

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**



Abralov M.A.

**“Payvandlash jarayonlarining nazariyasi”
o‘quv fanidan**

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

Toshkent 2014

Abralov M.A. “Payvandlash jarayonlarining nazariyasi” fanidan O‘quv-uslubiy majmua. – Toshkent: ToshDTU. – 2014 –bet.

Mazkur majmuada “Payvandlash jarayonlarining nazariyasi” fanidan namunaviy dastur, ishchi o‘quv dasturi, ma’ruzalar matni, ma’ruza mashg‘ulotlarining ta’lim texnologiyasi va texnologik xaritasi, ma’ruza slaydlari, amaliy mashg‘ulotlarning ta’lim texnologiyasi va texnologik xaritasi, amaliy mashg‘ulotlar uchun uslubiy ko‘rsatmalar, laboratoriya ishlarning ta’lim texnologiyasi va texnologik xaritasi, laboratoriya ishlar uchun uslubiy ko‘rsatmalar, mustaqil ish o‘tish uchun uslubiy ko‘rsatma, nazorat turlari uchun tayyorlangan topshiriqlar variantlari, test savollari, fandan umumiy nazorat savollari va glossariy (izohli lug‘at) jamlangan.

Ushbu o‘quv-uslubiy majmua texnika oliy o‘quv yurtlari 5522700 -Payvandlash ishlab chiqarish texnologiyasi va jihozlari ta’lim yo‘nalishining pedagogik-o‘qituvchilari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o‘quv-uslubiy majmuadan ilmiy xodimlar va tadqiqotchilar foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchilar: prof. Abralov M.A.

O‘quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy-uslubiy kengashining 201_ yil dagi ...-sonli qaroriga muvofiq o‘quv jarayoniga tatbiq etish uchun tavsiya etilgan.

965

TAJRIBA-SINOV

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

Рўйхатга олинди

№ БД-5522700-3.15

2008 йил 23» август

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим
вазирининг

2008 йил 23» августдаги
263-сонли буйруғи билан
тасдиқланган

**ПАЙВАНДЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ НАЗАРИЯСИ
фанининг**

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	500000 – Мухандислик, ишлов бериш ва қурилиш тармоқлари
Таълим соҳаси:	520000 – Мухандислик ва муҳандислик иши
Таълим йўналиши:	5522700 – Пайвандлаш ишлаб чиқариш машиналари ва технологияси бакалаврият таълим йўналиши учун

Тошкент – 2008

3.15

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими ўқув-услубий бирлашмалари фаолиятини мувофиқлаштирувчи кенгашнинг 2008 йил 20 август даги 4 -сон мажлис баёни билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент давлат техника университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

Абралов М.А. – «Пайвандлаш ишлаб чиқариш машиналари ва технологияси» кафедраси мудири, т.ф.д., проф.

Такризчилар:

Абдурахманов Р. У. - “Технолог-трансфер Осиё электродлар” Қ.Қ. техник директори, Қозоғистон Республикаси табиий фанлар академиясининг академиги, т.ф.д. профессор.

Дуняшин С.П.. - Давлат Акциядорлик Жамияти ТАПОиЧ бош пайвандчи.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент давлат техника университети Илмий-услубий кенгашида тавсия қилинган (2008 йил 27» 06 даги 4» сонли баённома).

Kirish

Ushbu dastur payvandlash jarayonlarining fizikaviy mohiyati, elektr yoy nazariyasi, fizikaviy kimyoning elementlari va payvandlashda metallurgik jarayonlar qamraydi.

O'quv fanining maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga payvandlash jarayonlarining fizikaviy mohiyati, elektr yoy nazariyasi, fizikaviy kimyoning elementlari va payvandlashda metallurgik jarayonlar nazariya asoslarini o'rgatish bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifasi – talabalarni payvandlash usulida ta'mirlash va qoplama berishning asosiy turlari; payvandlash jarayonlarining fizikaviy – kimyoviy mohiyati bo'yicha talabalarda amaliy ko'nikmalar hosil qilishdir.

