sexning texnik nazorat xizmati tomonidan ishlab chiqarishga ruxsat etilishi mumkin. Materiallarni ishlab chiqarishga topshirish (tushirish) bo'yicha sexning texnik nazorat xizmatining xulosasi jurnalga kiritib qo'yilishi kerak.

4) Materialni tayyorlash.

Materiallarni tayyorlashdan maqsad flyusni eritib tayyorlash uchun shixta tarkibi bo'yicha bir jinsli shixtani olishdan iborat.

Sarflash bunkerlariga oshirish uchun tayyorlangan materiallarning namligi 1% dan ortiq bo'lmasligi kerak. Materialni quritishning davomiyliqi qurilmaning turiga bog'liq holda texnologik xizmat tomonidan belgilanadi.

Bo'lakli materiallarni maydalash uchun istagan turdagi yupqa qilib maydalovchi tegirmonlardan foydalanish mumkin: davriy va uzluksiz ishlovchi sharli va sterjenli, titrovchi (vibratsiyalovchi) va h.k. tegirmonlar.

Materiallarni elab ajratishni ГОСТ 3826-82, ГОСТ 3306-70 bo'yicha kataklarining o'lchami 1 – 10 mm bo'lgan metall to'rlar orqali titrovchi yoy ratatsion elaklarda bajarish lozim.

Qurtilgan shixta materiallari dozirovkalash bo'limining sarflagich bunkerlarida saqlanadi, bunda har bir material uchun alohida bunker mo'ljallangan.

5) Shixtani tuzish va tayyorlash.

Shixtani nazarda tutadi: shixta tarkib hisob-kitobi, retseptni tuzish, komponentlarni retsept bo'yicha dozalarga ajratish, komponentlarning siljishi.

Shixtaning tarkibi AH-348-A markali flyusning MTH tarkibga soluvchi kimyoviy tarkibga va flyusning mazkur porsiyasini tayyorlash uchun mo'ljallangan komponentlarning kimyoviy tarkibiga (nazorat tahlili natijalariga ko'ra) muvofiq hisoblanadi.

Shixta tarkibini hisoblash natijalari bo'yicha flyusni bitta eritishga shixtaning retsepti tuzilishi kerak.

Shixta tarkibini hisoblash, bitta eritish uchun shixta retseptini tuzishni maxsus retseptura jurnalida bajarilishi lozim, har bir hisob-kitob texnolog tomonidan sanani ko'rsatgan holda imzolanishi, retseptga esa tartib raqami qo'yilishi kerak.

Bitta eritishga retsept bo'yicha tortilgan shixta rangi va tashqi ko'rinishi bo'yicha bir jinsli shixta olishni ta'minlovchi aralashtirgichda aralashtirilishi kerak.

6) Shixtani pechga yuklash.

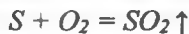
Har bir eritishga tayyorlangan shixta flyusni erituvchi qurilmaning qabul qiluvchi bunkeriga yuklanadi, u yerdan vibratsion (titratuvchi), shnekli qurilmalar yordamida yoki biror boshqa mexanik yo'li bilan eritish fazasiga uzatiladi. Pechga bir vaqtda uzatiladigan shixta ulishi isitish vaqtida katta miqdordagi gazsimon moddalarning ajralishi bilan shixtada ajraladigan materiallarning miqdoriga va pechning sig'imiga mos holda belgilanadi. To'g'ri yuklanganda shixtaning ortiqcha tomonlarsiz, toshib ketishlarsiz va eritma ustida yopishib qolgan po'stloq hajmsiz tinch erishi ta'minlanishi kerak.

7) Flyusni eritib tayyorlash.

Flyusni eritish eritilgan flyuslarni tayyorlanishning texnologik jara-yonida eng mas'uliyatini amal hisoblanadi va quyidagi operatsiyalarni bajarishni nazarda tutadi: pechni ishlashga tayyorlash; pechni ishga tu-shirish va eritish rejimini tanlab olish; shixtani pech vannasiga uzatish; shixtani eritish; eritmani chiqarib olishga tayyorligini aniqlash.

Eritish jarayonida tayyor flyusda oltingugurt va fosfor miqdorini ka-maytirish maqsadida eritmani aralashmalardan tozalash amalga oshi-rilishi mumkin.

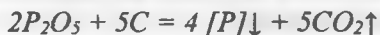
Flyusda oltingugurt miqdorini kamaytirish uchun



reaksiyasi bo'yicha oksidlash hisobiga erishiladi.

Eritmaning oksidlanish imkoniyatini oshirishga oltingugurt miqdori katta bo'lgan materiallarni yuqori oksidlash qobiliyatiga ega materiallar bilan yaxshilab aralashtirish hisobiga erishish mumkin. Ko'rsatib o'tilgan choralarning qo'llanilishi flyusdagi oltingugurt miqdorini 1,5 dan 0,15% gacha kamaytirishga imkon beradi.

Flyusdagi fosfor miqdorini kamaytirish uchun



reaksiya bo'yicha rudamineral materiallardan tiklash hisobiga erishiladi.

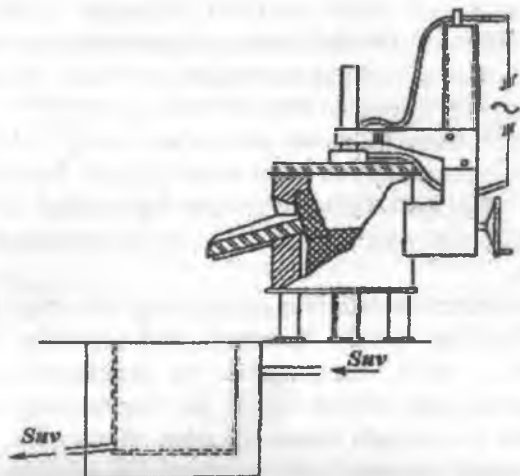
Fosfor bilan bir vaqtda temir, marganets, kremniyning qisman tiklanishi yuz berib, ular pechning tubiga cho'kadigan, davriy ravishda uning to'planishiga qarab olib tashlanadigan metall cho'kma ko'rinishidagi metall korolyoklari deb ataluvchi cho'kmani hosil qiladilar.

Fosforning shlakdan metall cho'kmaga o'tishining tezlanishiga eritmaning o'ta qizdirilishi va uning qo'shimcha achishi yordam berib, bu achitqilarni shixta tarkibiga ham, eritma ko'zgusi (sirti) ga ham ochiq tutib turishda kiritish hisobiga ta'minlanadi.

Flyusni quyib (suzib) olishda hosil bo'ladigan donalarning tuzilishi (shishasimon, pemzasimon, shisha-pemzasimon) flyusli eritmaning o'ta qizishi darajasi, uning achitilganlik darajasi va eritmani suvga oqizish (to'kish) texnologiyasi bilan belgilanadi. Donalarning pemzasimon tuzilishi, eritmani tutib turishda tarkibining yuqori parametrlarini qo'llanishi, uni qo'shimcha achitish hisobiga ta'minlanadigan flyus eritmasini ma'lum o'ta qizishida hosil bo'ladi. Donalarning pemzasimon tuzilishining yanada jadal hosil bo'lishi eritmani isitilgan suvga quyishida yuz beradi.

8) Flyusni pechdan chiqarish va uni donador (granulatsiyalash) qilish.

Flyusni pechdan yuqoridagi chiqarish teshigidan uzluksiz bir tekis oqim tarzida chiqarish lozim. Eritma maxsus belgigacha suv bilan to'ldirilgan granulatsiya basseyniga o'rnatilgan qabul qilib olish savatiga quyib olinadi.



7.8-rasm. *Nam usul bo'yicha granulalash bilan bakli flyusni eritish uchun elektr pechi.*

Granulalash basseyini (havzasi) bitta eritishdagi eritmani quyib olgandan so'ng flyus hajmidan kamida 5 marta ortiq hajmga ega bo'lishi kerak. Granulalash qurilmasi tarkibiga granulalash tizimida kamida $4,9 \cdot 10^5$ Pa suv bosimini vujudga keltirishni ta'minlovchi bosim nasosi, suv oqimini shakllantiruvchi uchlik, granulalovchi flyus va vertikal hamda gorizontal tekisliklarda suv oqimining yo'nalishini o'zgartirishini ta'minlovchi yo'naltiruvchi moslama kiritilishi kerak.

Eritmani oqizib tushirishda suv oqimi eritma oqimi qabul qiluvchi savatdagi suv sirti bilan uchrashadigan joyga (lekin eritma oqimiga emas) uzatilishi kerak.

Pemzasimon flyuslar eritmasini oqizib tushishi boshida kichik kuchsiz portlashlardan iborat yakka-dukka portlash tovushlari kuzatilsa, eritmani oqizib tushirishni to'xtatish va uni qizitishni davom ettirish lozim. Pechning tigelidan eritmaning qizigan qoldiqlarini suvga quyib va sidirib tushirish taqiqlanadi. Qoldiqlarni faqat maxsus idishga solishga ruxsat etiladi.

Eritmani oqizib tushirish tugallangandan so'ng, flyusli savat basseynidan suv oqib chiqib ketishi uchun mo'ljallangan maxsus maydon-gacha ko'chirib quyiladi.

9) Flyusni quritish.

Asosiy suv massasini tabiiy ravshida yo'qotish uchun flyus tindiriladi va suvni 0,05 – 0,1% dan oshmaydigan namlikka yo'qotilishini ta'minlaydigan ixtisoslashtirilgan qurilmada quritiladi. Flyusni tindirish amalining davomiyligi 8 soatdan ortiq bo'lmashligi kerak.

Flyusni quritish kamerali elektr pechlarida amalga oshirilishi mumkin. Bunda flyus havo muhitida jadal hosil qilinishi boshlanish temperaturasi 1000°C dan past bo'lgan issiqqa bardoshligi 20X20H14C2, 20X23H18, 10X23H18 yoki boshqa po'latdan tayyorlangan moslamaga yuklanishi kerak.

Protivnya (moslama) lardan flyus qatlamining balandligi 100–150 mm dan ortiq bo'lmashligi kerak. Kamerali elektropechlar shishasimon flyuslarning 350 – 400°C haroratgacha va pemasimon flyuslarning 350 – 500°C gacha qizdirilishini hamda suv bug'larining ishchi fazasidan yo'qotilishini ta'minlashi kerak. Pechlar, shuningdek, flyuslarning haroratini va quritish davomiyligini qayd etuvchi asboblardan jihozlangan bo'lishi lozim.

Flyuslar qisman maydalovchi va donalarni flyusning aniq bir markasiga qo'yiladigan MTH talablariga muvofiq saralashni amalga oshiruvchi vibratsion elaklarda elanadi. MTH talablariga mos kelmaydigan mayda va yirik donalar qayta eritishga yoki qayta maydalashga qaytariladi.

Eritilgan payvand flyuslarning donalari tuzilishi, rangi, o'lchamlari va hajmiy massasi 7.22-jadvalda keltirilgan.

Yaroqli aralashmadan flyusga maydalash, quritish va ajratish vaqtida tushib qolgan metall kirishmalari yo'qotish uchun magniyli separatsiyadan o'tkaziladi. Magniyli separatorlarning konstruksiyalari va ularni o'rnatish joyi ishlov berilayotgan flyusdan kam magniyli metall bo'lakchalarining yo'qotilishini ta'minlashi kerak.

10) Flyus partiyasini o'rtachalash.

Quritilib, ajratilib va magniyli separatsiya bajarilgandan so'ng, sement turidagi maxsus idishlarda o'rtachalash amalga oshiriladi, bunday idishlarda flyus partiyani shakllantirish uchun zarur miqdorda to'planadi.

11) Flyus partiyasining sifatini aniqlash.

Eritilgan payvand flyuslarning tuzilishi, rangi, donalari o'lchami va hajmiy massasi

Flyus markasi	Donalarning tuzilishi	Donalarning rangi	Donalarning o'lchami, mm	Hajmiy massasi, kg/dm ³
AH-348-A	Shishasimon	Barcha turdagi sariq va jigarrang ranglar	0,35-3,0	1,3-1,8
AH-348-AM			0,25-1,60	
OCL-45		Och kulrang, sariq va jigarrangning barcha turlari	0,35-3,0	
OCL-45M			0,25-1,60	
ΦЦ-9		Och sariq va jigarrangning barcha turlari	0,25-1,60	
AH-60	Pemasimon	Oq, sariq ranglarning barcha turlari va och jigarrang	0,35-4,00	0,7-1,0
AH-20Π		Oq va och kulrang	0,35-4,00	
AH-26Π		Och kulrang	0,35-3,00	
AH-8	Shishasimon	Sariq va jigarrangning barcha turlari	0,25-2,50	1,5-1,8
AH-20C		Och kulrang va och havorang	0,35-3,00	1,2-1,7
AH-20CM			0,25-1,60	
AH-22		Barcha turdagi sariq va och jigarrang	0,25-2,50	1,5-1,8
AH-26C		Barcha turdagi kulrang va och zangori	0,25-2,50	1,3-1,8
AH-26CΠ	Shishasimon va pemasimon donalar aralashmasi	Barcha turdagi kulrang va och zangori	0,25-4,00	0,9-1,3

12) Flyusni o'rab joylash.

Flyus bir qavatli qog'oz qoplarga (ГОСТ 2226-75 bo'yicha), qalinligi kamida 0,15 mm bo'lgan polietilen qoplarga (ГОСТ 17811-78 bo'yicha), metall barabanlarga (ГОСТ 5044-79 bo'yicha), Π-1 va Π-2 turdagi yashiklarga (qutilarga) (ГОСТ 2991-85 bo'yicha), universal poddonlarga mahkamlanadigan (ГОСТ 26381-84 bo'yicha) maketlarga (ГОСТ 21929-76 bo'yicha) o'rab joylanishi mumkin.

Qoplar mashina usulida tikilishi yoki kovsharlanishi kerak. Qoplarga o'rab joylashda bitta yuk o'rining massasi 20 kg dan orshmasligi lozim. Metall barabanga o'rab olingan flyusning massasi 50 kg dan, П-1 va П-2 turdagi yashiklarga o'rab joylangan flyus massasi 60 kg dan va paketlarga o'rab joylanganlarning massasi – 1t dan ortiq bo'lmasligi kerak.

Flyusning har bir partiyasiga flyusning MTH talablariga mos kelishini tasdiqlovchi sertifikat ilova qilingan bo'lib, unda quyidagilar ko'rsatilishi kerak: zavod-tayyorlovchining nomi va tovar belgisi; flyus markalari, MTH ning raqamlari; partiylarning raqamlari va uni tayyorlash sanalari; partiyaning massa qabul qilish va topshirish sinovlari natijalari; qo'shimcha texnologik tavsiyalar; kafolati, saqlash muddati.

7.9.2. Keramik flyuslarni tayyorlashning texnologik jarayoni

Keramik flyuslar turli xil tabiiy materiallar va ferro qotishmalarning mexanik aralashmasidan iboratdir. Keramik flyuslarni tayyorlash texnologiyasi qoplangan elektrodarni tayyorlash texnologiyasiga o'xshash:

- olingan massa granulanadi (maydalaniladi);
- quritiladi (20 – 24 soat);
- 150 – 400 °C haroratda 3 – 4 soat mobaynida toblanadi;
- ma'lum bir o'lchamdagi dona zarrachalarni olish uchun elanadi.

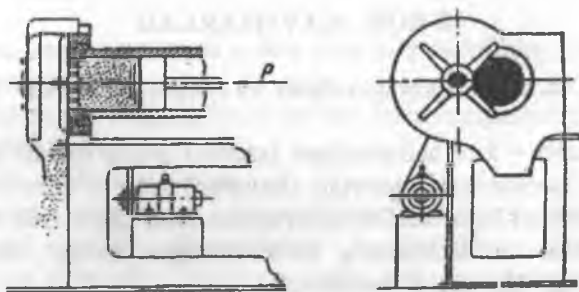
Komponentlarning quruq aralashmasi zarrachalari eritmasdan yuqori temperaturalarda erib, yopishib qolishi hosil bo'lgan bo'laklar, tushib ketgan flyuslar zarur o'lchamgacha maydalaniladi.

Xom massani maydalashning bir necha usuli mavjud:

- biringi usul xom massani metall list ustiga to'kishdan iborat. U qurigandan so'ng, maydalaniladi va elanadi. Bu holda yaroqli flyus chiqishi juda past darajada bo'ladi, bunda chiqindi ko'p chiqadi. Bu usul laboratoriya sharoitlarida qo'llaniladi;

- ikkinchi usul yakka tartibdagi yoki mayda seriyali ishlab chiqarishda foydalaniladi, yaroqli flyus ancha ko'proq chiqishi uchun xom massa ma'lum to'rtli elakdan o'tkaziladi;

- uchinchi usul ommaviy ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Maydalgan zarrani tayyorlash uchun turli xil konstruksiyadagi mexanizatsiyalashgan qurilmalar (granulyatorlar) dan foydalaniladi.



7.9-rasm. *Keramik flyuslarni tayyorlash uchun granulyator.*

7.9.3. Flyus-pastani tayyorlash texnologiyasi

Flyus-pastalar komponentlar va pastani tashkil etuvchi suyuqlik aralashmasidan iboratdir. Pastani tashkil etuvchi suyuqlik sifatida suv, atseton, spirt, skipidar, eritkich va boshqalardan foydalaniladi. Ko‘pincha flyus-pastani tayyorlash uchun etil spirti qo‘llaniladi, chunki u tez bug‘lanish xossasiga ega, zaharli emas va nisbatan topish oson.

Flyus-pastani tayyorlash ketma-ketligi quyidagicha komponentlarni toblash, komponentlarni retsepturaga ko‘ra tortish, komponentlarni aralashtirish, komponentlarni pasta hosil qiluvchi suyuqlikka aralashtirish.

Flyus-pastani saqlash va nazorat qilish. Flyus-pastalar germetik berkitilgan shisha yoki plastmassa idishda saqlanadi. Etiketkalarida flyus-pastalarni saqlash muddatlari va tayyorlangan sanalari ko‘rsatilishi kerak. Payvandlashda foydalaniladigan flyusning namligi flyusning pasportida ko‘rsatilgandan oshmasligi kerak. Flyusning har bir partiyasi kimyoviy va granulometrik tarkibga tekshiriladi.