Fan bo'yicha talabalarining bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

«Payvandlash jarayonlarining nazariyasi» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- payvandlash texnologiyasi va ilmi rivojining tendensiyasi haqida ***bilishi kerak***;

- elektr yoyi; gazning ionlashishi; fizikaviy kimyoning elementlari; metall-gaz-shlak orasida o'tayotgan fizikaviy-metallurgik jarayonlar; elektrod koplamasi ularni mexanik xususiyatlari haqida ***ko'nikmalarga ega bo'lishi kerak***;

- termodinamikaning birinchi boshlanishining kimyoviy jarayonlariga tatbiq qilinishi; Gibbs energiyasi va muvozanat va gomogen tizimlar nazariyasi, Gibbs energiyasini xisobi; yoyli koplamada gazli faza tarkibini xisobi ***malakalariga ega bo'lishi kerak***.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Payvandlash jarayonlarining nazariyasi fani asosiy umum kasbiy fani hisoblanib, 6- va 7- semestrlarda o'qitiladi.

O'quv fani o'quv rejasida rejalashtirilgan umumkasbiy matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika), umumkasbiy (mashina detallari; o'zaro almashuvchanlik, standartlashtirish va texnikaviy o'lchovlar; konstruksion materiallar texnologiyasi; elektrotexnika, elektronika va elektryuritmalari; gidravlika, gidro-pnevmo-yuritmalar va h.k.) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

Fanning ishlab chiqarishdagi o‘rni

Payvandlash jarayonlarining nazariyasi asoslarida o‘tiladigan termodinamik hisoblash, payvandlash rejimini hisoblash va tanlash ishlari hajmining katta qismini tashkil etadi.

Shuning uchun ushbu fan asosiy umumkasbiy fani hisoblanib, ishlab chiqarish texnologik jarayonining ajralmas bo‘g‘inidir.

Fanni o‘qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Talabalarning payvandlash jarayonlarining nazariyasi fanini o‘zlashtirishlari uchun o‘qitishning ilg‘or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informatsion-pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o‘zlashtirishda darslik, o‘quv va uslubiy ko‘llanmalar, ma’ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, virtual stendlar hamda ishchi holatdagi jihozlarning ishlab chiqarishdagi namunalari va maketlaridan foydalaniladi. Ma’ruza, amaliy va laboratoriya darslarida mos ravishdagi ilg‘or pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

Asosiy qism

Fanning nazariy mashg‘ulotlari mazmuni

Fan tarixi, rivoji va istiqboli. Payvandlash sohasidagi respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar natijalari, hududiy muammolar va fan, texnika va texnologiya yutuqlari. Fanning vazifalari.

Payvandlash usulida ta’mirlash va šoplama berishning asosiy turlari

Payvandlash jarayonlarining fizikaviy mexanikasi. Qoplama berishning gazo-termik usullari. Ta’mirlash va qoplama berishning xar xil usullarining ko‘llanish soxalari.

Ta’mirlash va qoplama berish uchun issiklik manbalari

Issiklik manbalariga asosiy talablar. Kizdirish uchun ko‘llanadigan xar xil manbalarning samaradorligi. Elektr yoyi, yoydagi fizik jarayonlar, gazning ionlashishi va boshqalar. Ionizatorlar yoyning xar xil parametrlari orasida umumiy boglashishlar. Yeyning statik shakllari. Payvand yoyida issiqlikning taqsimlanishi.

Elektr-shlak qizdirish manbasi. Erigan shlaklarning o‘tkazuvchanligi. Elektrshlakli qizdirishning asosiy qonuniyatlari.

Fizikaviy kimyoning elementlari

Kimyoviy termodinamika elementlari.

Termodinamikaning birlamchi boshlanishi va reaksiyalarning issiqlik effektlari. Tizimning ichki energiyasi. Termodinamikaning ikkilamchi boshlanishi va ikkala boshlanishlarning kechirilishi. To‘liq, bog‘langan va erkin energiya,

entalpiY. Entropiya va uning o'zgarishlari. Gazlar holati tenglamasi. Kimyoviy reaksiya jarayonida issiqliq hajmini o'zgarishi. Maksimal ish kimyoviy turdosh singari. Jarayonlarni mustaqil kechishi extimolligi.

Fizika – kimyoviy tenglik haqida bilimlar.

Tenglik haqida umumiy tushunchalar, tenglikning termodinamik shartlari.

Gomogen va geterogen tizimlar uchun xarakatdagi massa qonuni. Tenglik konstantalari, porsial bosim va molyar konsentratsiyalarda tenglik konstantalarining ko'rinishi. Izorterna tenglamasi (Vang-Goff tenglamasi) reaksiyasi. Tenglik holatiga bosim va haroratlarning ta'siri. Le-Shatelye prinsipi.

Payvandlash yoyidagi dissotsiatsiya gazi. Gaz dissotsiatsiya darajasi, payvandlash jarayoni haroratlarida gaz dissotsiatsiya gazining termodinamik xisobi.

Metallararo tenglik hamda ular oksidlari va kislorodlari orasidagi tenglik.

Oksidlanish va kislorodga turdoshlikni baxolash usullari. Oksid dissotsiatsiyanishining elastikligi, oksid dissotsiatsiyanishining elastikligini haroratga bog'likligi. Oksid dissotsiatsiyanishining elastikligini oksidlar konsentratsiyasi bilan metall aralashmalariga bog'liqligi.

Oksidlanish jarayonining termodinamik hisoblari. Faza bo'limlari yuzalarida va suyuq muxitlarda kechishi.

Yuza energiyasi. Adsorbsiya kechishlari. Suyuqliqlarning oquvchanligi. To'yingan bug' bosimi va uning haroratga bog'liqligi. Aralashmada mavjud moddani bug'lanishi. Raul qonuni.

Elektr yoy nazariyasi

Bug' va gazlarni ionizatsiyasi. Ionizatsiyani ishlashi. Ionizatsiya turlari.

Termik ionizatsiyalash darajasi. Gaz aralashmalarining ionizatsiyasi. Manfiy ionlarni paydo bo'lishi.

Yoy ustunidagi fizikaviy jarayonlar. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiY. Yoyning energetik balansi. Katod, anod va yoy ustunidagi energiya balansi.

Payvandlashda metallurgik jarayonlar

Erigan metallning gazlarni yutishi. Metal va qotishmalarning mexanik xususiyatlariga kislorod azot va vodorodning ta'siri.

Karbonat angidrid gazi sharrasida payvandlash. dissotsiyanayotgan karbonat angidridni metal bilan ta'sirlanishi. Asosiy va elektrod metalining o'zgarishi. Legirlangan simlarni ishlatish.

Payvandlashda metalni oksidsizlanishi. Metalni oksidsizlanish oksidlari bilan qayta tilash. Oksidsizlantirigichlarni chok metaliga kiritilishi. Shlaklar sababli oksidsizlanishi.

Payvandlash jarayonida shlakni o'rni. Payvandlashda ishlatiladigan shlak tizimlari. Metal va shlak orasidagi reaksiyalar. Aktiv va passiv flyuslar. Eriydigan va keramik flyuslar.

Toblanuvchi po‘latlarni payvandlash metallurgiyasi. Vanna yuzasining turli xududlarida issiqlikni yaqinlashtirish uzoqlashtirishlarning baholash ayirmalari. O‘sovchi kristallar trayektoriyasi.

Payvandlash shartida kristallizatsiyalanish uzluksizligi.

Shlak ko‘shimchalari.

Payvandlashda issiq darzdlar – kristallizatsion va poliganizatsion.

Yuqori legirlangan po‘latlar. Ferrit sinfidagi po‘latlarni payvandlash. Austenit sinfidagi po‘latlarni payvandlash mohiyati.

Amaliy mashg‘ulotlarini tashkil etish bo‘yicha ko‘rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg‘ulotlarda talabalar ma‘ruzalarda o‘tilgan payvandlash jarayonining nazariyasining asoslari bo‘yicha amaliy ko‘nikmalar hosil qiladilar.

Amaliy mashg‘ulotlarning tahminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

1. Pulatlarning payvand choklaridagi g‘ovaklar.
2. Alyuminiy kotishmalari payvand choklardagi govaklar va oksidli kushilmalar.
3. Payvandlashdagi issiq darzlar.
4. Yoyli dastakli payvandlashda yoy xosil qilish tajribasiga ega bo‘lish
5. Xar xil fazoviy joylashishdagi yoyli dastakli payvandlash
6. Xar xil qalinlikdagi choklarni yoyli dastakli payvandlash
7. Yoyli dastakli payvandlashning rejimini hisoblash
8. Flyus ostida payvandlashning rejimini hisoblash
9. Metalldagi payvand chokini birlamchi strukturasi va substrukturasi.
10. Metall payvand chokining birlamchi strukturasi boshqarish usullari.
11. Kam uglerodli pulatni payvandlashda metall chokning mikrostrukturasi va termik zonasi ta’sirlanishi.