Nazorat savollari

1. Payvandlash flyuslari belgilariga ko‘ra qanday tasniflanadi?
2. Payvandlash flyuslariga qanday vazifalar qo‘yilgan?
3. Kavsharlash uchun qanday flyuslardan foydalaniladi?
4. Kam legirlangan va kam uglerodli po‘latlarni payvandlash flyuslari qanday xususiyatlarga ega?
5. Keramik flyuslar qanday afzalliklarga ega?
6. Rangli metall va qotishmalarni payvandlash uchun qanday flyuslar qo‘llaniladi?

8-BOB. KAVSHARLAR

8.1. Umumiy qoyidalar va qisqacha tasnifi

Kavsharlash – kavsharlanadigan (asosiy) qattiq metall bilan suyuq qo‘shimcha kavsharlash materiali (kavshar) ning o‘zaro ta’sirlashuvi natijasida birikma hosil bo‘lish jarayonidir. Ana shu o‘zaro ta’sirlashuv oqibatida chok va detallarning birlashtiriladigan sirtlari chegarasidagi o‘tish qatlamlari ulanmalar deb ataladi.

Ulanma hosil bo‘lishi uchun, birlashtiriladigan sirtlardan oksid pardasi yo‘qotilishi va qattiq hamda suyuq metallning o‘zaro ta’sirlashuv sharoiti yaratilishi kerak. Kavsharlanadigan detallar materiali bilan o‘zaro ta’sirlashgan oson eruvchi bog‘lovchi metall kristallanganda kavsharlangan birikma yuzaga keladi.

Kavsharlash payvandlashga o‘xshasa-da, ammo ular orasida jiddiy farqlar ham bor. Masalan, payvandlashda asosiy va qo‘shimcha materiallar payvandlash vannasida erigan holatda bo‘ladi, kavsharlashda esa kavsharlanadigan material erimaydi. Kavsharlashda chokning shakllanishi birlashtirilayotgan detallar orasidagi tirqishning kavshar bilan to‘lishi orqali yuz beradi, ya’ni kavsharlash jarayoni kapillyar oqish hodisasi bilan bog‘langan, eritib payvandlashda esa bunday bo‘lmaydi. Kavsharlash, eritib payvandlashdan farqli o‘laroq, kavsharlanadigan metallning erish haroratidan past haroratda amalga oshiriladi va haroratlarning keng oralig‘ida sodir bo‘lishi mumkin. Kavsharlashning afzalliklaridan biri buyumni tashkil etuvchi ko‘pgina elementlarni bir galda yaxlit qilib birlashtirish mumkinligidir. Shu bois kavsharlash, birlashtirishning boshqa usullaridan farqli ravishda, ko‘plab ishlab chiqarish talablariga javob beradi. U boshqa-boshqa metallarni, shuningdek, metallni shisha, keramika, grafit va boshqa nometall materiallar bilan birlashtirishga imkon beradi.

Kavsharlashda kavsharlanayotgan detallarning chetlari erimaydi, shu sababli qizdirish jarayonida buyumning talab etiluvchi shakli hamda o‘lchamlarini saqlab qolish oson bo‘ladi. Past haroratda kavsharlash birlashtiriladigan detallar metallining tuzilmasi va xossalarini o‘zgarishsiz saqlab qolish imkonini beradi. Kavsharlashning muhim afzalligi, ya’ni kavsharlangan birikmalarni ajratish mumkinligi, uni montaj va ta’irlash ishlarida tengi topilmaydigan qiladi.

Texnologik jarayonning o‘ziga xos tomonlari va xususiyatlariga ko‘ra, kavsharlash quyidagicha tasniflanadi:

- ulanma yuzaga kelganda qattiq va suyuq metallning o'zaro ta'sirlashuv turiga binoan;
- kavsharlangan birikma hosil bo'lish texnologiyasining o'ziga xos xususiyatlariga ko'ra;
- qizdirish usullariga binoan.

Asosiy metallning erigan kavshar bilan o'zaro ta'sirlashuvi turiga va asosiy metall-kavshar chegarasidagi bog'lanishlar tabiatiga ko'ra ulanmalarning to'rt xili: shimilmaydigan, erib shimiladigan, teginma-reaksiyon va yoyilgan xillari ajratib ko'rsatiladi.

Kavsharlangan birikmaning hosil bo'lish texnologiyasi xususiyatlariga (kavsharlash rejimi, kavsharni kiritish usuli, chokning shakllanishi) binoan kapillyar kavsharlash, shimdirib, teginma-reaktiv, reaktiv-flyus ostida va nokapillyar kavsharlash ajratib ko'rsatiladi.

Kavsharlar tilimlar, folga, sim, chiviq, quyma, kukun ko'rinishida tayyorlanadi. Tuzma (kompozitsion) kavsharlar qiyin eriydigan va oson eriydigan kukunlar (tashkil etuvchilar) dan tayyorlanadi, bu esa katta tirqishli buyumlarni kavsharlashga hamda kavsharlangan birikmalarning mexanik xossalarini oshirishga imkon beradi.

8.2. Mis kavsharlar

Mis kavsharlar eng ko'p qo'llaniladi. M0, M1, M2 markali mislar uglerodli va ko'p legirlangan po'latlar, nikelni va uning qotishmalarini kavsharlash uchun ishlatiladi. Cu-Zn, Cu-Ni, Cu-P, Cu-Mn-Ni tizimlari mis kavsharlarning asosi hisoblanadi.

Vakuumda kavsharlash uchun folga, sim, chiviq, tasma ko'rinishidagi mis qo'llaniladi yoki purkab, yoxud 5 – 15 mkm qalinlikdagi elektrolitik qatlam tarzida qoplanadi. U sirtida yaxshi oqib yoyiladi va tor tirqishlarga kirib borib mustahkam hamda qayishqoq birikmalar hosil qiladi. Misning kavshar sifatidagi kamchiligi – oksidlovchi muhitda kavsharlaganda, kislotali mis (M1, M2 va boshqalar) bilan hosil qilingan birikmada gaz g'ovaklari hamda darzlar paydo bo'lishidir ((Cu-Cu₂O) evtektikasi yuzaga kelishi oqibatida). Har xil markali misning kimyoviy tarkibi 8.1-jadvalda keltirilgan.

Misning kimyoviy tarkibi

Mis mar-kasi	Mis miqdori, % kamida	Aralashmalar miqdori, % ko'pi bilan										Jami aralashmalar, %
		Bi	Sb	As	Fe	Ni	Pb	Sn	S	O	Zn	
M0 ¹	99,95	0,001	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002	0,004	0,02	0,004	0,05
M1 ^{**2}	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,005	0,005	0,1
M2	99,70	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01	0,05	0,01	0,07	-	0,3
M3	99,50	0,003	0,05	0,01	0,05	0,2	0,05	0,05	0,01	0,08	-	0,5
M4	99,0	0,005	0,2	0,2	0,1	-	0,3	-	0,02	0,15	-	1,0

¹ Tarkibida 0,002% P va 0,003% Ag bor.

^{**2} Tarkibida 0,003% Ag bor.

Mis-ruxli kavsharlar mis va ruxning turli nisbatlardagi qo'sh qotishmalaridan iborat. Tarkibida 39% Zn bo'lgan bir fazali tuzilmali (α -qattiq eritma) qotishmalar eng katta ahamiyatga ega. Kavsharda sink miqdori ko'payishi bilan uning qayishqoqligi ancha pasayadi.

Mis-ruxli kavsharlarning kamchiligi kavsharlashda ruxning kuchli bug'lanishidan iborat bo'lib, bu hol kavsharning erish harorati ko'tarilishi va kavsharlangan chokda g'ovaklar yuzaga kelishiga olib keladi. Erish haroratini pasaytirish va texnologik xususiyatlarini yaxshilash uchun ularning tarkibiga oz miqdorda (1% gacha) qalay hamda kremniy kiritiladi. Qalay qo'shilishi kavsharning erish haroratini pasaytiradi va uning suyuq holatda oquvchanligini oshiradi; kremniy ruxning bug'lanishini keskin ozaytiradi. Mis-ruxli kavsharlarning tarkibi va fizik-mexanik xossalari 8.2 va 8.3-jadvallarda keltirilgan.

Mis-ruxli kavsharlarning kimyoviy tarkibi va erish harorati

Kavshar markasi	Kimyoviy tarkibi, % (qolgani Zn)							Eriy boshlash harorati	To'liq erish harorati
	Su	Sn	Si	Ni	Boshqa elementlar	Aralashmalar ko'pi bilan			
						Fe	Pb		
ПМЦ36	34-38	-	-	-	-	0,1	0,5	800	825
ПМЦ58-5	57-60	-	-	-	-	0,5-1,0	1,0	-	850
ПМЦ48	46-50	-	-	-	-	0,1	0,5	850	865
ЛК62-05	60,5-63,5	-	0,7-0,7	-	-	0,2	0,08	-	905
ПМЦ54	52-56	-	-	-	-	0,1	0,5	876	880
ЛНМц56-5-5	54-59	-	-	3,5-5,5	3,5-5,5 Mn	5-1,0	0,1	-	900
ЛОК62-06-04	60,5-63-5	0,4-0,6	0,3-0,4	-	-	0,2	0,1	900	905

8.2-jadvalning davomi

ЛОК59-1-03	58-60	0,7-1,1	0,2-0,4	-	-	0,1	0,08	-	905
Л63	60,5-63,5	-	-	-	-	0,15	0,08	900	905
Л68	67-70	-	-	-	-	0,1	0,03	910	940
ГФК	62-71	-	-	4-5	6 Mn	-	-	935	953
Л62П	57-60	-	-	4-5	-	-	-	-	910
КМФ	58-60	-	-	8-9	-	-	-	-	910
МЦН48-10	46-50	-	-	9-10	-	-	-	-	935
ЛКН56-03-6	55-57,5	-	0,25-0,3	5,5-6,0	-	-	-	-	905
ВПр31*	27,8-41,4	3,5-5,0	-	17,0-19,0	3,5-5,0 Mn	-	-	-	1000
*Tarkibida, %: 0,75 - 0,95 Si, 2,5 - 3,0 Cr, 0,5 - 3,0 Co, 0,01 - 0,04 P, 0,1 - 0,3 B									

8.3-jadval

Mis-ruxli kavsharlarning fizik-mexanik xossalari

Kavshar markasi	λ , kg/m ²	$\alpha \cdot 10^6$, °S ⁻¹	ρ , Om mm ² /m	σ , MPa	δ , %	HB
ПМЦ36	7700	22	10,3	-	-	-
ПМЦ48	8200	21	4,5	205,8	3	130
ПМЦ54	8300	21	4,0	353	20	128
Л63	8500	20	7,1	322	35,5	56
Л68	8600	19	7,1	275	48,0	56
ЛОК62-06-04	8500	-	-	343	-	-

Л63 va Л68 latunlaridan uglerodli po'latlar hamda misni kavsharlashda foydalaniladi. Kulrang cho'yandan tayyorlangan buyumlar МЦН 48-10, ЛК 62-05 va ЛКН 56-03-6 kavsharlari bilan kavsharlanadi.

Mis asosida olingan, tarkibida ruxdan tashqari, oz miqdorda qalay va kremniy bo'lgan kavsharlarning texnologik xossalari yaxshiroq bo'lib, chokning yuqori darajada zich hamda germetik chiqishini ta'minlaydi. Ushbu kavsharlar jumlasiga ЛОК 62-06-04 va ЛОК 59-1-03 markali latunlar kiradi.

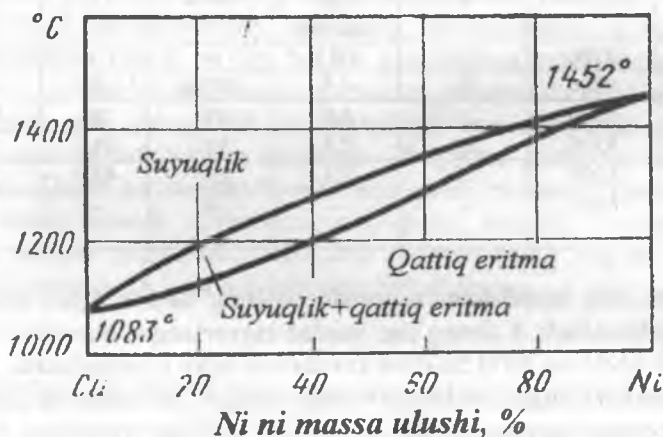
Mis-ruxli kavsharlar bilan hosil qilingan birikmalarning mustahkamligi ularning tarkibiga temir-marganets va kremniy qo'shish orqali oshiriladi. Uglerodli po'latlar va mis YuChT da, pechlarda, gorelkaning gaz alangasida hamda tuzli vannalarda qizdirilgan va flyus sifatida bura, ПБ200, ПБ209, ПБ201 dan foydalangan holda mis-ruxli kavsharlar bilan kavsharlanadi. Rux bug'lanib ketishi sababli mis-ruxli kavsharlar bilan himoya gazlari muhiti va vakuumda kavsharlash qo'llanilmaydi.

Darzlar yuzaga kelishi tufayli (Ribindeder effekti) korroziyabardosh va kislotabardosh po'latlar ham bunday kavsharlar (BПp31 kavsharidan tashqari) bilan kavsharlanmaydi.

BПp31 kavshari (8.2 - jadvalga qarang) tarkibida 0,75 – 0,95% Si va 0,1 – 0,3% V bor bo'lib, ular asosiy metall donalari chegarasida temir silitsidlari hamda boridlari yuzaga kelishi evaziga unda darzlarning tarqalishiga to'sqinlik qiladi.

Mis-nikelli kavsharlar. Mis nikel bilan birgalikda talay qattiq eritmalar hosil qiladi (8.1-rasm).

Me'yoriy va yuqori haroratlarda o'tga chidamliligi, korroziyabardoshligini oshirish uchun mis-nikelli kavsharlar tarkibiga xrom, marganets, temir, kremniy kiritiladi. Korroziyabardosh 12X18H10T va boshqa kislotabardosh po'latlar himoya gazlari muhitida hamda vakuumda BПp1, BПp2, BПp4, BПp13, va ПЖ4581 kavsharlari bilan kavsharlanadi (8.4 va 8.5-jadvallar).



8.1-rasm. Mis – nikel tizimidagi qotishmalarining holat diagrammasi.

Ushbu kavsharlar bilan kavsharlaganda sezilarli darajada erish yuz bermaydi, bu esa ulardan yupqa devorli buyumlarni kavsharlashda foydalanishga imkon beradi.

Nikelli, marganetsli va kumushli mis kavsharlarning kimyoviy tarkibi hamda erish harorati

Kavshar markasi	Elementlar miqdori, % (solgani Cu)					Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish harorati, °C
	Mn	Ni	Si	Fe	Boshqa elementlar		
ПМ38МЛ	36 - 40	4 - 6	1,5 - 2,5	-	≤0,2 Li, 0,1 B	880	900
ВПр1	-	27 - 30	1,5 - 2,0	1,5 gacha	0,1 - 0,3 B	1080	1120
ВПр2	22 - 26	5 - 6	-	0,8 - 1,2	0,15 - 0,25 Li	960	980
ВПр4	27 - 30	28 - 30	0,8 - 1,2	1,0 - 1,5	4 - 6 Co 0,15 - 0,3 Li 0,15 - 0,25 B 0,01 - 0,2 K 0,05 - 0,15 Na 0,1 - 0,2 P	940	980
ВПр13	20 - 23	10 - 13	0,2 - 0,4	-	0,5 - 2,0 Zn 0,1 - 0,3 B 21 - 25 Ag 0,1 - 0,3 P	850	910
45A	30	5	-	-	3 Zn	880	900
КП	-	19 - 20	4,5 - 5	5 - 6	-	950	970
ПЖ45-81	2,0 - 3,0	30 - 35	1,5 - 2,0	2,5 - 3,0	2,5 - 3,5 Cr	1120	1200
ПМН10	-	10	-	-	2 - 3 Cr	1110	1140
ПФ	4,2 - 5,0	10 - 14	1 - 1,8	12 - 14	-	1190	1280

Mis-nikelli kavsharlar bilan ustma-ust kavsharlangan birikmalarning mexanik xossalari

Kavshar markasi	Flyus yoki gaz muhiti	Qizdirish usuli	Kavsharlanadigan material	Quyidagi haroratda (°C) $\sigma_{0.2}$, MPa					Quyidagi haroratda (°C) $N=10^7$ sikllar asosida toliqlash mustahkamligi, MPa	
				-60	20	200	400	600	20	500
ВПр1	ПВ200 ПВ201	Gorelka alangasida	12X18H10T	471,0-568,8	363,0-490,0	294-392,3	168,2-215,6	88,25-156,8	245,0	196,0
ВПр2	Argon	Pechkada	12X18H10T,	254,8-274,4	245,0-294,0	-	-	-	-	-
			X15H9Ю,	245,0-294,0	205,8-294,0	196-294	186,2-235	117,6-137,2	190,12	269,5
			X15H5A M3	186,0-	205,8-	186,2-	205,8-	-	215,6	240,0

ПМ38МЛ			12X18H10T, 10 Po'lat	294,0	245,0	225,4	245,0	-	-	-
				-	205,8-294,0	-	-	-	-	-
Mis (M1)	Vodorod ПВ201	Gorelka alangasi-da	12X18H10T,	-	166,6-196,0	-	-	-	-	-
ПЖ45-81	ПВ201		X20H80	-	406,6-441,2	-	-	176,5-186,2	196,0	166,6
ВПр4	Argon	Pechkada	12X18H10T	-	578,5-597,8	-	-	274,4-294,0	-	-
				441,2-509,6	323,4-392,3	248,2-323,4	245,8-303,8	127,5-176,6	-	-

Mis-fosforli kavsharlar. Misning fosfor bilan qotishmalari (4 – 9%) yuqori darajada suyuq holatda oquvchan va korroziyabardosh, erish harorati nisbatan past bo'ladi, ular mis va uning qotishmalarini kavsharlashda kumush hamda mis-ruxli kavsharlar o'rnida ishlatiladi (8.6 - jadval).