Amaliy mashg‘ulotlarni tashkil etish bo‘yicha kafedra professor-o‘qituvchilari tomonidan uslubiy ko‘rsatmalar va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar ma‘ruza mavzulari bo‘yicha olgan bilimlarini amaliy masalalar yechish orqali ko‘nikmalarga aylantiradilar. Shuningdek, darslik va o‘quv qo‘llanmalarni o‘zlashtirish asosida talabalar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni chop etish orqali talabalar bilimini oshirish, masalalar yechish, mavzular bo‘yicha ko‘rgazmali qurollar tayyorlash va boshqalar tavsiya etiladi.

Laboratoriya ishlarini tashkil etish bo‘yicha ko‘rsatmalar

Laboratoriya ishlari talabalarda payvandlash jarayoni nazariyasining fizika-kimyo asoslarini va kristallanish jarayonlarini qanday kechishini bilish, bo‘yicha amaliy ko‘nikma va malaka hosil qiladilar.

Laboratoriya ishlarining tahminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

1. Kumir elektrodleri orasidagi yey razryadini tadkikot qilish.

2. Alyumin kotishmalarini payvandlashdagi katodli sogilishni tadqiqot qilish.
3. Elektrod koplamlarining tashkiliy kismalarini ionlovchi ta'sirini tadqiqot qilish.
4. Elektrodlarni kizdirish va eritish
5. Valiklarni koplashda asosiy metallni eritish
6. Yoyli dastakli payvandlashda metallning legirlanish jarayonlarini tadqiqot qilish.
7. Flyus ostida avtomatik payvandlashda metallning legirlanish jarayonlarini tadqiqot qilish.
8. Kristallanish frontning strukturasi tadqiqot qilish

Mustaqil ishini tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ishini tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fanlar boblari va mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fanlar bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- yangi texnikalarni, apparaturalarni, jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish;
- talabaning o'quv-ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan fanlar bo'limlari va mavzularni chuqur o'rganish;
- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalaniladigan o'quv mashg'ulotlari;
- masofaviy (distant) ta'lim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari:

1. Payvandlash uchun energiya manbalariga qo'yiladigan talablar va effektivlikni baholash
2. Plazmaning termodinamik elementlari
3. Payvandlash yoyining magnit-gidrodinamikasi
4. Payvandlash jarayonining termodinamikasi va balansi
5. Payvandlash vannasini vakuum himoyasi
6. Payvandlashdagi termodeformatsion jarayonlar
7. Elektr-kimyó elementlari
8. Payvand birikmaning kimyoviy nojinsligi

Dasturning informatsion-uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari pedagogik va axborot kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan.

- payvandlash jarayonlarining nazariyasi fanidan tegishli ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalaridan;

- payvandlash rejimlarini hisoblash mavzularida o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, guruxli fikrlash, pedagogik texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar

1. Teoriya svarochnix protsessov/V.N. Volchenko, V.N. Yampolskiy, V.A. Vinokurov. Pod red. Frolova V.V. – M.: Visshaya shkola, 1988 – 569s
2. Abralov M.A., Abralov M.M. Payvandlash jarayonlarining nazariyasi – Toshkent, 2008

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Petrov G.L., Tumarev A.S. Teoriya svarochnix protsessov (s osnovami fiz. ximii) – M.: Visshaya shkola, 1977 – 392s
2. Bagryanskiy K.V., Dobrotina Z.A., Xrenov K.K. Teoriya svarochnix protsessov: – Kiyev: Visha shkola, 1976 – 423s
3. <http://www.Ziyo.net>

O‘zbekiston Respublikasi oliy va urta maxsus ta’lim vazirligi

**Abu rayxon Beruniy nomidagi
Toshkent Davlat Texnika Universiteti**

Mexanika-mashinasozlik fakulteti

**«Texnologik mashinalar va jixozlar»
kafedrası**

«TASDIKLAYMAN»
Mexanika-mashinasozlik
fakulteti v.b. dekani
_____ dots. D.M. Berdiyev
«__» _____ 2013 y.