8.6-jadval

Mis bilan fosfor qotishmalarining kimyoviy tarkibi va erish harorati

Qotishma markasi	R miqdori, % (qolgani Cu)	Aralashmalar, % ko'pi bilan			Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish harorati, °C
		Bi	Sb	Jami aralashmalar		
MФ1	8,5 - 10	0,002	0,002	0,4	714	850
MФ2				0,8		
MФ3	7 - 8,5	0,005	0,1	1,0		

Mis-fosforli kavsharlar o'z-o'zidan flyuslash qobiliyatiga ega bo'lib, misni va uning ayrim qotishmalarini flyus ishlatmasdan kavsharlashga imkon beradi. Л63 latuni, neytilber, alyuminiyli bronzani va mis-nikel qotishmalarini mis-fosforli kavsharlar bilan kavsharlashda borli flyuslardan foydalanmoq lozim. Mis-fosforli kavsharlar cho'yan va po'latlarni kavsharlashda qo'llanilmaydi, chunki bunda kavsharlangan chokda mo'rt temir fosfidlar yuzaga keladi, bu esa birikmaning plastikligi yo'qolishiga hamda mo'rtlashib qolishiga olib keladi. Kavsharlanayotgan sirtlardagi to'siq qoplamalar (nikellash, mislash) mo'rt fosforid qat-

lamlari vujudga kelishiga qisman to'sqinlik qiladi va qayishqoq birikmalar olish imkonini beradi.

Mis-fosfor qotishmasiga qalay qo'shilsa, kavsharning erish harorati pasayadi va qayishqoqligi ziyodalashadi (8.7 va 8.8 - jadvallar).

Mazkur kavsharlarning texnologik xossalari ularning tarkibiga surma, nikel, kumush qo'shish yo'li bilan oshiriladi. Ushbu kavsharlar elektrotexnika sanoatida keng ko'lamda qo'llaniladi.

8.7-jadval

Mis-fosforli kavsharlarning kimyoviy tarkibi va erish harorati

Kavshar markasi	Elementlar miqdori, % (qolgani Cu)			Aralashmalar, %, ko'pi bilan		Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish ha- rorati, °C
	P	Zn	Sn	Bi	Sb		
ПМФ07 (МФОЦ7-3-2)	5 - 7	1 - 3	2,5 - 3,5	0,05	0,1	680	700
ПМФ7 (МФ3)	7,0- 8,5	-	-	-	-	714	850
ПМФ9	9	-	-	-	-	707	800

8.8-jadval

**Mis-fosforli kavsharlar bilan kavsharlangan birikmalarning
(mis + mis va latun + latun) mustahkamligi**

Kavshar markasi	σ_v , MPa		$\tau_{o'rt}$, MPa					
	Mis + mis	Latun + latun	Mis + mis			Latun + latun		
	Quyidagi haroratda, °C							
	20	20	20	-70	200	20	-70	200
ПМФ7 (МФ3)	123,5	137,2	-	-	-	-	-	-
ПМФ9	117,6	129,4	-	-	-	-	-	-
ПФ00 (ПФОЦ7- 3-2)	147- 186,2	166,6- 205,8	186,2- 215,6	147- 196	137,2- 147	313,6 - 333,2	166- 205,8	189- 205,8

Kumushli mis-fosforli kavsharlar qayishqoq va oson eruvchanroq bo'lib, misdan yasalgan buyumlarni yopiq birikmali qilib kavsharlash uchun foydalaniladi, chunki bunday birikmalardan flyusni yo'qotishni imkoni yo'q (8.9-jadval). Ayni kavsharlarning kamchiliklariga ularning likvatsiyalashi va kavsharlangan chokda likvatsiya g'ovaklari hosil qilish kiradi. Kavsharlar tez qizdirishni talab qiladi.

**Kumushli mis-fosfor kavsharning kimyoviy
tarkibi va kavsharlash harorati**

Kavshar markasi	Element miqdori, %				Kavsharlash harorati, °C
	Cu	p	Ag	Ni	
ΠCpΦ2-5	90 - 93	5	2 - 5	-	800 - 820
	85	5	10	-	730
ΠCpΦ15-5	80		15	-	820
	75	7	18	-	750
ΠCp25Φ	70	5	25	-	750
	80	2	-	18	-

8.3. Kumush va palladiy kavsharlar

Tarkibida kumush bo'lgan kavsharlarning issiq o'tkazuvchanligi va elektr o'tkazuvchanligi, qayishqoqligi, mustahkamligi, korroziyabardoshligi hamda texnologiyabopligi yuqori bo'ladi. Turli usullar bilan har xil muhitlarda qizdirishga imkon beradi. Sanoatda tarkibida mis, rux, kadmiy, qalay, fosfor va boshqa elementlar bo'lgan kumush kavsharlar keng ko'lamda qo'llaniladi (8.10, 8.11, 8.12-jadvallar). Evtektik tarkibli ΠCp72 va yuqori darajada texnologiyabop ΠCp40 kavsharlari ayniqsa ko'p ishlatiladi. Kumush kavsharlarga litii qo'shilsa, kavsharlanadigan sirtning ho'llanuvchanligi yaxshilanadi va ular o'z-o'zidan flyuslash xossasiga ega bo'ladi. Vakuimli va himoyalovchi atmosferasi bo'lgan pechkalarda yupqa devorli konstruksiyalarni kavsharlashda ΠCp92 kavsharidan foydalaniladi. U po'latni ho'llaydi-yu, ammo donalar chegarasi bo'yicha kirmaydi, oqibatda termik ishlov berilgan yuqori darajada korroziyabardosh po'latlarning mexanik xossalarini pasaytirmaydi ($\sigma_v > 980 \cdot 10^6 \text{Pa}$). Lekin ΠCp92 kavshari tarkibida ko'p miqdorda (92%) kumush bo'lgani uchun qimmat turadi, shu bois, uning o'rniga kumush miqdori 21 – 25% bo'lgan BΠp13 kavshari ishlatiladi.

**Tashkil etuvchilari ko'p bo'lgan kumush kavsharlarning kimyoviy
tarkibi**

Kavshar markasi	Elementlar miqdori, %								Aralash- malar, % ko'pi bi- lan
	Ag	Cu	Zn	P	Cd	Sn	Mn	Ni	
ΠCp 50	49,5-50,5		-	-	-	-	-	-	0,15
ΠCp 71	70,5-71,5		-	0,8-1,2	-	-	-	-	0,15

ПCp 25Φ	24,5-25,5	qolgani	-	4,5-5,5	-	-	-	-	0,15
ПCp 15	14,5-15,5	-	-	4,5-5,1	-	-	-	-	0,30
ПCp 50K _д	49,5-50,5	15,0-17,0	15,0-17,0	-	qolgani	-	-	-	0,20
ПCp 45	44,5-45,5	29,5-30,5	qolgani	-	-	-	-	-	0,30
ПCp 40	39,0-41,0	16,0-17,4	16,12-17,4	-	qolgani	-	-	0,1-0,5	0,30
ПCp 37,5	37,0-38,0	qolgani	5,0-6,0	-	-	-	7,9-8,5	-	0,30
ПCp 62	61,5-62,5	27,0-29,0	-	-	-	qolgani	-	-	0,15
ПCp 72	71,5-72,5	qolgani	-	-	-	-	-	-	0,15
ПCp 92	91-93	7,6-7,8	-	0,2-0,42	-	-	-	-	0,15

8.11-jadval

Kavsharlarning fizik xossalari

Kavshar markasi	γ , kg/m ²	Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish ha- rorati, °C	$\rho \cdot 10^2$ Om · m
ПCp 50	9300	779	860	2,5
ПCp 71	9800	645	795	4,3
ПCp 25Φ	8300	645	725	18,6
ПCp 15	8500	640	810	20,7
ПCp 50K _д	9250	625	640	7,8
ПCp 45	9100	665	730	10,0
ПCp 40	9250	590	610	7,0
ПCp 37,5	8900	725	810	37,2
ПCp 62	9600	650	723	25,5
ПCp 72	10000	779	779	-
ПCp 92	-	-	820	-

Misli, qalayli, palladiyli kumush kavsharlar bug'ining harorati nisbatan past bo'ladi, shu sababli ular mis va po'latdan tayyorlanadigan vakuum asboblari tayyorlash uchun ishlatiladi. Ko'p miqdorda qalay qo'shilishi kavsharning eriy boshlash haroratini pasaytiradi, issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsiyenti (ICHKK) turlicha bo'lgan har xil materiallarni kavsharlashga imkon beradi, bunda darzlar va katta toliqish zo'riqlishlari yuzaga kelmaydi. Kadmiy va rux kavsharlarning erish haroratini juda pasaytiradi va suyuq holatda oquvchanligini oshiradi.

Kumush kavsharlarga tashkil etuvchilar sifatida qo'shiladigan palla-diy, oltin ularning korroziyabardoshligi, qayishqoqligi va elektr o'tka-zuvchanligi, issiqlik o'tkazuvchanligini ancha ziyodlashtiradi, shuning-dek, ularning kavsharlanayotgan sirtida oqib yoyilishiga yordam beradi (8.12-jadval).

Palladiyli kumush kavsharlarning kimyoviy tarkibi va erish harorati

Elementlar miqdori, %			To'liq erish harorati, °C	Elementlar miqdori, %			To'liq erish harorati, °C
Pd	Cu	Ag		Pd	Cu	Ag	
10	-	90	1065	87	-	13	1500
16	84	-	1100	30	70	-	1119
20	-	80	1153	40	60	-	1149
40	-	60	1293	63	37	-	1243
70	-	30	1443	-	-	-	-
80	-	20	1486	81	19	-	1352

8.4. Nikel kavsharlar

Nikel kavsharlar himoyalovchi atmosferasi bo'lgan pechkalarda korroziyabardosh, o'tga chidamli po'lat va qotishmalarni kavsharlash uchun ishlatiladi. Xromli, misli, kremniyli, marganetsli, borli, fosforli nikel kavsharlar eng ko'p qo'llaniladi. Borli (1 - 10%) nikel kavsharlar mo'rt bo'lib, kukunlar, pastalar va quyma chiviqlar ko'rinishida ishlatiladi. Pastalar kavshar kukunini БМК-5 markali akril smolasining P-5 erituvchisidagi 10% li eritmasi bilan aralashtirish orqali tayyorlanadi.

БПp11 va БПp11-40H markadagi kukunli nikel kavsharlar (8.13-jadval) po'latlar hamda nikel qotishmalarini himoyalovchi atmosferasi bo'lgan pechkalarda va vakuumda kavsharlashda eng keng ko'lamda foydalaniladi. БПp11-40H kavshari tarkibiga 60% БПp11 kavshari kukuni va 40% to'ldiruvchi (1,8 - 2,2% Si, 0,6 - 1,2% B dan, qolgani nikeldan iborat bo'lgan kukun) kiradi, to'ldiruvchining erish harorati БПp11 kavsharinikidan yuqori (1150 - 1380 °C) bo'ladi.

БПp11-40H kavshari 1,5 mm gacha tirqishi bo'lgan buyumlarni kavsharlashga imkon beradi, bu esa uning qo'llanilish sohasini kengaytiradi. Marganets, mis, kremniy, bor nikel kavsharlarning erish haroratini pasaytiradi va oqib yoyiluvchanligini oshiradi. Kavsharlanayotgan metallning erishi borli nikel kavsharlarning kamchiligi hisoblanadi, shu sababli ulardan yupqa devorli konstruksiyalarni kavsharlash uchun kam foydalaniladi.

**Marganetsli, molibdenli, kremniyli va boshqa elementli nikel
kavsharlarning kimyoviy tarkibi hamda erish harorati**

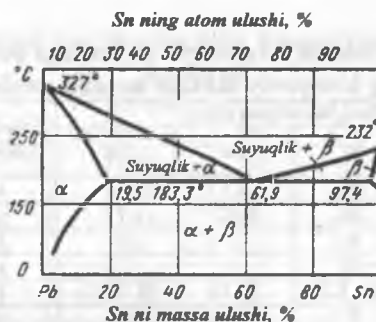
Elementlar miqdori, % (qolgani nikel)					Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish haro- rati, °C
Cr	Fe	Si	Mn	Mo		
-	2	14	0.2	24	1115	1160
-	0,6	10	0,07	17	-	1160
-	-	8	4	17	1050	1150
5	-	10	-	16	1140	1190
-	-	0,8 - 1,2 ⁴	32-35	10 - 11 Co	1120	1150
13	-	8	-	15	1040	1190
-	-	5	17	15	980	1010
-	-	5	22	15	965	1000
-	-	5	20	9	1040	1090
10	-	5	13	9	1150	1190
-	-	-	20	-	1250	1280
6 - 12	-	0,5 - 1,2	20 - 30	0,5-0,7	-	1140
8 - 10	-	-	27 - 30	-	1120	1150
20	-	10	10	-	-	-
14 - 16 ¹	3 - 5	4 - 5	-	-	980	1050
16 ²	1	1	24	-	-	-
15	8	4	21	-	-	-
19	-	10	10	0,06	-	-
-	-	-	31 ³	-	-	1120
10 - 30	-	0,5 - 2	20 - 30	0,3 V	950	1070

¹ BПp11 kavshari tarkibida 0,3 - 1,0 % S, 1,8 - 3,2 % V, 0,1 - 1,0 % Al ham bor.
² Tarkibida 0,1 % S ham bor.
³ Tarkibida 21 % Pl ham bor.
⁴ BПp7 kavshari tarkibida 2,0 - 2,5% Nb, 0,01 - 0,1% Li, 0,01 - 0,15% K, 0,01 - 0,1% Na ham bor.

8.5. Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlar

Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlar sanoatning turli tarmoqlarida po'latlar, nikel, misni hamda uning qotishmalarini va boshqa metallarni past haroratda kavsharlashda ishlatiladi (8.14-jadval). Eng past erish haroratiga (183,3 °C) Sn miqdori 61,9% bo'lganda erishiladi.

Mazkur kavshar evtektik tuzilmaga ega bo'lib, juda qayishqoq, texnologik xossalari yuqoridir (8.2-rasm). Barcha iqlimiy sharoitda (tropiklar, yomg'ir, dengiz tumani va boshqalar) korroziyabardoshligini pastligi va ayrim hollarda lok-bo'yoq bilan himoyalashni talab qilishi ushbu kavsharlarning kamchiliklari sanaladi. BПp6 va BПp9 kavsharlaridan hamma iqlimiy sharoitda hech qanday himoyasiz foydalanish mumkin (8.15-jadval).



8.2-rasm. Qalay-qo'rg'oshin tizimidagi qotishmalarning holat diagrammasi.

8.14-jadval

Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlarning kimyoviy tarkibi, erish harorati va qo'llanilish sohalari

Qalay markasi	Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish harorati, °C	Kimyoviy tarkibi, % (qolgani Pb)		Qo'llanilish sohasi
			Sn	Sb	
Surmasiz kavsharlar					
ПОС 90	183	220	89 - 91	-	Oziq-ovqatbop idish-tovoqlar hamda tibbiyot apparatlarining ichki choklariga qalay yugurtirish va kavsharlash. O'ta qizishi mumkin bo'lmagan yuqori darajada zich chokli elektr va radioapparatlar, bosma sxemalar, aniq asboblarga qalay yugurtirish va kavsharlash. Ruxlangan temirdan qilingan elektr apparatlari, detallarga qalay yugurtirish va kavsharlash. Elektr apparatlari, asboblari, relslarning tegish yuzalariga qalay yugurtirish va kavsharlash. Kabel sanoati va zargarlik texnikasida qalay yugurtirish hamda kavsharlash.
ПОС 61	183	190	60 - 62	-	
ПОС 40	183	238	39 - 41	-	
ПОС 10	268	299	9 - 11	-	
ПОС 61М	183	192	60 - 62	1,5 - 2,0 Si	
ПОСК 50-18	142	145	49 - 51	17 - 19 Cd	O'ta qizishga sezgir detallarni va metallangan keramikani kavsharlash.
Kam surmali kavsharlar					

8.14-jadvalning davomi

ПОССу 61-0,5	183	189	60-62		Elektr apparatlari, elektr mashinalari chulg'amlari, ruxlangan radiodetallarga qalay yugurtirish va kavsharlash.
ПОССу 50-0,5	183	216	49-51		Aviatsiya radiatorlariga qalay yugurtirish va kavsharlash; oziq-ovqatbop idish-tovoqlarni kavsharlash, keyin oziq-ovqatga zarar yetkazmaydigan qalay yugurtirish.
ПОССу 40-0,5	183	235	39-41	0,2-0,5	Oq tunukaga, elektr mashinalari chulg'amlariga qalay yugurtirish va kavsharlash; ruxlangan detallarni kavsharlash.
ПОССу 35-0,5	183	245	34-36		Qo'rg'oshindan qilingan kabel qobiqlariga qalay yugurtirish va kavsharlash.
ПОССу 30-0,5	183	255	29-31		Tunukaga, radiatorlarga qalay yugurtirish va kavsharlash.
ПОССу 25-0,5	183	266	24-26		Radiatorlarga qalay yugurtirish va kavsharlash.
ПОССу 18-0,5	183	277	17-18		Elektr lampalarini issiqlik almashgichlari naychalariga qalay yugurtirish va kavsharlash.
Surmali kavsharlari					
ПОССу 95-5	234	240	94-96	4,0-5,0	Elektr sanoatida kavsharlash, quvurlarni kavsharlash.
ПОССу 40-2	185	229	39-41		Sovitish qurilmalariga qalay yugurtirish va kavsharlash; keng ko'lamda kavsharlash.
ПОССу 35-2	185	243	34-36	1,5-2,0	Qo'rg'oshin quvurlarni kavsharlash; abraziv kavsharlash.
ПОССу 30-2	185	250	29-31		Sovitkichlar apparatsozligida kavsharlash; abraziv kavsharlash
ПОССу 25-2	185	260	24-26	1,5-2,0	Avtomobilsozlik sanoatida kavsharlash.
ПОССу 18-2	186	270	17-18	2,0-3,0	Shuning o'zi
ПОССу 15-2	184	275	14-15		---
ПОССу 10-2	268	285	9-10	0,5-1,0	Elektr lampalari ishlab chiqarishda kavsharlash va qalay yugurtirish.

ПОССу 8-3	240	290	7-8	5,0-6,0	Yuqori haroratlarda ishlovchi detallarga qalay yugurtirish va kavsharlash. Oq tunuka, latun va misni kavsharlash.
ПОССу 5-1	275	308	4-5		
ПОССу 4-6	244	270	3-4		

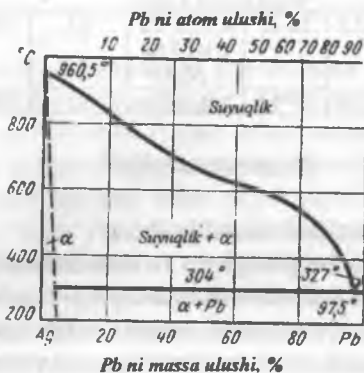
8.15-jadval

Ruxli, kumushli, surmali, misli va kadmiyli qalay kavsharlarning kimyoviy tarkibi va erish harorati

Kavshar markasi	Elementlar miqdori, %						Aralashmalar, % ko'pi bilan	Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish harorati, °C
	Sn	Zn	Ag	Sb	Cu	Cd			
П200А	89-91	9-11	-	-	-	-	0,35	199	210
П250А	79-81	19-21	-	-	-	-	0,35	199	250
Sn70Zn	69-71	29-31	-	-	-	-	0,35	200	315
Sn60Zn	59-61	39-41	-	-	-	-	0,35	200	345
ВПp6 (ПCp0Cy8)	83-66	-	7,5-8,5	6,0-8,0	-	-	0,5	235	250
ВПp9 (ПCpM05)	90,8-93,2	-	4,5-5,5	0,8-1,2	1,5-2,5	-	0,5	215	240
П150А	37,5-39,5	3,5-4,1	-	-	-	56,7-58,7	0,35	150	165
4223-1	70-80	20-30	1-2	-	-	-	0,3	260	280
4223-2	50-65	40-44	2-3	2-4	-	-	0,3	320	350
ВЭ49	55	43,5	1,5	-	-	-	0,3	190	400
П170А	78-80	-	0,9-1,1	-	-	19-20	0,3	170	175
ПОССp2*	57,8-59,8	-	1,9-2,1	0,3	-	-	0,35	169	173
ПОССp3	96,7-97,3	-	2,7-3,3	-	-	-	0,3	220	220

* Tarkibida 37,5 - 39,5 % Pb bor

Qo'rg'oshin kavsharlar. Qo'rg'oshin kavshar sifatida juda kamdan kam xollarda ishlatiladi. Qo'rg'oshin asosida kumush, vismut, kadmiy, rux qo'shib tayyorlangan kavsharlardan foydalaniladi (8.3-rasm). Tarkibida 3% gacha Ag bo'lgan qo'rg'oshin kavsharlar keng ko'lamda qo'llaniladi. Ushbu kavsharlar yuqori darajada qayishqoq va texnologik xossalari yaxshi, issiqqa chidamliligi qalay-qo'rg'oshinli kavsharnikidan yuqoriroq bo'ladi, mis hamda latunni kavsharlagich bilan kavsharlashda ishlatiladi (8.16 - jadval).



8.3-rasm. *Qo'rg'oshin – kumush tizimidagi qotishmalarning holat diagrammasi.*

Qo'rg'oshin kavsharlar Sb, Na, Zn va boshqa elementlar bilan legirlanganda ularning mustahkamligi, oquvchanlik chegarasi hamda korroziyabardoshligi ortadi. Qo'rg'oshin kavsharlardan CK-7 kavsharining (6 - 10% Cd, 0,5 – 1,5% Zn, 1,0 – 1,5% Sb, $\leq$ 0,3% Na, qolgani esa Pb dir) erish harorati 270°C ga teng. BΠp12 va BΠp18 kavsharlari barcha iqlimiy sharoitda lok-bo'yoq qoplamali himoyasiz ishlay oladi. 7,5% Ag, 4,5% Sn, 0,15% Ni, 3,8% Cu va qolgani Pb dan iborat bo'lgan kavsharning oquvchanlik chegarasi eng yuqori, sovuqqa chidamliligi yuqori bo'ladi hamda kriogen texnika buyumlarini kavsharlash uchun ishlatiladi.

8.16-jadval

Kumushli qo'rg'oshin kavsharlarning kimyoviy tarkibi va erish harorati

Kavshar markasi	Elementlar miqdori, %				Aralashmalar, %, ko'pi bilan	γ, kg/m ³	Eriy boshlash harorati, °C	To'liq erish harorati, °C
	Pb	Ag	Sn	Boshqa elementlar				
ΠCp3	96-98	2,7-3,8	-	-	0,5	11300	300	305
ΠCp2,5	91-93	2,2-2,8	5,6-6,0	-	0,5	11000	295	305
ΠCp2	61,5-64,5	1,7-2,3	29,0-31,0	4,5-5,5 Cd	0,5	9600	225	235
ΠCp1,5	82-85	1,2-1,8	14-16	-	0,5	10400	265	270
	93,5	1,5	5,0	-	-	-	296	301
	97,5	1,5	1,0	-	-	-	309	310
	95-98	5-6	1,2	-	-	-	302	304

БПп12 (ПСр05-40)	Asos	4,5-5,5	39-41	4,5-5,5 Cu 1,3-1,7 Sd 0,1-0,2 P	0,5	9380	220	300
БПп18	Asos	1,2-1,8	4,5-5,5	6,0-8,0 Jn	0,5	10300	295	305

Nazorat savollari

1. Kavsharlarning vazifasi nimadan iborat?
2. Kavsharlar qanday belgilarga ko'ra tasniflanadi?
3. Rangli metallni kavshardashda qanday kavsharlar qo'llaniladi?
4. Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlar qanday afzalliklarga ega?
5. Qimmatbaho metallardan tayyorlangan kavsharlar qanday holatlarda qo'llaniladi?

Atsetilen – metall va nometall buyumlarga gaz alangasida ishlov berishda qo'llaniladigan yonuvchi gaz. Atsetilen, kalsiy karbidini CaC_2 suv bilan atsetilen generatorida o'zaro ta'siri oqibatida hosil bo'ladi.

Aktiv himoya gazlari – payvandlash zonasini havodan himoyalab qisman erigan metall vannasi bilan ta'sirlashadi. Himoya gaz sifatida karbonat angidrid - " CO_2 ", vodorod, kislorod va azot qo'llaniladi.

Bog'lovchi komponentlar qoplamalarning boshqa tarkiblarini o'zaro va sterjen bilan bog'lash uchun ishlatiladi.

Elektrod – elektr tokini payvandlanadigan, eritib yopishtiriladigan yoki kesiladigan joyga keltirish uchun xizmat qiladigan, elektr o'tkazish materiallaridan tayyorlangan o'zak.

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

Elektron-nurli payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo'lib, bunda metall qizishi elektr maydon ta'sirida tez harakatlanuvchi elektron nurlar oqimi natijasida qiziydi.

Elektr yoyli payvandlash – birlashtiriladigan detallarni ularning chetlarini elektr yoy razryadi yordamida eritib payvandlash; bunda payvandlanadigan metall bilan elektrod orasida razryad uyg'otiladi.

Erimaydigan elektrodlar – bu elektrodlar turg'un yoy yoyilishini ta'minlaydigan payvandlash materiali bo'lib xizmat qiladi.

Flyus – murakkab tarkibli maydalangan material; payvandlash protsessini stabilash va payvand chok sifatini yaxshilash uchun payvandlash zonasiga sepiladi.

Flyus ostida yoyli payvandlash – bu yoyli eritib payvandlashdir, bunda yoy payvandlash flyusi ostida yonadi.

Gaz hosil qiluvchi komponentlar yonishida payvandlash zonasida gaz yordamida himoya hosil qiladi, gaz himoyasi ham, shuningdek, suyuqlangan metallni havo kislorodi va azotidan muhofaza qiladi.

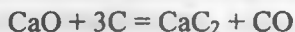
Gorelka – gazsimon, suyuq yoki changsimon yoqilg'ilarning havo yoki kislorod bilan aralashmasini hosil qiladigan va uni yoqish joyiga uzatadigan qurilma.

Grafit elektrodlar – yoyli payvandlash va kesish uchun qo'llaniladigan ko'mir elektrodga qo'shimcha yuqori haroratli ishlov berib tayyorlanadigan erimaydigan elektrod.

Himoya gazlar muhitida payvandlash – bu yoyli payvandlash, bunda yoy va erigan metall, ayrim hollarda soviyotgan chok, payvandlash zonasiga maxsus qurilma bilan yetkazib berilayotgan himoya gazlar ta'sirida bo'ladi, ya'ni havo ta'siridan himoyalanaadi.

Inert himoya gazlari – payvandlashda qo'llaniladigan inert gazlariga argon va geliy kiradi. Inert gazlari qizigan va suyuq metall bilan reaksiyaga kirishmaydi.

Kalsiy karbidi – to'q kulrang yoki jigarrang qattiq jism. Kalsiy karbidi elektr pechida ohak va koksni quyidagi reaksiya asosida pishirib olinadi:



Ko'mir elektrodlar – maxsus tarkibga ega koks yoki presslangan ko'mirdan tayyorlangan yoyli payvandlash va kesishda ishlatiladigan erimaydigan elektrod.

Kukunli sim – quvursimon, murakkab kesimga ega bo'lgan kukunimon to'ldirgich bilan to'ldirilgan sim.

Kukunimon to'ldirgich – gaz hosil qiluvchilar, shlak hosil qiluvchi materiallar, ferroqotishmalar va metall kukunlardan iborat aralashma.

Legirlovchi komponentlar qoplama tarkibiga chok metalliga issiqbardoshlik, yeyilishga chidamlilik, korroziyabardoshlik kabi maxsus xossalarga berishi va mexanik xossalarni yaxshilash uchun zarur.

Oksidsizlantiruvchi komponentlar payvandlash vannasining suyuqlangan metallni oksidsizlantirish uchun zarur.

Payvand chok – payvand birikmaning qismi; payvandlash vaqtida suyultirilgan asosiy va qo'shilma (yoki elektrod) metall yoki faqat asosiy metallning kristallanishi natijasida hosil bo'ladi.

Payvandlash – metallar, qotishmalar va turli materiallarni plastik deformatsiyalash yoki birikilayotgan qismlar orasini qizdirish bilan atomlararo birikish natijasida ajralmas birikma hosil qiluvchi texnologik jarayondir.

Payvandlash apparati deb payvand birikmani bajarishda operatsiya va usullarni mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish uchun kerak bo'ladigan elektr asboblarning hamda mexanizmlar jamlanmasiga aytiladi.

Payvandlash simi – eritib payvandlash usullarida asosiy metall suyuqlanib payvand vannasini hosil bo'lishda ishtirok etadigan qo'shimcha payvandlash materiali.

Plazmali payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo'lib, bunda metall qizishini siqilgan yoy ta'minlaydi. Plazmali payvandlashda issiqlik manbai sifatida elektr yoy qo'llaniladi, uning ustuni ishlov berilayot-

gan buyumning issiqlik energiyasining tarkibini oshirish maqsadida iloji boricha qisilgan.

Turg'unlashtiruvchi komponentlar – ionlanish potentsiali uncha katta bo'lmagan elementlar, masalan, kaliy, natriy va kalsiydir.

Volfram elektrodlar – yoyli payvandlash uchun qo'llaniladigan erimaydigan elektrodlar bo'lib, volfram sterjenlari elangan kukunni pishirish usulida olinadi.

Yoyli dastakli payvandlash – yoyli payvandlashda yoy yonishi, elektrod uzatilishi va siljilishi, payvandchi qo'lda bajaradi.

Yoy dastakli payvandlash uchun metall qoplamali elektrodning metall o'zagiga maxsus qoplama qoplangan bo'ladi.

Cho'yan chiviqlar – gaz alangasida cho'yanni payvandlash, eritib qoplash, kavsharlash, shuningdek, cho'yanni yoyli payvandlash va eritib qoplashda elektrod chiviqlari.

Shlak hosil qiluvchi komponentlar suyuqlangan metallni havoning kislorodi va azoti ta'siridan muhofaza qiladi va uni qisman tozalaydi. Shlak hosil qiluvchi komponentlar metallning sovish tezligini kamaytiradi va undan metall bo'lmagan qo'shilmalarning ajralishiga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. –Москва: Машиностроение, 1974.
2. Петров Г.Л. Сварочные материалы. –Ленинград: Машиностроение, 1972.
3. Соколов Е.В. Справочник по сварке. Т. 2. –Москва: Машгиз, 1962.
4. Акулов А.И. Сварка в машиностроении. Т. 2. –Москва: Машиностроение, 1978.
5. Петрушин И.Г. Краткий справочник паяльщика. –Москва: Машиностроение, 1991.
6. Волченко В.Н. Сварка и свариваемые материалы. Т. 2. –Москва: Издательство МГТУ, 1998.
7. Потапов М.Н. Сварочные материалы для дуговой сварки. Т. 2. –Москва: Машиностроение, 1993.
8. Паршин С.Г. Электродуговая сварка с применением активизирующих флюсов. –Тольятти: Машиностроение, 2005.
9. Чебан В.А. Сварочные работы. –Ростов - на - Дону: «Феникс», 2004.
10. Маслов В.И. Сварочные работы. –Москва: Академия, 2005.
11. Дуняшин Н.С., Абралов М.М. Конспект лекций по дисциплине. «Сварочные материалы» на русском языке. –Т., Типография ТГТУ. 2010.
12. Абралов М.А. Абралов М.М. Пайвандлаш иши асослари. –Т., Талкин. 2004, 270 б.
13. Abralov M.A., Dunyashin N.S., Abralov M.M., Ermatov Z.D. Eritib payvandlash texnologiyasi. Va jihozlari. –Т.: Voris, 2007, 416 б.

Legirlovchi elementlarning belgilanishi

Element nomi	Mendelev davriy jadvali bo'yicha elementlar belgisi	Metallni markalashda
Azot	N	A*
Niobiy	Nb	Б
Volfram	W	В
Marganets	Mn	Г
Mis	Cu	Д
Selen	Se	Е
Kobalt	Co	К
Molibden	Mo	М
Nikel	Ni	Н
Bor	B	Р
Kremniy	Si	С
Titan	Ti	Т
Vanadiy	V	Ф
Xrom	Cr	Х
Alyuminiy	Al	Ю

* Belgi oxirida qo'yish mumkin emas

Simlarning diametri va o'lchamdan chetga chiqish chegarasi

Simning nominal diametri, mm	O'lchamdan chetga chiqish chegarasi	
	Payvandlash (eritib qoplash) uchun	Qoplamali elektrodlar tayyor- lash uchun
0,3	-0,05	-
0,5	-0,06	
0,8	-0,07	
1,0	-0,09	-
1,2		
1,4		
1,5		
1,6	-0,12	-0,06
2,0		
2,5	-0,12	-0,09
3,0		
4,0	-0,16	-0,12
5,0		
6,0		
8,0	-0,20	-0,16
10,0	-0,24	-
12,0		

Po'lat simining kimyoviy tarkibi, %

Sim rusumi	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Boshqa elementlar
								dan ko'p emas		
Kam uglerodli sim										
Св-08	≤0,10	≤0,03	0,35- 0,60	≤0,15	≤0,30	-	-	0,040	0,040	≤0,01Al
Св-08А	≤0,10	≤0,03	0,35- 0,60	≤0,12	≤0,25	-	-	0,030	0,030	≤0,01Al
Св-08АА	≤0,10	≤0,03	0,35- 0,60	≤0,10	≤0,25	-	-	0,020	0,020	≤0,01Al
Св-08ГА	≤0,10	≤0,06	0,80- 0,10	≤0,10	≤0,25	-	-	0,025	0,030	-
Св-10ГА	≤0,12	≤0,06	1,10- 1,40	≤0,20	≤0,30	-	-	0,025	0,030	-
Св-10Г2	≤0,12	≤0,06	1,50- 1,90	≤0,20	≤0,30	-	-	0,030	0,030	-
Legirlangan sim										
Св-08ГC	≤0,10	0,60- 0,85	1,40- 1,70	≤0,20	≤0,25	-	-	0,025	0,030	-
Св-12ГC	≤0,14	0,60- 0,90	0,80- 1,10	≤0,20	≤0,30	-	-	0,025	0,030	-
Св-08Г2C	0,05- 0,11	0,70- 0,95	1,80- 2,10	≤0,20	≤0,25	-	-	0,025	0,030	-
Св-10ГН	≤0,12	0,15- 0,35	0,90- 1,20	≤0,20	0,90- 1,20	-	-	0,025	0,030	-
Св-08ГCMT	0,06- 0,11	0,40- 0,70	1,00- 1,30	≤0,30	≤0,30	0,20- 0,40	0,05- 0,12	0,025	0,030	-
Св-15ГCMTЮЦА	0,12- 0,18	0,45- 0,85	0,60- 1,00	≤0,30	≤0,40	-	0,05- 0,20	0,025	0,025	0,20- 0,50Al 0,05- 0,15Zr
Св-20ГCТЮА	0,17- 0,23	0,60- 0,90	0,90- 1,20	≤0,30	≤0,40	-	0,10- 0,20	0,025	0,025	0,20- 0,50Al
Св-18ХГC	0,15- 0,22	0,90- 1,20	0,80- 1,10	0,80- 1,10	≤0,30	-	-	0,025	0,030	-
Св-10HMA	0,07- 0,12	0,12- 0,35	0,40- 0,70	≤0,20	1,00- 1,50	0,40- 0,55	-	0,025	0,020	-
Св-08MX	0,60- 0,10	0,12- 0,30	0,35- 0,60	0,45- 0,65	≤0,30	0,40- 0,60	-	0,025	0,030	-
Св-08XM	0,60- 0,10	0,12- 0,30	0,35- 0,60	0,90- 0,12	≤0,30	0,50- 0,70	-	0,025	0,030	-
Св-18ХМА	0,15- 0,22	0,12- 0,35	0,40- 0,70	0,80- 1,10	≤0,30	0,15- 0,30	-	0,025	0,025	-
Св-08XHM	≤0,10	0,12- 0,35	0,50- 0,80	0,70- 0,90	0,80- 1,20	0,25- 0,45	-	0,025	0,030	-
Св-08XMΦА	0,06- 0,10	0,12- 0,30	0,35- 0,60	0,90- 1,20	≤0,30	0,50- 0,70	-	0,025	0,025	0,15- 0,30V