«Payvandlash jarayonlarining nazariyasi» fanining

ISHCHI O‘QO‘V DASTURI

Bilim soxasi:	500000 – Muxandislik, ishlov berish va qurilish tarmoqlari		
Ta’lim soxasi:	520000 – Muxandislik va muxandislik ishi		
Ta’lim yo‘nalishi	5522700 – Payvandlash ishlab chikarish mashinalari va texnologiyasi		
Semestr		6	7
Umumiy soatlar xajmi	256	54	202
Ma’ruza	66	14	52
Amaliy mashg‘ulotlari	36	10	26
Laboratoriya ishi	30	6	24
Mustakil ish	124	24	100

Toshkent – 2013 y

Fanning ishchi o'quv dasturi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida № _____ raqam bilan 2008 yil «____» _____ da ro'yxatga olingan namunaviy o'quv dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchi: prof. Abralov M.A.

Fanning ishchi o'quv dasturi «Texnologik mashinalar va jixozlar» kafedrasida kengashida muxokama kilindi va tasdiklandi.

Bayonnoma № «__» avgust 2013 y.

Kafedra mudiri t.f.n., dots. N.S. Dunyashin

Dastur Mexanika-mashinasozlik fakultetining Ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan (2013 yil «____» _____ -sonli bayonnoma).

Kengash raisi

dots., t.f.n. Tulayev B.R.

1. METODIK TUSHUNTIRISHLAR

1.1. O'qitish maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga payvandlash jarayonlarining fizikaviy mohiyati, elektr yoy nazariyasi, fizikaviy kimyoning elementlari va payvandlashda metallurgik jarayonlar nazariya asoslarini o'rgatish bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifasi – talabalarni payvandlash usulida ta'mirlash va qoplama berishning asosiy turlari; payvandlash jarayonlarining fizikaviy – kimyoviy mohiyati bo'yicha talabalarda amaliy ko'nikmalar hosil qilishdir.

1.2 Talabalarning bilimi va ko'nikmalariga talablar.

«Payvandlash jarayonlarining nazariyasi» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

payvandlash texnologiyasi va ilmi rivojining tendensiyasi haqida bilishi kerak;

elektr yoyi; gazning ionlashishi; fizikaviy kimyoning elementlari; metall-gaz-shlak orasida o'tayotgan fizikaviy-metallurgik jarayonlar; elektrod koplamasi ularni mexanik xususiyatlari haqida ko'nikmalarga ega bo'lishi kerak;

termodinamikaning birinchi boshlanishining kimyoviy jarayonlariga tatbiq qilinishi; Gibbs energiyasi va muvozanat va gomogen tizimlar nazariyasi, Gibbs energiyasini xisobi; yoyli koplamada gazli faza tarkibini xisobi malakalariga ega bo'lishi kerak.

1.3. Mazkur fanning o'quv rejasidagi boshqa fanlar bilan bog'liqligi

Payvandlash jarayonlarining nazariyasi fani asosiy umum kasbiy fani hisoblanib, 6- va 7-semestrlarda o'qitiladi.

O'quv fani o'quv rejasida rejalashtirilgan umumkasbiy matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika), umumkasbiy (mashina detallari; o'zaro almashuvchanlik, standartlashtirish va texnikaviy o'lchovlar; konstruksion materiallar texnologiyasi; elektrotexnika, elektronika va elektryuritmalari; gidravlika, gidro-pnevmo-yuritmalar va h.k.) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

1.4. O'qitishdagi pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalar.

"Payvandlash jarayonlarining nazariyasi" fanidan ta'lim-tarbiya berishda, pedagogikaga oid yangi yunalishlarni ishlab chikish vazifasi turadi. Bu yunalishlarga: ta'lim ma'zmunini, tizimini, ta'lim tarbiya boshkaruvini islox kili shva ta'limning bozor iktisodiyetiga asoslangan mexanizmini ishlab chikish kiradi.

Ta'lim berishdagi yangi texnologiya bu ukitishda kutilgan pirovard natijalarga yangicha ta'lim tizimi, mazmuni, ukuv reja, darsliklar va ukuv jarayonini loiyxalash asosida erishishdan iboratdir.

Laboratoriya, amaliy mashg'ulotlarni o'tkazishda EXM ko'llaniladi va internet tizimidan foydalaniladi, xamda interfaol ukitish uslubi kullaniladi.

1.5. Semestrda o'qitish shakllari bo'yicha o'suv soatlari ta'ssimoti

Fanni o'rganish uchun 256 soat ajratilgan. Shu jumladan 66 soat ma'ruzalar uchun, 36 soat amaliy mashg'ulot, 30 soat laboratoriya mashg'ulotlari va 124 soat mustakil ta'lim olib borish uchun ajratilgan.

2. O'KUV MATERIALLARI MAZMUNI

2.1. Fanning ma'ruza mashgulotlari mavzular nomi va ularga ajratilgan soatlar xajmi

1.	Kirish. Fan tarixi, rivoji va istiqboli. Payvandlash fani va texnologiyasi yutuqlari. Kafedra tarixi.	2
2.	Fizikaviy kimyoning elementlari. Kimyoviy termodinamika elementlari. Termodinamikaning birlamchi boshlanishi va reaksiyalarning issiqlik effektlari. Tizimning ichki energiyasi. Termodinamikaning ikkilamchi boshlanishi va ikala boshlanishlarning kechirilishi. To'liq, bog'langan va erkin energiya, entalpiya. Entropiya va uning o'zgarishlari. Gazlar holati tenglamasi. Kimyoviy reaksiya jarayonida issiqlik hajmini o'zgarishi. Maksimal ish kimyoviy turdosh singari. Jarayonlarni mustaqil kechishi extimolligi.	6
3	Fizika – kimyoviy tenglik haqida bilimlar. Tenglik haqida umumiy tushunchalar, tenglikning termodinamik shartlari. Gomogen va geterogen tizimlar uchun xarakteristik massa qonuni. Tenglik konstantalari, porsial bosim va molyar konsentratsiyalarda tenglik konstantalarining ko'rinishi. Izoterma tenglamasi (Vang-Goff tenglamasi) reaksiyasi. Tenglik holatiga bosim va haroratlarning ta'siri. Le-Shatlye prinsipi.	6
Jami 6-semestr buyicha		14
4	Payvandlash yoyidagi dissotsiatsiya gazi. Gaz dissotsiatsiya darajasi, payvandlash jarayoni haroratlarda gaz dissotsiatsiya gazining termodinamik xisobi. Metallararo tenglik hamda ular oksidlari va kislorodlari orasidagi tenglik.	6
5	Oksidlanish va kislorodga turdoshlikni baxolash usullari. Oksid dissotsiatsiyanishining elastikligi, oksid dissotsiatsiyanishining elastikligini haroratga bog'likligi. Oksid dissotsiatsiyanishining elastikligini oksidlar konsentratsiyasi bilan metall aralashmalariga bog'liqligi.	4
6	Oksidlanish jarayonining termodinamik hisoblari. Faza bo'limlari yuzalarida va suyuq muxitlarda kechishi. Yuza energiyasi. Adsorbsiya kechishlari. Suyuqliqlarning oquvchanligi. To'yingan bug' bosimi va uning haroratga bog'liqligi. Aralashmada mavjud moddani bug'lanishi. Raul qonuni.	4
7	Elektr yoy nazariyasi. Bug' va gazlarni ionizatsiyasi. Ionizatsiyani ishlashi. Ionizatsiya turlari.	2
8	Termik ionizatsiyalash darajasi. Gaz aralashmalarining ionizatsiyasi. Manfiy ionlarni paydo bo'lishi.	4
9	Yoy ustunidagi fizikaviy jarayonlar. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Yoyning energetik balansi. Katod, anod va yoy ustunidagi energiya balansi.	4
10	Payvandlashda metallurgik jarayonlar Ergan metallning gazlarni yutishi. Metal va qotishmalarining mexanik xususiyatlariga kislorod azot va vodorodning ta'siri.	2
11	Karbonat angidrid gazi sharrasida payvandlash. dissotsiyanayotgan karbonat angidridni metal bilan ta'sirlanishi. Asosiy va elektrod metalining o'zgarishi. Legirlangan simlarni ishlatish.	2
12	Qoplamali elektrod bilan payvandlash metallurgiyasi; qoplama tarkiblari, fizik-kimyo talablarga javob berishi. Shlak xosil qiluvchi moddalar. Shlak - metall orasidagi reaksiyalar.	4