СВ-10ХМФТ	0,07-0,12	≤ 0,35	0,40-0,70	1,40-1,80	≤ 0,30	0,40-0,60	0,05-0,12	0,030	0,030	0,20-0,35 V
СВ-08Г2С	0,05-0,11	0,70-0,95	1,70-2,10	0,70-1,00	≤ 0,25	-	-	0,025	0,030	-
СВ-08ХГСМА	0,06-0,10	0,45-0,70	1,15-1,45	0,85-1,15	≤ 0,30	0,40-0,60	-	0,025	0,025	-
СВ-10ХГ2СМА	0,07-0,12	0,60-0,90	1,70-2,10	0,80-1,10	≤ 0,30	0,40-0,60	-	0,025	0,025	-
СВ-08ХГСМФА	0,06-0,10	0,45-0,70	1,20-1,50	0,95-1,25	≤ 0,30	0,50-0,70	-	0,025	0,025	0,20-0,35 V
СВ-04Х2МА	≤ 0,06	0,12-0,35	0,40-0,70	1,80-2,20	≤ 0,25	0,50-0,70	-	0,020	0,025	-
СВ-13Х2МФТ	0,10-0,15	≤ 0,35	0,40-0,70	1,70-2,20	≤ 0,30	0,40-0,60	0,05-0,12	0,030	0,030	0,20-0,35 V
СВ-08Х3Г2СМ	≤ 0,10	0,45-0,70	2,00-2,50	2,00-3,00	≤ 0,30	0,30-0,50	-	0,030	0,030	-
СВ-08ХМНФБА	0,06-0,10	0,12-0,30	0,35-0,60	1,10-1,40	0,65-0,90	0,80-1,00	-	0,025	0,025	0,20-0,35 V 0,10-0,23Nb
СВ-08ХН2М	≤ 0,10	0,12-0,30	0,55-0,85	0,70-1,00	1,40-1,80	0,20-0,40	-	0,025	0,030	-
СВ-10ХН2ГМТ	0,07-0,12	0,12-0,30	0,80-1,10	0,30-0,60	1,80-2,20	0,40-0,60	0,05-0,12	0,025	0,030	-
СВ-08ХН2ГМТА	0,06-0,11	0,12-0,30	0,80-1,10	0,25-0,45	2,10-2,50	0,25-0,45	0,05-0,12	0,020	0,025	-
СВ-08ХН2ГМЮ	0,06-0,11	0,25-0,55	1,00-1,40	0,70-1,10	2,00-2,50	0,40-0,65	-	0,030	0,030	0,06-0,18 Al
СВ-08ХН2Г2СМЮ	0,06-0,11	0,40-0,70	1,50-1,90	0,70-1,00	2,00-2,50	0,40-0,65	-	0,030	0,030	0,06-0,18 Al
СВ-08Н3	≤ 0,08	≤ 0,30	0,40-0,70	≤ 0,30	3,00-3,50	-	-	0,025	0,030	-
СВ-10Х5М	≤ 0,12	0,12-0,35	0,40-0,70	4,00-5,50	≤ 0,30	0,40-0,60	-	0,025	0,030	-
Yuqori legirlangan sim										
СВ-12Х11НМФ	0,08-0,15	0,25-0,55	0,35-0,65	10,50-12,00	0,60-0,90	0,60-0,90	-	0,025	0,030	0,25-0,50 V
СВ-10Х11НВМФ	0,08-0,13	0,30-0,60	0,35-0,65	10,50-12,00	0,80-1,10	1,00-1,30	-	0,025	0,030	0,25-0,50 V, 1,00-1,40W
СВ-12Х13	0,09-0,14	0,30-0,70	0,30-0,70	12,00-14,00	≤ 0,60	-	-	0,025	0,030	-
СВ-20Х13	0,16-0,24	≤ 0,60	≤ 0,60	12,00-14,00	-	-	-	0,025	0,030	-
СВ-06Х14	≤ 0,08	0,30-0,70	0,30-0,70	13,00-15,00	≤ 0,60	-	-	0,025	0,030	-
СВ-08Х14ГНТ	≤ 0,10	0,25-0,65	0,90-1,30	12,50-14,50	0,40-0,90	-	0,60-1,00	0,025	0,035	-
СВ-10Х17Т	≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 0,70	16,00-	≤ 0,60	-	0,20-	0,025	0,035	-

СВ-13Х25Т	≤ 0,15	≤ 1,00	≤ 0,80	18,00 23,00- 27,00	≤ 0,60	-	0,50 0,20- 0,50	0,025	0,035	-
СВ-01Х19Н9	≤ 0,03	0,50- 1,00	1,00- 2,00	18,00- 20,00	8,00- 10,00	-	-	0,015	0,025	-
СВ-04Х19Н9	≤ 0,06	0,50- 1,00	1,00- 2,00	18,00- 20,00	8,00- 10,00	-	-	0,018	0,025	-
СВ-08Х16Н8М2	0,05- 0,10	≤ 0,60	1,50- 2,00	15,00- 17,00	7,50- 9,00	1,50- 2,00	-	0,018	0,025	-
СВ-08Х18Н8Г2Б	0,05- 0,10	0,30- 0,70	1,80- 2,30	17,50- 19,50	8,00- 9,00	-	-	0,018	0,025	1,20- 1,50Nb
СВ-07Х18Н9ТЮ	≤ 0,09	≤ 0,80	≤ 0,20	17,00- 19,00	8,00- 10,00	-	1,00- 1,40	0,015	0,030	0,60-0,95 Al
СВ-06Х19Н9Т	≤ 0,08	0,40- 1,00	1,00- 2,00	18,00- 20,00	8,00- 10,00	-	0,50- 1,00	0,015	0,030	-
СВ-04Х19Н9С2	≤ 0,06	2,00- 2,75	1,00- 2,00	18,00- 20,00	8,00- 10,00	-	-	0,018	0,025	-
СВ-08Х19Н9Ф2С2	≤ 0,10	1,30- 1,80	1,00- 2,00	18,00- 20,00	8,00- 10,00	-	-	0,025	0,030	1,80-2,40 V
СВ-05Х19Н9Ф3С2	≤ 0,07	1,30- 1,80	1,00- 2,00	18,00- 20,00	8,00- 10,00	-	-	0,025	0,030	2,30-2,70 V
СВ-07Х19Н10Б	0,05- 0,09	≤ 0,70	1,50- 2,00	18,50- 20,50	9,00- 10,50	-	-	0,018	0,025	1,20- 1,50Nb
СВ-08Х19Н10Г2Б	0,05- 0,10	0,20- 0,45	1,80- 2,20	18,50- 20,50	9,50- 10,50	-	-	0,020	0,030	0,90- 1,30Nb
СВ-06Х19Н10М3Т	≤ 0,08	0,30- 0,80	1,00- 2,00	18,00- 20,00	9,00- 11,00	2,00- 3,00	0,50- 0,80	0,018	0,025	-
СВ-08Х19Н10М3Б	≤ 0,10	≤ 0,60	1,00- 2,00	18,00- 20,00	9,00- 11,00	2,00- 3,00	-	0,018	0,025	0,90- 1,30Nb
СВ-04Х19Н11М3	≤ 0,06	≤ 0,60	1,00- 2,00	18,00- 20,00	10,00- 12,00	2,00- 3,00	-	0,018	0,025	-
СВ-05Х20Н9ФМБС	≤ 0,07	0,90- 1,50	1,00- 2,00	19,00- 21,00	8,00- 10,00	-	-	0,020	0,030	1,00- 1,40Nb, 0,90-1,30 V
СВ-06Х20Н11М3ТБ	≤ 0,08	0,50- 1,00	≤ 0,80	19,00- 21,00	10,00- 12,00	2,50- 3,00	0,60- 1,10	0,018	0,030	0,60-0,90 Nb
СВ-10Х20Н15	≤ 0,12	≤ 0,80	1,00- 2,00	19,00- 22,00	14,00- 16,00	-	-	0,018	0,025	-
СВ-07Х25Н12Г2Т	≤ 0,09	0,30- 1,00	1,50- 2,50	24,00- 26,50	11,00- 13,00	-	0,60- 1,00	0,020	0,025	-
СВ-06Х25Н12ТЮ	≤ 0,08	0,60- 1,00	≤ 0,80	24,00- 26,50	11,50- 13,50	-	0,60- 1,00	0,020	0,030	0,40-0,80 Al
СВ-07Х25Н13	≤ 0,09	0,50- 1,00	1,00- 2,00	23,00- 26,00	12,00- 14,00	-	-	0,018	0,025	-
СВ-08Х25Н13БТЮ	≤ 0,10	0,60- 1,00	≤ 0,55	24,00- 26,00	12,00- 14,00	-	0,50- 0,90	0,020	0,030	0,70- 1,10Nb, 0,40-0,90 Al
СВ-13Х25Н18	≤ 0,15	≤ 0,50	1,00- 2,00	24,00- 26,50	17,00- 20,00	-	-	0,015	0,025	-

Св-089Х20Н9Г7Т	≤ 0,10	0,50-1,00	5,00-8,00	18,50-22,00	8,00-10,00	-	0,60-0,90	0,018	0,035	-
Св-08Х21Н10Г6	≤ 0,10	0,20-0,70	5,00-7,00	20,00-22,00	9,00-11,00	-	-	0,018	0,035	-
Св-30Х25Н16Г7	0,25-0,33	≤ 0,30	6,00-8,00	24,50-27,00	15,00-17,00	-	-	0,018	0,030	-
Св-10Х16Н25АМ6	0,08-0,12	≤ 0,60	1,00-2,00	15,00-17,00	24,00-27,00	5,50-7,00	-	0,018	0,025	0,10-0,20N
Св-09Х16Н25М6АФ	0,07-0,11	≤ 0,40	1,00-2,00	15,00-17,00	24,00-27,00	5,50-7,00	-	0,018	0,018	0,70-1,00 V, 0,10-0,20N
Св-01Х23Н28М3Д3Т	≤ 0,03	≤ 0,55	≤ 0,55	22,00-25,00	26,00-29,00	2,50-3,00	0,50-0,90	0,018	0,030	2,50-3,50Cu
Св-30Х15Н35В3Б3Т	0,27-0,33	≤ 0,60	0,50-1,00	14,00-16,00	34,00-36,00	-	0,20-0,70	0,015	0,025	2,50-3,50W, 2,80-3,50Nb
Св-08Н50	≤ 0,10	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,30	48,00-53,00	-	-	0,020	0,030	-
Св-06Х15Н60М15	≤ 0,08	≤ 0,50	1,00-2,00	14,00-16,00	основа	14,00-16,00	-	0,015	0,015	≤ 4,0Fe

4-jadval

Simlarning diametri va ularni o'lchamlaridan chetlanishi

Sim nominal diametri, mm	Sim diametri bo'yicha chetlanishi	
	Cho'zilgan	Presslangan
0,80	-0,060	
0,90		
1,00		
1,12		
1,25		
1,40		
1,60		
1,80	-0,080	
2,00		
2,24		
2,50		
2,80		
3,15		
3,55	-0,096	
4,00		
4,50		
5,00		
5,60	-0,30	
6,30		
7,10	-0,116	-0,36
8,00		
9,00		
10,00	-0,140	
11,20	-	-0,70

Cho'yan chiviqlarining kimyoviy tarkibi

Rusumi	C	Si	Mn	Y	Ce	Qo'shimchalar, dan ko'p emas		
						P	S	Cr
ПЧ1	3,3-3,6	1,8-2,2	0,5-0,7	0,02-0,03	0,02-0,03	0,2	0,8	0,08
ПЧ2	3,3-3,6	3,3-3,6	0,6-0,9	0,01-0,03	0,01-0,03	0,15	0,04	0,1
ПЧ3	3-3,5	3,5-4	0,5-0,8	-	-	0,3-0,5	0,08	0,05
ПЧН1	3,8-4,2	1,2-2	0,2-0,6	-	-	0,2	0,08	0,08
ПЧН2	3,4-3,7	3,5-3,8	0,4-0,8	-	-	0,2	0,03	0,05
ПЧИ	2,5-3	1-1,5	0,2-0,6	-	-	0,1	0,05	-
ПЧВ	3-3,8	2,4-3,6	0,2-0,5	0,03-0,15	0,1-0,4	0,2	0,08	0,05

Eritilgan metallidagi oltingugurt va fosforni chegaraviy miqdori, %

Elektrod turi	Oltingugurt			Fosfor		
	Elektrodlar guruhi					
	1	2	3	1	2	3
Э38 Э42 Э46 Э50	0,045	0,040	0,035	0,050	0,045	0,040
Э42А Э46А Э50А Э55 Э60	0,035	0,030	0,025	0,040	0,035	0,030
Э70 Э85 Э100 Э125 Э150						0,035

Tok va kuchlanishiga ko'ra elektrodlarni belgilanishi

Tavsiya etilgan qutblilik	Salt yurishning nominal kuchlanishi, $U_{a,y}$, В	Raqamli belgi
teskari	-	0
har qanday	50±5	1
to'g'ri	50±5	2
teskari	50±5	3
har qanday	70±10	4
to'g'ri	70±10	5
teskari	70±10	6
har qanday	90±5	7
to'g'ri	90±5	8
teskari	90±5	9

**Konstruktion po'latlarni metall elektrodlar bilan yoyli
payvandlanganda chok metallining mexanik xossalari**

Elektrod turi	Uzulisga vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Chok metalli va eritib qoplangan metall		Diametri 3mm gacha elektrod bilan payvandlangan birikma metallini bukilish burchagi, grad
		Nisbiy uzayishi δ , MPa	Zarbiy qovushqoqlik, j/sm ²	
Э38	370	14	29	60
Э42	410	18	78	150
Э46	450	18	78	150
Э50	490	16	69	120
Э42А	410	22	147	180
Э46А	450	22	137	180
Э50А	490	20	127	150
Э55	540	20	117	150
Э60	590	18	98	120
Э70	690	14	59	-
Э85	840	12	49	-
Э100	980	10	49	-
Э125	1225	8	39	-
Э150	1470	6	39	-

**Legirlangan va issiqqa chidamli po'latlarni metall elektrodlar bilan
yoyli payvadlanganda chok metallining mexanik xossalari**

Elektrod turi	Uzilishga vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Nisbiy uzayishi δ , MPa	Zarbiy qo'vushqoqlik, j/sm ²
Э09М	440	18	98
Э09МХ	450	18	88
Э09Х1М	470	18	88
Э05Х2М	470	18	88
Э09Х2М1	490	16	78
Э09Х1МФ	490	16	78
Э10Х1М1НФБ	490	15	69
Э10Х3М1БФ	540	14	59
Э10Х5МФ	540	14	59

**Konstruktion va issiqqa chidamli po'latlar uchun elektrodlar
rusumi**

ГОСТ 9467-75 bo'yicha el- elektrodlar turi	Elektrodlarni rusumi va belgilanishi
--	--------------------------------------

Э42	АНО-1	$\frac{Э42 - АНО - 1 - d - УГ}{E411(3) - РЖ45}$
	АНО-5	$\frac{Э42 - АНО - 5 - d - УД}{E413 - РБЖ21}$
	АНО-6	$\frac{Э42 - АНО - 6 - d - УД}{E410(2) - АР21}$
	СМ-5	$\frac{Э42 - СМ - 5 - d - УД}{E - 410(3) - АЦ24}$
	ВСП-1	$\frac{Э42 - ВСП - 1 - d - УС}{E413 - РЦ13}$
	ВСЦ-2	$\frac{Э42 - ВСЦ - 2 - d - УС}{E413(2) - Ц10}$
	ВСЦ-4	$\frac{Э42 - ВСЦ - 4 - d - УС}{E410(3) - Ц10}$
Э46	АНО-4	$\frac{Э46 - АНО - 4 - d - УД}{E432(3) - Р21}$
	ЗРС-2	$\frac{Э46 - ЗРС - 2 - d - УГ}{E432 - РЖ31}$
	ОЗС-12	$\frac{Э46 - ОЗС - 12 - d - УД}{E430(3) - Р12}$
	МР-3	$\frac{Э46 - МР - 3 - d - УД}{E430(3) - РБ26}$
Э50	ВСН-3	$\frac{Э50 - АНО - 4 - d - УД}{E517 - Б20}$
	ВСП-2	$\frac{Э50 - ВСП - 2 - d - УС}{E513 - Ц10}$
	ВСЦ-3	$\frac{Э50 - ВСЦ - 3 - d - УС}{E513 - Ц10}$
Э42А	СМ-11	$\frac{Э42А - СМ - 11 - d - УД}{E412(5) - БЖ26}$
	ОЗС-2	$\frac{Э42А - ОЗС - 2 - d - УД}{E412 - Б20}$
	УП-1/45	$\frac{Э42А - УП - 1/45 - d - УД}{E412(5) - Б26}$
	УП-2/45	$\frac{Э42А - УП - 2/45 - d - УД}{E412(3) - Б26}$
	УОНИИ-13/45	
Э46А	ИТС-1	$\frac{Э46А - ИТС - 1 - d - УГ}{E432(3) - РБЖ46}$
	АНО-8	$\frac{Э46А - АНО - 8 - d - УД}{E435 - Б20}$
Э50А	УОНИИ-13/55	$\frac{Э50А - УОНИ - 13/55 - d - УД}{E513 - Б20}$

	АНО-9 $\frac{\text{Э50А} - \text{АНО} - 9 - d - \text{УД}}{E515 - B16}$ УП-2/55 $\frac{\text{Э50А} - \text{УП} - 2/55 - d - \text{УД}}{E513 - B26}$ ЦУ-1 $\frac{\text{Э50А} - \text{ЦУ} - 1 - d - \text{УД}}{E513 - B20}$ ДСК-50 $\frac{\text{Э50А} - \text{ДСК} - 50 - d - \text{УД}}{E515 - B26}$
Э55	УОНИИ-13/55У $\frac{\text{Э55} - \text{УОНИ} - 13/55У - d - \text{УД}}{E513 - B26}$ ОЗС-24 $\frac{\text{Э55} - \text{ОЗС} - 24 - d - \text{УД}}{E517 - B20}$
Э60	УОНИИ-13/65 $\frac{\text{Э60} - \text{УОНИ} - 13/65 - d - \text{УД}}{E513 - B26}$ ОЗС-24М $\frac{\text{Э60} - \text{ОЗС} - 24М - d - \text{УД}}{E517 - B20}$
Э70	АНО-ТМ70 $\frac{\text{Э70} - \text{АНО} - \text{ТМ70} - d - \text{ЛД}}{E - 08Г1Н1М1 - 3 - B26}$ ЛКЗ-70 ОЗС-24 $\frac{\text{Э70} - \text{ЛКЗ} - 70 - d - \text{ЛД}}{E - 12Х1Г1 - 3 - B20}$
Э85	УОНИИ-13/85 $\frac{\text{Э85} - \text{УОНИ} - 13/85 - d - \text{ЛД}}{E - 12Г1М1 - 0 - B20}$ ЦЛ-18 $\frac{\text{Э85} - \text{ЦЛ} - 18 - d - \text{ЛД}}{E - 18Х1Г1 - 2 - B20}$
Э100	ВИ-10-6 $\frac{\text{Э100} - \text{ВИ} - 10 - 6 - d - \text{ЛГ}}{E - 18Х1М - 0 - B40}$ У-340/105 $\frac{\text{Э100} - \text{У} - 340/105 - d - \text{ЛГ}}{E - 18Г3 - 0 - B40}$ ЦЛ-19 $\frac{\text{Э100} - \text{ЦЛ} - 19 - d - \text{ЛД}}{E - 18Х1Г1М - 0 - B20}$
Э125	НИИ-3М $\frac{\text{Э125} - \text{НИИ} - 3М - d - \text{ЛД}}{E - 18Х1Г1М - 0 - B20}$
Э150	НИАТ-3 $\frac{\text{Э125} - \text{НИАТ} - 3 - d - \text{ЛД}}{E - 18Г2Х1М - 0 - B20}$
Э09М	УОНИИ-13/45М $\frac{\text{Э} - 09М - \text{УОНИ} - 13/45 - d - \text{ТД}}{E - 02 - B20}$
Э09МХ	УОНИИ-13/45МХ $\frac{\text{Э} - 09МХ - \text{УОНИ} - 13/45МХ - d - \text{ТД}}{E - 05 - B20}$ ЦУ-2МХ $\frac{\text{Э} - 09МХ - \text{ЦУ} - 2МХ - d - \text{ТД}}{E - 04 - B20}$ ЦЛ-14 $\frac{\text{Э} - 09МХ - \text{ЦЛ} - 14 - d - \text{ТД}}{E - 04 - A24}$
Э09Х1М	ЦУ-2ХМ $\frac{\text{Э} - 09Х1М - \text{ЦУ} - 2ХМ - d - \text{ТД}}{E - 04 - B20}$

	ЦЛ-38 $\frac{\text{Э}-09\text{X}1\text{M}-\text{ЦЛ}-38-d-\text{ТД}}{E-05-B20}$
	48H-3 $\frac{\text{Э}-09\text{X}1\text{M}-48\text{H}-3-d-\text{ТД}}{E-15-B20}$
Э05X2M	48H-10 $\frac{\text{Э}-05\text{X}2\text{M}-48\text{H}-10-d-\text{ТД}}{E-06-B20}$
Э09X2M1	ЦЛ-55
Э09X1MФ	ЦЛ-20 $\frac{\text{Э}-09\text{X}1\text{MФ}-\text{ЦЛ}-20-d-\text{ТД}}{E-26-B20}$
	48H-6 $\frac{\text{Э}-09\text{X}1\text{MФ}-48\text{H}-6-d-\text{ТД}}{E-17-B20}$
Э10X1M1HФБ	ЦЛ-36 $\frac{\text{Э}-10\text{X}1\text{M}1\text{HФБ}-\text{ЦЛ}-36-d-\text{ТД}}{E-07-B20}$
Э10X3M1БФ	ЦЛ-26M $\frac{\text{Э}-10\text{X}3\text{M}1\text{БФ}-\text{ЦЛ}-26\text{M}-d-\text{ТД}}{E-08-B20}$
Э10X5MФ	ЦЛ-17 $\frac{\text{Э}-10\text{X}5\text{MФ}-\text{ЦЛ}-17-d-\text{ТД}}{E-B20}$

11-jadval

**Yuqori legirlangan po‘latlarni metall elektrodlar bilan yoyli
payvandlanganda chok metallining mexanik xossalari**

Elektrod turi	Uzilishga vaqtinchalik qarshiligi, MPa	Nisbiy uzayishi δ , MPa	Zarbiy qo‘vushqoqlik, J/sm^2
Э-12X13	590	16	49
Э-06X13H	640	14	49
Э-10X17T	640	-	-
Э-12X11HMФ	690	15	49
Э-12X11HBMФ	740	14	49
Э-14X11HBMФ	740	12	39
Э-10X16H4Б	980	8	39
Э-08X24H6ТАФМ	690	15	49
Э-04X20H9	540	30	98
Э-07X20H9	540	30	98
Э-02X21H10Г2	540	30	98
Э-06X22H9	640	20	-
Э-08X16H8M2	540	30	98
Э-08X17H8M2	540	30	98
Э-06X19H11Г2M2	490	25	88
Э-02X20H14Г2M2	540	25	98
Э-02X19H9Б	540	30	118
Э-08X19H10Г2Б	540	24	78
Э-08X20H9Г2Б	540	22	78
Э-10X17H13C4	590	15	39
Э-08X19H10Г2MБ	590	24	69
Э-09X19H10Г2M2Б	590	22	69

11-jadvalning davomi

Э-08Х19Н9Ф2С2	590	25	78
Э-08Х19Н9Ф2Г2СМ	590	22	78
Э-09Х16Н8Г3М3Ф	640	28	59
Э-09Х19Н11Г3М2Ф	570	22	49
Э-07Х19Н11М3Г2Ф	540	25	78
Э-08Х24Н12Г3СТ	540	25	88
Э-10Х25Н13Г2	540	25	88
Э-12Х24Н14С2	590	24	59
Э-10Х25Н13Г2Б	590	25	69
Э-10Х28Н12Г2	640	15	49
Э-03Х15Н9АГ4	590	30	118
Э-10Х20Н9Г6С	540	25	88
Э-28Х24Н16Г6	590	25	98
Э-02Х19Н15Г4АМ3В2	640	30	118
Э-02Х19Н18Г5АМ3	590	30	118
Э-11Х15Н25М6АГ2	590	30	98
Э-09Х15Н25М6Г2Ф	640	30	98
Э-27Х15Н35В3Г2Б2Т	640	20	49
Э-04Х16Н35Г6М7Б	590	25	78
Э-06Х25Н40М7Г2	590	30	118
Э-08Н60Г7М7Т	440	20	98
Э-08Х25Н60М10Г2	640	24	118
Э-02Х20Н60М16В3	690	15	69
Э-04Х10Н60М24	590	15	-
Э-08Х14Н65М15В4Г2	540	20	98
Э-10Х20Н70Г2М2В	-	-	-
Э-10Х20Н70Г2М2Б2В	640	25	-

12-jadval

Yuqori legirlangan po'latlarni payvandlash uchun elektrodlar
rusumi

Elektrodlar turi	Elektrodlar rusumi
Э-12Х13	УОНИ/10Х13
Э-06Х13Н	ЦЛ-41
Э-10Х17Т	УОНИИ/10Х17
Э-12Х11НМФ	КТИ-9
Э-12Х11НВМФ	КТИ-10
Э-14Х11НВМФ	ЦЛ-32
Э-10Х16Н4Б	УОНИ-13/ЭП-65
Э-08Х24Н6ТАФМ	08Х25Н5ТМФ/48
Э-04Х20Н9	ОЗЛ-14
Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8, ОЗЛ-14-1
Э-02Х21Н10Г2	ОЗЛ-22
Э-06Х22Н9	ЦЛ-33

Э-08Х16Н8М2	ЦТ-26
Э-08Х17Н8М2	ЦТ-26-1
Э-06Х19Н11Г2М2	ЦЛ-4, НИАТ-1, ЭНТУ-3М
Э-02Х20Н14Г2М2	ОЗЛ-20
Э-02Х19Н9Б	АНВ-13
Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15, ЗНО-3
Э-08Х20Н9Г2Б	ЦЛ-11, ЦТ-15-1, ОЗЛ-7
Э-10Х17Н13С4	ОЗЛ-3, ОЗЛ-29
Э-08Х19Н10Г2МБ	ЭА-898/21Б
Э-09Х19Н10Г2М2Б	ЭА-400/13, ЭА-902/14, СЛ-28
Э-08Х19Н9Ф2С2	ЭА-606/11, ГЛ-2
Э-08Х19Н9Ф2Г2СМ	ЭА-606/10
Э-09Х16Н8Г3М3Ф	ЦТ-1
Э-09Х19Н11Г3М2Ф	КТИ-5
Э-07Х19Н11М3Г2Ф	ЭА-400/10Т, ЦТ-7
Э-08Х24Н12Г3СТ	М22
Э-10Х25Н13Г2	ЗНО-8, ЦЛ-25
Э-12Х24Н14С2	ОЗЛ-5, ЦТ-17
Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9
Э-03Х15Н9АГ4	АНВ-24
Э-10Х20Н9Г6С	ЭА-478/3, СЛ-16
Э-28Х24Н16Г6	ОЗЛ-9, ОЗЛ-9А
Э-02Х19Н15Г4АМ3В2	АНВ-20
Э-02Х19Н18Г5АМ3	АНВ-17
Э-11Х15Н25М6АГ2	ЭА-395/9, ЦТ-10, НИАТ-5
Э-09Х15Н25М6Г2Ф	ЭА-981/15
Э-27Х15Н35В3Г2Б2Т	КТИ-7
Э-04Х16Н35Г6М7Б	ЭА-855/51
Э-06Х25Н40М7Г2	АНЖР-2
Э-08Н60Г7М7Т	ЦТ-36
Э-08Х25Н60М10Г2	АНЖР-1
Э-02Х20Н60М16В3	ОЗЛ-21
Э-04Х10Н60М24	ИМЕТ-10
Э-08Х14Н65М15В4Г2	ЦТ-28
Э-10Х20Н70Г2М2В	ОЗЛ-25
Э-10Х20Н70Г2М2В2В	ОЗЛ-25Б

13-jadval

Cho'yanni payvandlash va eritib qoplash uchun elektrodlar tavsifi

Elektrod rusumi	O'zak materiali	Tok va qutblilik	Payvandlash ho-lati	Eritilgan qoplash koeffitsiyenti, g/(A soat)
OMЧ-1	ПЧ3 rusumli chivqlar	O'zgarmas, teskari qutb	Pastki	15,2
MНЧ-1	HMДЖMи28-2,5-1,5 MHMи40-1,5		Pastki, vertikal va yarimshift	-
MНЧ-2	HMДЖMи28-2,5-1,5		Pastki, vertikal va yarimshift	11-12

O34-1	Mis sim (ГОСТ 2112-79)		Pastki, vertikal va yarimshift	-
O34-2	Mis sim (ГОСТ 2112-79)		Pastki va vertikal	13-14
AH4-1	M2 yoki M3 mis qobig'idagi CB-04X19H9		Pastki va vertikal	13-14
ЦЧ-4	CB-08 va CB-08A		Pastki	-
ЦЧ-3A	CB-08H50		Pastki	-

14-jadval

Rangli metallar uchun elektrodlar tavsifi

Elektrod rusumi	O 'zak materiali	Tok va qutblilik	Payvadlash holati	Eritib qoplash koeffitsiyenti, g/(A soat)
Alyuminiy va uning qotishmalari				
O3A-1	CB-A97	O 'zgarmas, teskari qutb	Pastki	6,32
AΦ-4aKp	CB-A97			7,5-7,8
A-2	CB-AMu, CB-AK5			7,5-7,8
O3A-2	CB-AK5			6,25-6,5
Mis va uning qotishmalari				
K-100	(ГОСТ 2112-79) Mis sim	O 'zgarmas, teskari qutb	Pastki	14
MH-5	MHЖ5-1 sim			12
AHMu/JIK3-AБ	MHЖKT5-1-0,2-0,2 sim			16,5
Nikel qotishmalari				
M3OK	HMЖMu28-2,5-1,5	O 'zgarmas, teskari qutb	Pastki	13
XH-1	HMu5			14

15-jadval

Komponentlarning fizik tavsiflari

Nomi	Zichlik, g/sm ³	To'ki-luvchanlik mas-sasi, g/sm ³	Yoyi-luvchanlik	Sochi-luvchanlik	Gigroskopiklik	Moss bo'yicha qattqlik	Tabiiy qiyalik burchagi, grad	Yig'ishga moyillik xususiyati
Aluminiy kukuni	2,7	1,2	+	C	-	-	24	+
Asbest	2,2	0,45	+	Π	-	2-3	36	+
Bentonit	2,0	1,1	+	Π	-	1,5-2,5	40	+
Gematit	5,1	3,0	+	Π	-	5,5-6,5	30	+
Glinozem	3,9	1,1	+	Π	-	-	-	+
Grafit	2,2	1,3	+	Π	-	1-2	32	+
Titan oksidi	3,5	2,9	-	C	-	6,0-6,5	-	-
dolomit	2,9	1,7	+	Π	-	3,5-4,0	-	+
Temir kukuni	7,8	1,9-2,0	+	X	-	4-6	29	+
Ilmenit konsentratlari	4,7	2,4	-	X	-	5-6	25	-

Ohaktosh	2,9	1,9	+	П	+	3	30-45	+
Kaolin	2,7	1,7	+	П	-	1-2	25	+
Kvarts qumi	2,7	1,25	-	X	-	7	32	-
Kriolit	2,3- 2,5	1,8	+	П	-	2,5	46	+
Karboksimetil-sellyuloza	0,9	0,6	+	П	+	1	48	+
Magnezit	3,0	1,25	+	C	+	4,0-4,5	34	+
Marganets rudasi	4,9	1,6-2,5	+	П	-	2,0-2,5	32	+
Metall marganets	7,4	1,7-2,5	-	C	-	6,0-6,5	30	-
Mel	2,6	1,2-2,5	+	П	-	1	-	+
Metall molibden	4,8	3,5	-	X	-	-	-	-
Marmar	2,7	1,5	+	П	-	3,5-4,0	43	+
Elektrolitik nikel		3,2	-	X	-	5,0-5,5	-	-
Plavik-shpatli konsentrat	3,1	1,6	+	П	-	4	48	+
Dala shpati	2,6	1,4	+	C	-	5,5-6,5	30	+
Potash	2,4	1,1	+	П	+	-	-	-
Rutil konsentrat	4,2	3,0	-	X	-	6,5	21	-
Kaliyli selitra		1,1	+	П	-	-	-	+
Natriy silikati	1,9	1,3	+	П	-	-	33	+
Kaliy silikati	1,9	1,2	+	П	+	-	33	+
Kaliy-natriyli silikat		1,2	+	C	-	-	42	+
Shaffof mineral (slyuda)	2,8	0,7	-	C	-	2,0-2,5	29	-
Kalsiylangan soda	1,5	0,8	+	П	+	-	31	+
Talk	2,7	0,9	+	П	-	1	36	+
Ferovanadiy		3,9				-	-	-
Ferromarganets		3,8	-	X		3,5-4,2	29	-
Ferromolibden		4,2				-	-	-
Ferrotitan	6,9	2,8-5,7	-	C		-	27	-
Ferrosilitsiy	5,0	2,8	-	C		2,5-3,0	35	+
Ferriobi		4,0				-	-	-
Ferroxrom		4,0				-	-	-
Metall xrom	7,1	3,4	-	C		-	46	+
Elektrod sellyulozasi		0,35	+	П		-	46	+

izoh: sochiluvchanlik bo'limida: c – o'rt, n – yomon, x – yaxshi.

Ftorlangan marmarning kimyoviy tarkibi

Rusumlar	Massa ulushi, %					
	Asosiy komponentlar		Qoldiq birikmalar (texnologik), dan ko'p emas			
	Karbonat angidridli kalsiy	Ftorli kalsiy	Karbonat angidridli natriy	Ftorli natriy	Karbonat angidridli kalsiy	Ftorli kalsiy
MΦ50H	45..55	45..55	1,5	0,10	-	-
MΦ40H	55..65	35..45	1,5	0,10	-	-
MΦ30H	65..75	25..35	1,0	0,05	-	-
MΦ20H	75..85	15..25	1,0	0,05	-	-
MΦ50K	45..55	45..55	-	-	1,5	0,10
MΦ40K	55..65	35..45	-	-	1,5	0,10
MΦ30K	65..75	25..35	-	-	1,0	0,05
MΦ20K	75..85	15..25	-	-	1,0	0,05

Maydalangan magnezitning kimyoviy tarkibi

Ko'rsatkichlar nomi	Rusum uchun me'yor	
	CM-1	CM-2
Miqdori, %		
- MgO, dan kam emas	46,0	45,0
- CaO, dan ko'p emas	0,8	1,2
- SiO ₂ , dan ko'p emas	1,2	1,5

Plavik-shpat konsratrining kimyoviy tarkibi

Rusumlar	Ftorli kalsiy miqdori, % dan kam emas	Qo'shimchalar miqdori, % dan ko'p emas			
		kremniy ikki oksidi	karbonat an- gidridli kalsiy	oltingugurt	Fosfor
ΦΦC-97A	97	2,0	1,0	0,05	0,015
ΦΦC-97B					0,030
ΦKC-95A	95	2,5	2,0	0,07	0,015
ΦKC-95B					0,020

Dala shpatining fizik-kimyo ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich nomi	Rusum uchun me'yor	
	ПШК	ПШМ
1. Miqdori, % dan ko'p emas		
- kremniy ikki oksidi	70	70
- temir oksidi	1	1
- kalsiy va magniy oksidlarining yig'indisi	1,5	1,5
- oltingugurt angidridi	0,1	0,1
- fosfor angidridi	0,1	0,1
- namlik	-	1
- ishqor metallar oksidi yig'indisi (K ₂ O+Na ₂ O), %	≥12	≥12
2. ishqor metallar oksidlarini nisbati (K ₂ O:Na ₂ O), %	≥3	≥3

Keramik buyumlar uchun boyitilgan kaolinni fizik-kimyo ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich nomi	Rusumlar uchun me'yor		
	KΦ-1	KΦ-2	KΦ-3
Alyuminiy oksidi massa ulushi, % dan kam emas	36	36	36
Temir oksidi massa ulushi, % dan ko'p emas	0,6	0,8	0,8
Titan ikki oksidi massa ulushi, % dan ko'p emas	0,4	0,5	0,8
Temir oksidi va titan ikki oksidini yig'indisini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,8	1,0	1,4
Oltinugurt uch oksidi massa ulushi, %	0,3	0,3	0,3
Namlikni massa ulushi, %	22	22	22

Bentonitni kimyo-mineralogik ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich nomi	Me'yor
CaCO_3 ga o'tkazilgandagi karbonatlarni massa ulushi, % dan ko'p emas	10
Sulfidli oltinugurtning massa ulushi, % dan ko'p emas	0,3
Fe_2O_3 ga o'tkazilgandagi temirni massa ulushi, % dan ko'p emas	12,0
Kolloidlik, % dan kam emas	10,0
Namlikni massa ulushi, %	6,0, 10,0