13	Payvandlashda metalni oksidsizlanishi. Metalni oksidsizlanish oksidlari bilan qayta tilash. Oksidsizlantirigichlarni chok metaliga kiritilishi. Shlaklar sababli oksidsizlanishi.	2
14	Payvandlash jarayonida shlakni o'rni. Payvandlashda ishlatiladigan shlak tizimlari. Metal va shlak orasidagi reaksiyalar. Aktiv va passiv flyuslar. Eriydigan va keramik flyuslar.	2
15	Toblanuvchi po'latlarni payvandlash metallurgiyasi. Vanna yuzasining turli xududlarida issiqlikni yaqinlashtirish uzoqlashtirishlarning baholash ayirmalari. O'suvchi kristallar trayektoriyasi.	2
16	Payvandlash shartida kristallizatsiyalanish uzluksizligi. Shlak ko'shimchalari.	2
17	Payvand choklarida uchraydigan gaz g'ovaklari. Uning kelib chiqishi va kurash choralari.	2
18	Issiq darzlarni kelib chiqishi va uning sabablari. (MVTU, IES va SNIITMASH gipotezalari) kristallizatsion poliganizatsion darzlar bilan kurash choralari .	4
19	Yuqori legirlangan po'latlar. Ferrit sinfidagi po'latlarni payvandlash.	2
20	Austenit sinfdagi po'latlarni payvandlashda metallurgik jarayonlar	2
21	Titan va uning qotishmalarini payvandlashda metallurgik va texnologik jarayonlar	2
	Jami 7-semestr buyicha	52
	Jami ma'ruzalar	66

2.2. Amaliy mashg'ulotlarni

1	Pulatlarning payvand choklaridagi g'ovaklar.	4
2	Alyuminiy kotishmalari payvand choklardagi govaklar va oksidli kushilmalar.	4
3	Payvandlashdagi issiq darzlar.	2
	Jami 6-semestr	10
4	Yoyli dastakli payvandlashda yoy xosil qilish tajribasiga ega bo'lish	4
5	Xar xil fazoviy joylashishdagi yoyli dastakli payvandlash	4
6	Xar xil qalinlikdagi choklarni yoyli dastakli payvandlash	4
7	Yoyli dastakli payvandlashning rejimini hisoblash	4
8	Flyus ostida payvandlashning rejimini hisoblash	4
9	Metalldagi payvand chokini birlamchi strukturasi va substrukturasi.	2
10	Metall payvand chokining birlamchi strukturasi boshqarish usullari.	2
11	Kam uglerodli pulatni payvandlashda metall chokning mikrostrukturasi va termik zonasi ta'sirlanishi.	2
	Jami 7-semestr	26
	Jami	36

2.3. Laboratoriya ishlari

1	Kumir elektrodleri orasidagi yey razryadini tadkikot qilish.	2
2	Alyumin kotishmalarini payvandlashdagi katodli sog'ilishni tadkikot qilish.	4
	Jami 7-semestr	6
3	Elektrod koplamlarining tashkiliy kismlarini ionlovchi ta'sirini tadkikot qilish.	4
4	Elektrodlarni kizdirish va eritish	4
5	Valiklarni koplashda asosiy metallni eritish	4
6	Yoyli dastakli payvandlashda metallning legirlanish jarayonlarini tadqiqot qilish.	4
7	Flyus ostida avtomatik payvandlashda metallning legirlanish jarayonlarini tadqiqot qilish.	4
8	Kristallanish frontning strukturasi tadqiqot qilish	4