Alyumosilikat kompozitini asosiy fizik-kimyo parametrlari

Parametr nomi	Me'yor
Alyuminiy oksidi massa ulushi, % dan kam emas	24,0
Oltinugurt oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,05
Fosfor oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,10
Temir oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	2,6
Namlikni massa ulushi, % dan ko'p emas	1,0
To'kiluvchanlik massasi, kg/m^3 , dan ko'p emas	650,0

Maydalangan talkni asosiy fizik-kimyo parametrlari

Ko'rsatkichlar nomi	Rusumlar uchun me'yor		
	TMK-28	TMK-27	TMK-24
Magniy oksidi massa ulushi, % dan kam emas	28	27	24
Fe_2O_3 ga o'tkazilgandagi temirni massa ulushi, % dan ko'p emas	5	6	8
Kalsiy oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,5	0,6	-
Qizdirilganda massani yo'qotilishi, % dan ko'p emas	6	7	8
Namlikni massa ulushi, % dan ko'p emas	1	1	1

Xrizolit asbest rusumlari

Guruh	Rusum
0	AK; ДВ-0-80; ДВ-0-55
1	ПРЖ-1-75; ПРЖ-1-50
2	ПРЖ-2-30; ПРЖ-2-15; П-2-30; П-2-15
3	П-3-75; П-3-70; П-3-60; П-3-50; М-3-70; М-3-60; М-3-50
4	П-4-5; П-4-20; П-4-40; М-4-40; М-4-30; М-4-20; М-4-5
5	П-5-65; П-5-50; М-5-65; М-5-50
6	П-6-20; П-6-30; П-6-45; М-6-40; М-6-30; М-6-20; К-6-45; К-6-30; К-6-20; К-6-25
7	7-300; 7-370; 3-450; 7-520

Sirkon konsentrating kimyoviy tarkibi

Ko'rsatkich nomi	Rusumlar uchun me'yor		
	KЦП	KЦ3-1	KЦ3-2
Sirkoniy oksidi miqdori, % dan kam emas	65	65	60
Temir oksidi miqdori, % dan ko'p emas	0,09	0,1	-
Titan ikki oksidi miqdori, % dan ko'p emas	0,3	0,4	-
Alyuminiy oksidi miqdori, % dan ko'p emas	1,8	2,0	-
Kalsiy oksidi miqdori, % dan ko'p emas	0,1	0,1	-
Magniy oksidi miqdori, % dan ko'p emas	0,1	0,1	-
Fosfor besh oksidi miqdori, % dan ko'p emas	0,15	0,15	-
Namlilik, % dan ko'p emas	0,1	0,1	-

Maydalangan changsimon kvartsning kimyoviy tarkibi

Ko'rsatkich nomi	Rusumlar uchun me'yor	
	A	B
Kremniy oksidini massa ulushi, % dan kam emas	98,0	98,0
Temir metallini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,05	0,25
Temir oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,05	0,15
Alyuminiy oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,5	1,0
Kalsiy oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	0,05	0,15
Qizdirilganda yo'qotilish, %	0,1-0,15	0,1-0,2
Namlilikni massa ulushi, % dan ko'p emas	2,0	2,0

Temir rudasining kimyoviy tarkibi

Ko'rsatkich nomi	Rusumlar uchun me'yor		
	PK-1	PK-2	PK-3
Temir massa ulushi, %			
dan ko'p emas	50	46	-
dan kam emas	-	-	46
Kremniy ikki oksidini massa ulushi, % dan ko'p emas	15	17	20
Oltinugurt massa ulushi, % dan ko'p emas	0,03	0,03	0,03
Namlilikni massa ulushi, % dan ko'p emas	6	6	6
Rudani yirikligi, mm dan ko'p emas	120	120	120

Ferromarganetsning kimyoviy tarkibi

Guruh	Qotishma asosining rusumi	Massa ulushi, %				
		marganets	uglerod	kremniy	fosfor	oltingugurt
Kam legirlangan	ΦMn90	85,0...95,0	0,5	1,8	0,05	0,02
O'rta legirlangan	ΦMn88	85,0...95,0	2,0	3,0	0,10	0,02
Yoqori legirlangan	ΦMn78	75,0...82,0	7,0	6,0	0,05	0,02

Metall va azotlangan marganetsning kimyoviy tarkibi

Rusum	Ishlab chiqarish usuli	Massa ulushi, %					Azot, dan kam emas
		marganets, dan kam emas	uglerod	kremniy	fosfor	oltingugurt	
Mn998	Elektrolitik	99,8	0,04		0,003	0,03	
Mn997		99,7	0,06	-	0,005	0,10	-
Mn965	Elektrotermik	96,5	0,10	0,8	0,05	0,05	
Mn95		95,0	0,20	1,8	0,07	0,05	
Mn92H6	Elektrolitik azotlash	92,0	0,10	-	0,005	0,10	6,0
Mn87H6	Elektrolitik azotlash	87,0	0,20	1,8	0,07	0,05	6,0
Mn89H4		89,0	0,20	1,8	0,07	0,05	4,0
Mn91H2		91,0	0,20	1,8	0,07	0,05	2,0

Ferrosilikomarganetsning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi, %				
	marganets	kremniy	uglerod	fosfor	oltingugurt
FeMnSi18LP	60,0...75,0	15,0...20,0	2,5	0,15	0,030
FeMnSi22MP	60,0...75,0	20,0...25,0	1,6	0,15	0,030
FeMnSi22LP				0,10	
FeMnSi232MP	65,0...75,0	20,0...25,0	1,0	0,15	0,030
FeMnSi23LP				0,10	
FeMnSi28LP	65,0...75,0	25,0...30,0	0,50	0,10	0,030
FeMnSi30LP	57,0...67,0	28,0...35,0	0,10	0,10	0,030
FeMnSi30ELP				0,05	

Ferrosilitsiyning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi, %								
	kremniy	uglerod	oltingugurt	fosfor	alyuminiy	marganets	xrom	titan	katsiy
		dan ko'p emas							
ФC92	≥92	-	0,02	0,03	2,5	0,2	0,2	-	0,5
ФC90	≥89	-	0,02	0,03	3,0	0,2	0,2	-	-
ФC75	74..80	-	0,02	0,05	-	0,4	0,4	-	-
ФC75л	74..80	-	0,02	0,05	1,5	0,3	0,3	-	-
ФC75э	74..80	0,1	0,02	0,04	0,1	0,3	0,2	0,05	0,1
ФC70э	68..74	0,1	0,02	0,04	0,1	0,3	0,3	0,04	0,1
ФC70	68..74	-	0,02	0,05	2,0	0,4	0,4	-	-
ФC65	63..68	-	0,02	0,05	2,0	0,4	0,4	-	-
ФC45	41..47	-	0,02	0,05	2,0	0,6	0,5	-	-
ФC25	23..27	0,8	0,02	0,06	1,0	0,9	1,0	-	-
ФC20	19..23	1,0	0,02	0,10	1,0	1,0	-	-	-
ФC20л	19..23	-	0,02	0,20	1,0	1,0	0,3	-	-

Ferrotitanning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi, %					
	titan	alyuminiy	kremniy	uglerod	fosfor	oltingugurt
		dan ko'p emas				
ФТн70C05	68..75	5	0,5	0,2	0,05	0,05
ФТн70C08	68..75	4	0,8	0,3	0,03	0,03
ФТн70C05Сн03	65..75	5	0,5	0,3	0,03	0,03
ФТн70C1	65..75	5	1	0,4	0,05	0,05
ФТн35C5	28..40	8	5	0,2	0,04	0,04
ФТн35C7	28..40	9	7	0,2	0,07	0,05
ФТн35C8	28..40	14	8	0,2	0,07	0,07
ФТн30	28..37	8	4	0,12	0,04	0,06
ФТн25	20..30	5..25	5..30	1,0	0,08	0,06

Titan kukunining kimyoviy tarkibi

Kukun rusumi	Titan, % dan kam emas	Qo'shimchalar miqdori, % dan ko'p emas						
		N	C	H	Fe+Ni	Cr	Ca	Cl
ПТС	98,98			0,35				
ПТМ	98,98			0,35				
ПТМ (А)	98,98	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,08	0,004
ПТОМ	98,98			0,4				

Ferroaliuminiyning kimyoviy tarkibi

Rusum	Kimyoviy tarkibi, % (massa bo'yicha)				
	Al	qo'shimchalar, dan ko'p emas			
		Si	C	S	P
ΦA10	8,0..11,9	4	4	0,06	0,06
ΦA15	12..16,9				
ΦA20	17..21,9				
ΦA23	22..24				

Xromni ferroxromdagi miqdori

Xromni miqdori, %	Belgisi
45,0..55,0	FeCr50...
55,0..65,0	FeCr60...
65,0..75,0	FeCr70...
75,0..85,0	FeCr80...
85,0..95,0	FeCr90...

Metall xromning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi, %							
	xrom, dan kam emas	kremniy	aliuminiy	temir	uglerod	oltingugurt	fosfor	mis
		dan ko'p emas						
X99H1	99,0	0,2	0,5	0,5	0,01	0,02	0,005	0,005
X99H4	99,0	0,2	0,2	0,5	0,03	0,02	0,02	0,01
X99H5	99,0	0,2	0,5	0,5	0,03	0,02	0,02	0,01
X99	99,0	0,2	0,5	0,5	0,03	0,02	0,02	0,02
X98,5	98,5	0,4	0,7	0,6	0,03	0,02	0,02	0,02
X97,5	97,5	0,5	1,5	1,2	0,05	0,04	0,03	0,05

Ferrosilikoxromning kimyoviy tarkibi

Rusum	Kimyoviy tarkibi, %				
	kremniy	xrom, dan kam emas	uglerod	fosfor	oltingugurt
			dan ko'p emas		
ΦCX13	10..16	55	6,0	0,04	0,03
ΦCX20	16..23	48	4,5	0,04	0,02
ΦCX26	23..30	45	3,0	0,03	0,02
ΦCX33	30..37	40	0,9	0,03	0,02
ΦCX40	37..45	35	0,2	0,03	0,02
ΦCX48	45 dan yuqori	28	0,1	0,03	0,02

Ferro-xrom-borning kimyoviy tarkibi

Qotishma rusumi	Asos	Elementlar miqdori, %						
		bor	xrom	uglerod	oltingugurt	fosfor	kremniy	alyuminiy
		dan kam emas			dan ko'p emas			
HБ-1	nikel	10,5	-	0,08	0,006	0,01	1,5	7,0
HБ-2	nikel	17,0	-	0,17	0,015	0,03	1,5	7,0
HБ-3	nikel	10,0	-	0,20	0,020	0,03	1,5	9,0
ФХБ-1	Cr-Fe	19,0	43	0,8	0,01	-	3,0	5,0
ФХБ-2	Cr-Fe	17,0	35	0,6	0,02	-	3,0	6,0

Ferronikelning kimyoviy tarkibi

Qotishma rusumi	Ni+Co, dan kam emas	Co	Si	C	Cr	Cu	S	P
		dan ko'p emas						
ФН-1	25	0,25	0,1	0,1	0,1	0,25	0,15	0,02
ФН-2	20	0,30	0,1	0,1	0,1	0,30	0,20	0,02
ФН-3	15	0,35	0,1	0,1	0,1	0,30	0,20	0,02
ФН-4	6	0,50	0,1	0,1	0,1	0,09	0,04	0,05
ФН-5y	6	0,40	0,1	0,1	0,2	0,01	0,10	0,15
ФН-5	6	0,45	0,1	0,1	0,2	0,09	0,04	0,03
ФН-7	3,8...5,3	0,1...0,4	3,5...6	0,5	2...3	5...6,5	0,15	0,15

Ferromolibdenning kimyoviy tarkibi

rusum	Massa ulushi, %					
	molibden	kremniy	uglerod	oltingugurt	fosfor	mis
		dan ko'p emas				
FeMo60	55,0...65,0	1,0	0,10	0,10	0,05	0,50
FeMoCu1	55,0...65,0	1,5	0,10	0,10	0,05	1,00
FeMoCu1,5	55,0...65,0	2,0	0,50	0,15	0,05	1,50
FeMo70	65,0...75,0	1,5	0,10	0,10	0,05	0,50
FeMo70Cu1	65,0...75,0	2,0	0,10	0,10	0,05	1,00
FeMo70Cu1,5	65,0...75,0	2,5	0,10	0,20	0,10	1,50

Molibden kukunining kimyoviy tarkibi

Komponent massa ulushi, %	Me'yor
Molibden, dan kam emas	99,500
Temir, dan ko'p emas	0,014
Alyuminiy, dan ko'p emas	0,005
Nikel, dan ko'p emas	0,005
Kremniy, dan ko'p emas	0,005
Magniy, dan ko'p emas	0,003
Natriy, dan ko'p emas	0,015
Kaliy, dan ko'p emas	0,05
Kalsiy, dan ko'p emas	0,007
Volfram, dan ko'p emas	0,4
Kislorod va nam, dan ko'p emas	0,3

Ferrovanadiyning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi, %				
	vanadiy	marganets	kremniy	uglerod	mis
ФВд75У0,1	70...80	0,4	0,8	0,10	0,1
ФВд75У0,15	70...80	0,6	1,0	0,15	0,1
ФВд50У0,4	48...60	2,7	1,8	0,40	0,2
ФВд50У0,5	48...60	4,0	2,0	0,50	0,2
ФВд50У0,6	48...60	5,0	2,0	0,60	0,2
ФВд50У0,3	50 dan kam emas	0,2	2,0	0,30	0,2
ФВд50У0,75	50 dan kam emas	0,2	2,0	0,75	0,2
ФВд40У0,5	35...48	2,0	2,0	0,50	0,4
ФВд40У0,75	35...48	4,0	2,0	0,75	0,4
ФВд40У0,75	35...48	6,0	2,0	1,00	0,4

Ferroniobiyning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi, %							
	Nb+Ta	Ta	Si	Al	Ti	C	S	P
ФН660	55...65	1,0	1,5	3,0	1,0	0,1	0,03	0,10
ФН658	50...65	1,0	2,0	6,0	1,0	0,2	0,03	0,15
ФН658(Ф)	50...65	-	2,0	6,0	2,0	0,3	0,05	0,40
ФН655С	50...65	-	15	4,0	8,0	0,2	0,03	0,30
ФН650С	40...65	-	20	6,0	-	0,5	0,05	0,50

Ferrovolftramning kimyoviy tarkibi

Rusum	Massa ulushi						
	W, dan kam emas	Mo	Mn	Si	C	P	S
ФВ80(а)	80	6,0	0,2	0,8	0,10	0,03	0,02
ФВ75(а)	75	7,0	0,2	1,1	0,15	0,04	0,04
ФВ70(а)	70	7,0	0,3	2,0	0,2	0,06	0,06
ФВ72	72	1,0	0,4	0,5	0,3	0,04	0,08
ФВ70	70	2,0	0,5	0,8	0,5	0,06	0,10
ФВ65	65	6,0	0,6	1,2	0,7	0,10	0,15

Metall volframning kimyoviy tarkibi

Komponent massa ulushi, %	Rusumdagi me'yor		
	ПВ-3К	ПВ-0	ПВ-1
Вольфрам, dan kam emas	98,764	99,643	99,627
Темір, dan ko'p emas	0,018	0,020	0,020
Алюминий, dan ko'p emas	0,003	0,010	0,010
Фосфор, dan ko'p emas	0,005	0,005	0,005
Олtingugurt, dan ko'p emas	0,004	0,004	0,010
Никел, dan ko'p emas	0,008	0,008	0,008

Kremniy, dan ko'p emas	0,003	0,005	0,010
Kalsiy, dan ko'p emas	0,005	0,005	0,010
Molibden, dan ko'p emas	0,190	0,300	0,300
Kislorod va namlikni, dan ko'p emas	0,180	0,250	0,250

46-jadval

Alyumin-magniy kukunining kimyoviy tarkibi

Rusum	Miqdori, %				
	Al	Mg	qo'shimchalar, dan ko'p emas		
			Fe	Ce	aralashmaydigan qoldiq
ПАМ-1	48...52	Qolgani	0,4	0,02	0,2
ПАМ-2					
ПАМ-3			0,5		
ПАМ-4					

47-jadval

Mis kukunining kimyoviy tarkibi

Kukun rusumi	Kimyoviy tarkibi, %				
	mis, dan kam emas	qo'shimchalar, dan ko'p emas			
		temir	qo'rg'oshin	mishyak	surma
ПМС-В	99,5	0,018	0,05	0,03	0,005
ПМС-1	99,5	0,018	0,05	0,03	0,005
ПМС-А	99,5	0,018	0,05	0,03	0,005
ПМА	99,5	0,018	0,05	0,03	0,005
ПМ	99,5	0,018	0,05	0,03	0,005
ПМС-К	99,5	0,06	0,05	0,03	0,005
ПМС-Н	99,5	0,06	0,05	0,03	0,005

48-jadval

Ferroboring kimyoviy tarkibi

Rusum	Kimyoviy tarkibi, %						
	bor dan kam emas	kremniy	alyuminiy	uglerod	oltingugurt	fosfor	mis
ФБ-0	20	≤2	≤3	0,05	0,01	0,015	0,05
ФБ-1	17	≤3	≤5	0,20	0,02	0,03	0,10
ФБ-2	8	7...15	7...15	-	-	-	-
ФБ-3	6	≤12	≤12	-	-	-	-

49-jadval

Temir kukunining kimyoviy tarkibi

Rusum	Fe	Massa ulushi, %, dan ko'p emas						
		C	Si	Mn	S	P	vodorod yordamida qizdirishda massa yo'qotilishi	xlorid kislotada erimaydigan qoldiq
ПЖВ1	asos	0,02	0,08	0,10	0,015	0,015	0,15	0,20
ПЖВ2		0,02	0,10	0,35	0,02	0,02	0,25	0,30

ПЖВ3	0,05	0,15	0,40	0,02	0,02	0,50	0,40
ПЖВ4	0,12	0,15	0,45	0,03	0,03	1,1	0,50
ПЖВ5	0,25	0,25	0,45	0,05	0,05	2,0	-
ПЖР2	0,02	0,05	0,15	0,02	0,02	0,20	0,25
ПЖР3	0,05	0,08	0,20	0,02	0,02	0,50	0,30
ПЖР5	0,10	0,10	0,30	0,03	0,03	1,6	-

50-jadval

Elektrod qoplamasi yuzasidagi nuqsonlarning me'yorlari

Nuqson turi va nazorat qilindigan ko'rsatkichlar	Turli sifat guruhlari uchun chegaraviy ruxsat etiladigan me'yorlar	
	birinchi	ikkinchi
G'ovaklar: 100 mm uzunlikdagi miqdor o'lchamlar: diametr chuqurlik	3 2 mm qoplama qalinligini 0,5 qismi	2 2 mm qoplama qalinligini 0,5 qismi
Bo'yлама va to'rsimon yoriqlar: miqdor uzunlik	2 15 mm	2 10 mm
Mahalliy ezilishlar: miqdor nuqson uzunligi yig'indisi chuqurlik	4 25 qoplama qalinligini 0,5 qismi	4 25 qoplama qalinligini 0,5 qismi
Mahalliy timalish: miqdor uzunlik	3 qoplama qalinligini 0,5 qismi	2 qoplama qalinligini 0,5 qismi
Sterjenni toza qismi: kontakt qismi	Asos qoplamali elektrodlar uchun elektrod diametrini 0,5 qismi, lekin 3mm dan ko'p emas. Boshqa turdagi qoplamali elektrodlar uchun elektrod diametrini 0,75 qismi, lekin 4 mm dan ko'p emas.	Ruxsat etilmaydi

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1-BOB. UGLERODLI VA LEGIRLANGAN PO‘LATLARNI YOY YORDAMIDA HAMDA GAZ ALANGASIDA DASTAKI USULDA PAYVANDLASH	
1.1. Po‘latlar haqida qisqacha ma’lumot.....	6
1.2. Po‘latlarning payvandlanuvchanligi haqida tushuncha.....	7
1.3. Uglerodli konstruksion po‘latlarni payvandlash.....	10
1.4. Kam legirlangan po‘latlarni payvandlash.....	11
1.5. O‘rtacha legirlangan po‘latlarni payvandlash.....	13
1.6. Legirlangan issiqqa chidamli po‘latlarni yoy yordamida va gaz alangasida payvandlash.....	15
1.7. Termik mustahkamlangan po‘latlarni payvandlash.....	17
1.8. Ko‘p legirlangan po‘latlar va qotishmalarni payvandlash.....	19
2-BOB. PAYVANDLASH VA ERITIB QOPLASH UCHUN SIMLAR, CHIVIQLAR, TASMALAR HAMDA KUKUNLAR	
2.1. Po‘latdan tayyorlangan payvandlash simlari.....	25
2.2. Alyuminiy va alyuminiy qotishmalaridan tayyorlangan payvandlash simi.....	28
2.3. Misdan va mis asosidagi qotishmalardan tayyorlangan payvandlash simlari va chiviqlari.....	30
2.4. Po‘latdan tayyorlangan eritib qoplash simi.....	32
2.5. Po‘latni sovuqlayin cho‘zib tortib tayyorlangan eritib qoplash tasmalari.....	35
2.6. Eritib qoplash chiviqlari.....	35
2.7. Qotishmalardan olingan eritib qoplash kukunlari.....	37

2.8. Elektrshlak usulida payvandlash uchun qo'shimcha materiallar.....	39
2.9. Volframdan tayyorlangan erimaydigan payvandlash elektrodleri.....	41
3-BOB. PAYVANDLASH VA ERITIB QOPLASH UCHUN KUKUNLI SIMLAR HAMDA TASMALAR	
3.1. Payvandlash va eritib qoplash uchun kukunli simlar.....	44
3.1.1. Tasnifi, navlari va texnik talablar.....	46
3.1.2. Payvandlash uchun kukunli sim.....	47
3.1.3. Eritib qoplash uchun kukunli sim.....	50
3.1.4. Kukunli payvandlash simlari sanoat markalarining tavsifi....	51
3.2. Cho'yanni payvandlash uchun kukunli simlar.....	58
3.3. Kukunli tasmalar.....	59
4-BOB. YOY YORDAMIDA QO'LDA PAYVANDLASH VA ERITIB QOPLASH UCHUN QOPLAMALI ELEKTRODLAR	
4.1. Tasnifi.....	62
4.1.1. Texnik talablar.....	64
4.1.2. Elektrod qoplamalarining turlari.....	65
4.2. Konstruksiya va issiqqa chidamli po'latlarni payvandlash uchun qoplamali elektrod turlari.....	69
4.3. Alohida xossalari yuqori darajada legirlangan po'latlarni payvandlash uchun qoplamali elektrod turlari.....	71
4.4. Alohida xossalari sirtqi qatlamlarni eritib qoplash uchun qoplamali elektrod turlari.....	73
4.5. Cho'yan va rangli metallarni payvandlash uchun qoplamali elektrodlar.....	76

4.6. Elektrod qoplamalarini komponentlari haqida asosiy ma'lumotlar.....	76
4.7. Elektrodlarni ishlab chiqarish texnologik jarayonining asosiy bosqichlari.....	79
4.7.1. Payvand simini qayta ishlash.....	80
4.7.2. Elektrod qoplamalari materiallarini qayta ishlash.....	82
4.7.3. Silikat palaxsasini (katta bo'lagini) yaxshilab pishirish va suyuq shisha eritmalarini tayyorlash.....	87
4.7.4. Quruq shixtani tayyorlash.....	90
4.7.5. Qoplama massasini tayyorlash.....	90
4.7.6. Sterjenlarga qoplama qoplash.....	91
4.7.7. Elektrodlarga termoshlov berish.....	92
5-BOB. ERISH ZONASIDA SUYUQ METALLNING ELEKTROD QOPLAMASI BILAN O'ZARO TA'SIRLASHUVI	
5.1. Elektrod qoplamalarining tasnifi. Elektrod qoplamalarining vazifalari.....	96
5.2. Oksidlovchi qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar.....	106
5.3. Asos qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar.....	114
5.4. Rutil qoplamali elektrodlar bilan payvandlashdagi metallurgik jarayonlar.....	120
6-BOB. GAZ ALANGASI BILAN ISHLOV BERISHDA ISHLATILADIGAN PAYVANDLASH MATERIALLARI	
6.1. Kislorod.....	125
6.2. Kalsiy karbidi.....	127

6.3. Atsetilen.....	129
6.4. Siqiladigan gazlar.....	133
6.5. Suyultirilgan gazlar.....	136
6.6. Inert himoya gazlari.....	137
6.6.1. Kimyoviy aktiv himoya gazlari.....	139
6.6.2. Gazlar aralashmalari.....	141

7-BOB. MATERIALLARNI ELEKTR TOKI BILAN AVTOMATIK VA YARIMAVTOMATIK PAYVANDLASH UCHUN FLYUSLAR

7.1. Flyuslarning tasnifi va vazifalari.....	143
7.2. Erigan flyus va suyuq metall o'rtasidagi o'zaro kimyoviy ta'sirlashuv hamda payvandlash vannasining legirlanishi.....	146
7.3. Eritib olingan flyuslar.....	148
7.4. Keramik flyuslar.....	150
7.5. Flyuslar ishlab chiqarish.....	155
7.6. Alyuminiy qotishmalarini payvandlash uchun aktivlovchi flyuslar.....	160
7.7. Titan qotishmalari uchun flyuslar.....	165
7.8. Kavsharlashda ishlatiladigan flyuslar.....	170
7.8.1. Yuqori haroratda kavsharlash uchun flyuslar.....	171
7.8.2. Past haroratda kavsharlash uchun flyuslar.....	174
7.9. Payvandlash flyuslarini tayyorlashning texnologik jarayonlari.....	176
7.9.1. Eritilgan flyuslarni tayyorlashning texnologik jarayoni.....	176
7.9.2. Keramik flyuslarni tayyorlashning texnologik jarayoni.....	184
7.9.3. Flyus-pastani tayyorlash texnologiyasi.....	185

8-BOB. KAVSHARLAR

8.1. Umumiy qoidalar va qisqacha tasnifi.....	186
8.2. Mis kavsharlar.....	187
8.3. Kumush va palladiy kavsharlar.....	194
8.4. Nikel kavsharlar.....	196
8.5. Qalay-qo'rg'oshinli kavsharlar.....	197
Glossariy.....	203
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	206
Ilovalar.....	207

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Ручная дуговая и газопламенная сварка	
углеродистых и легированных сталей	
1.1. Сведения о сталях.....	6
1.2. Понятия о свариваемости сталей.....	7
1.3. Сварка углеродистых конструкционных сталей.....	10
1.4. Сварка низколегированных сталей.....	11
1.5. Сварка среднелегированных сталей.....	13
1.6. Ручная дуговая и газопламенная сварка легированных теплостойких сталей.....	15
1.7. Сварка термоупрочняемых сталей.....	17
1.8. Сварка высоколегированных сталей и сплавов.....	19
Глава 2. Проволоки, прутки, ленты и порошки для сварки	
и наплавки	
2.1. Стальная сварочная проволока.....	25
2.2. Сварочная проволока для алюминиевых сплавов.....	28
2.3. Сварочная проволока и прутки из меди и сплавов на медной основе.....	30
2.4. Наплавочная стальная проволока.....	32
2.5. Стальные холоднотянутые наплавочные ленты.....	35
2.6. Прутки для наплавки.....	35
2.7. Порошки из сплавов для наплавки.....	37
2.8. Присадочные материалы для электрошлаковой сварки.....	39
2.9. Неплавящиеся вольфрамовые сварочные электроды.....	41
Глава 3. Порошковые проволоки и ленты для сварки	

и наплавки

3.1. Порошковая проволока для сварки и наплавки.....	44
3.1.1. Классификация сортамент и технические требования.....	46
3.1.2. Порошковая проволока для сварки.....	47
3.1.3. Порошковая проволока для наплавки.....	50
3.1.4. Характеристика промышленных марок сварочных порошковых проволок.....	51
3.2. Порошковые проволоки для сварки чугуна.....	58
3.3. Порошковые ленты.....	59

Глава 4. Покрытые электроды для ручной дуговой сварки

и наплавки

4.1.1. Классификация.....	62
4.1.1. Технические требования.....	64
4.1.2. Виды электродных покрытий.....	65
4.2. Типы покрытых электродов для сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей.....	69
4.3. Типы покрытых электродов для сварки высоколегирован- ных сталей с особыми свойствами.....	71
4.4. Типы покрытых электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.....	73
4.5. Покрытые электроды для сварки чугуна и цветных металлов.....	76
4.6. Основные сведения о компонентах электродных покрытий.....	76
4.7. Основные этапы технологического процесса производства электродов.....	79

4.7.1. Изготовление сварочной проволоки.....	80
4.7.2. Переработка материалов электродных покрытий.....	82
4.7.3 Разварка силикатной глыбы и приготовление растворов жидких стёкол.....	87
4.7.4. Приготовление сухой шихты.....	90
4.7.5. Приготовление обмазочной массы.....	90
4.7.6. Нанесение покрытия на стержни.....	91
4.7.7. Термообработка электродов.....	92
Глава 5. Взаимодействие жидкого металла в зоне плавления с электродными покрытиями	
5.1. Классификация электродных покрытий. Функции электрод- ных покрытий.....	96
5.2. Metallургические процессы при сварке электродами с окислительными покрытиями.....	106
5.3. Metallургические процессы при сварке электродами с по- крытиями основного вида.....	114
5.4. Metallургические процессы при сварке электродами с по- крытиями рутилового вида.....	120
Глава 6. Сварочные материалы применяемые при дуговой и газопламенной обработке	
6.1. Кислород.....	125
6.2. Карбид кальция.....	127
6.3. Ацетилен.....	129
6.4. Сжимаемые газы.....	133
6.5. Сжиженные газы.....	136
6.6. Инертные защитные газы.....	137

6.6.1. Химически активные защитные газы.....	139
6.6.2. Смеси газов.....	141
Глава 7. Флюсы для автоматической и полуавтоматической электрической сварки материалов	
7.1. Классификация и назначение флюсов.....	143
7.2. Химическое взаимодействие между расплавленным флюсом и жидким металлом и легирование сварочной ванны.....	146
7.3. Плавленые флюсы.....	148
7.4. Керамические флюсы.....	150
7.5. Производство флюсов.....	155
7.6. Активирующие флюсы для сварки алюминиевых сплавов.....	160
7.7. Флюсы для титановых сплавов.....	165
7.8. Флюсы применяемые при пайке.....	170
7.8.1. Флюсы для высокотемпературных припоев.....	171
7.8.2. Флюсы для низкотемпературных припоев.....	174
7.9. Технологический процесс изготовления сварочных флюсов.....	176
7.9.1. Технологический процесс изготовления плавленных флюсов.....	176
7.9.2. Технологический процесс изготовления керамических флюсов.....	184
7.9.3. Технология изготовления флюс-пасты.....	185
Глава 8. Припой	
8.1. Общие положения и краткая классификация.....	186
8.2. Медные припой.....	187

8.3. Серебряные и палладиевые припои.....	194
8.4. Никелевые припои.....	196
8.5. Оловянно-свинцовые припои.....	197
Глоссарий.....	203
Список рекомендуемой литературы.....	206
Приложение.....	207

THE CONTENTS

Introduction.....	3
Chapter 1. Manual arc and gas-flame welding of the carbonaceous and alloyed steels	
1.1. Data on steels.....	6
1.2. Concepts about overall weldability steels.....	7
1.3. Welding of carbonaceous constructional steels.....	10
1.4. Welding low-alloyed steels.....	11
1.5. Welding middle-alloyed steels.....	14
1.6. Manual arc and gas-flame welding alloyed heat-proof steels....	15
1.7. Welding of thermostrengthened steels.....	17
1.8. Welding high-alloyed steels and alloys.....	19
Chapter 2. Wire, rod, tapes and powders for welding and melting	
2.1. Steel welding wire.....	25
2.2. Welding wire for aluminium alloys.....	28
2.3. Welding wire and rods from copper and alloys on a copper basis.....	30
2.4. Melting a steel wire.....	32
2.5. Steel cold-drag melting of a tape.....	35
2.6. Rods for melting.....	35
2.7. Powders from alloys for melting.....	37
2.8. Auxiliary materials for electroslog welding.....	39
2.9. Unmelting wolfram welding electrodes.....	41
Chapter 3. Powder wire and tape for welding and melting	
3.1. Powder wire for welding and melting.....	44
3.1.1. Classification sortament and technical requirements.....	46
3.1.2. Powder wire for welding.....	47
3.1.3. Powder wire for melting.....	50
3.1.4. Characteristic of the industrial marks welding powder wire..	51
3.2. Powder wire for welding pig-iron.....	58
3.3. Powder tapes.....	59
Chapter 4. Covered electrodes for manual arc welding and melting	
4.1. Classification.....	62
4.1.1. Technical requirements.....	64
4.1.2. Kinds of electrode coverings.....	65

4.2. Types of the covered electrodes for welding constructional and warm-stability steels	69
4.3. Types of the covered electrodes for welding high-alloy steels with the special properties.....	71
4.4. Types of the covered electrodes for наплавки of superficial layers with the special properties	73
4.5. Covered electrodes for welding pig-iron and colour metals.....	76
4.6. Basic items of information on components of electrode coverings.....	76
4.7. The basic stages of technological process of manufacture of electrodes.....	79
4.7.1. Manufacturing welding a wire.....	80
4.7.2. Processing of materials of electrode coverings.....	82
4.7.3. Boiling a silicate block and preparation of solutions of liquid glasses.....	87
4.7.4. Preparation dry stock.....	90
4.7.5. Preparation coating weights.....	90
4.7.6. Covering drawing on cores.....	91
4.7.7. Heat treatment of electrodes.....	92
Chapter 5. Interaction of liquid metal in a zone melt with electrode coverings	
5.1. Classification of electrode coverings. Functions of electrode coverings.....	96
5.2. Metallurgical processes at welding by electrodes with oxidizing coverings.....	106
5.3. Metallurgical processes at welding by electrodes with coverings of the basic kind.....	114
5.4. Metallurgical processes at welding by electrodes with coverings rutil of a kind.....	120
Chapter 6. Welding materials used at arc and gas-flame to processing	
6.1. Oxygen.....	125
6.2. CaC_2	127
6.3. Acetylene.....	129
6.4. Compressed gases.....	133
6.5. Liquefied gases.....	136

6.6. Inert protective gases.....	137
6.6.1. Chemically active protective gases.....	139
6.6.2. Mix of gases.....	141

Chapter 7. Fluxes for automatic and semi-automatic electrical weldings of materials

7.1. Classification and purpose (assignment) flux.....	143
7.2. Chemical interaction between melted flux and by liquid metal and alloy of a welding bath.....	146
7.3. Melted fluxes.....	148
7.4. Ceramic fluxes.....	150
7.5. Flux production.....	155
7.6. Activising fluxes for welding aluminium alloys.....	160
7.7. Fluxes for titan of alloys.....	165
7.8. Fluxes used at the soldering.....	170
7.8.1. Fluxes for high-temperature solders.....	171
7.8.2. Fluxes for low-temperature of solders.....	174
7.9. Technological process of manufacturing welding gumboils...176	
7.9.1. Technological process of manufacturing molten gumboils..176	
7.9.2. Technological process of manufacturing of ceramic gumboils.....	184
7.9.3. Gumboil-paste manufacturing techniques.....	185

Chapter 8. Solders

7.1. General provisions and brief classification.....	186
7.2. Copper solders.....	187
7.3. Silver and palladium solders.....	194
7.4. Nickel solders.....	196
7.5. Pewter-leadened solders.....	197
Glossary.....	203
The list of the recommended literature.....	206

M.M. ABRALOV

PAYVANDLASH MATERIALLARI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2017

Muharrir:	Sh.Aliyeva
Tex. muharrir:	F.Tyeshaboyev, A.Moydinov
Musavvir:	D.Azizov
Musahhih:	N.Hasanova
Kompyuterda sahifalovchi:	Sh.Mirqosimova

Nashr.lits. AIN№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi: 17.10.2017.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 15,5. Nashriyot bosma tabog'i 15,25.
Tiraji 100. Buyurtma №172.

**«Fan va texnologiyalar Markazining
bosmaxonasi» da chop etildi.**
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.



FAN VA
EXNOLOGIYALAR

ISBN 978-9943-11-615-3



9 789943 116153