		Jami 8-semestr	24
		Jami	12

2.5. Mustaqil ish turlari, shakllari va mavzulari.

Fan nomi	Umumiy xajm	Nazariy ta'lim (ma'ruza)	Amaliy mashgulotlar Umumiy yuklama (soatda)	Laboratoriya ishlari (soatda)	Kurs loyixasi
3.15 Payvandlash jarayonlarining nazariyasi	256				
		Auditoriyadagi ukuv soatlari			
	132	66	36	30	-
		Mustakil ish xajmi (soatda)			
	124	62	32	30	
		Mustaqil ish			
		1. Ma'ruzalar matni bo'yicha mavzularni uzlashtirish ($\approx 15s$). 2. Mavzular buyicha adabiyot internet orkali materiallarini topish, va taxlil kilish, uzlashtirish ($\approx 15s$). 3. Dolzarb mavzu materiallarni buklet, planshet, roliklar orkali urganish ($\approx 16s$) 4. Qo'yidagi mavzularda referat va konspekt yozish: - payvandlash uchun energiya manbalariga qo'yiladigan talablar va effektivlikni baholash; - plazmaning termodinamik elementlari; - payvandlash yoyining magnit-gidrodinamikasi; - payvandlash jarayonining termodinamikasi va balansi; - payvandlash vannasini vakuum himoyasi; - payvandlashdagi termodeformatsion jarayonlar; - elektr-kimyo elementlari; - payvand birikmaning kimyoviy nojinsligi ($\approx 16c$)	1. Yoyli dastakli payvandlashda yoy xosil kilish tajribasiga ega bo'lish ($\approx 8s$). 2. Metalldagi payvand chokini birlamchi strukturasi va substrukturasi ($\approx 8s$). 3. Metall payvand chokining birlamchi strukturasi boshqarish usullari. ($\approx 8s$). 4. Kam uglerodli pulatni payvandlashda metall chokning mikrostruktura si va termik zonasi ta'sirlanishi. ($\approx 8s$).	1. Metodik kursatmalar buyicha laboratoriya ishlarini utkazish metodikasini uzlashtirish ($\approx 10s$). 2. Laboratoriya ishi buyicha xisobot shaklini tayyorlash ($\approx 10s$). 3. Laboratoriya ishi buyicha nazariy ma'lumotlarni uzlashtirish ($\approx 10s$).	
		Tavsiya etiladigan pedagogik texnologiyalar			
		Nazariy ta'lim (ma'ruza)	Amaliy mashgulotlar	Laboratoriya ishlari	Kurs loyixasi

1. Interaktiv usul.
2. Muammoli ma'ruza.
3. Akliy xujum.

1. Muammoni
yechish
usuli.
2. Aqliy
xujum
usuli.

1. Muammoni
yechish
usuli.
2. Aqliy xujum
usuli.

4. AXBOROT RESURSLAR

4.1. Asosiy

1. Teoriya svarochnix protsessov V.N. Volchenko, V.N. Yampolskiy, V.A. Vinokurov. Pod red. Frolova V.V. – M.: Visshaya shkola, 1988 – 569s

4.2. Kushimcha

1. Abralov M.A., Abralov M.M. Payvandlash jarayonlarining nazariyasi – Toshkent, 2008

2. Petrov G.L., Tumarev A.S. Teoriya svarochnix protsessov (s osnovami fiz. ximii) – M.: Visshaya shkola, 1977 – 392s

3. Bagryanskiy K.V., Dobrotina Z.A., Xrenov K.K. Teoriya svarochnix protsessov: – Kiyev: Visha shkola, 1976 – 423s

4.3. Elektron resurslar

1. www.svarka.ru
2. www.promsvarka.com
3. www.svarka.susu.ac.ru
4. www.welder.ru
5. www.Ziyo.net

KALENDARLI REJA VA DASTUR MATERIALLARINING BAJARILISHI

(Ma'ruza, laboratoriya, amaliyot mashg'ulolari, grafik ishlar)

Fanning nomi Payvandlash jarayonlarining nazariyasi
 Ma'ruza o'qiydi . Abralov M.A. Fakultet Mexaniko-mashinasozlik
 Konsultatsiya va amaliyot mashg'ulotini olib boradi _____
 Kurs 3 (bakalavriat) – 6 semestr _____
 Tajriba mashg'ulotlarini olib boruvchi Abralov M.A _____
 Imtixon oluvchi Abralov M.A Gurux(lar) _____

№ t/r	Mashg'ulot turlari	Mavzu nomi va uning kiskacha mazmuni	Ajra tilgan soat	Bajarilganligi xakida ma'lumot		Ukituvchi imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	2	3	4	5	6	7
	Ma'ruza lar	Kirish. Fan tarixi, rivoji va istiqboli. Payvandlash fani va texnologiyasi yutuqlari. Kafedra tarixi.	2			
		Fizikaviy kimyoning elementlari. Kimyoviy termodinamika elementlari. Termodinamikaning birlamchi boshlanishi va reaksiyalarning issiqlik effektlari. Tizimning ichki energiyasi. Termodinamikaning ikkilamchi boshlanishi va ikkala boshlanishlarning kechirilishi. To'liq, bog'langan va erkin energiya, entalpiya. Entropiya va uning o'zgarishlari. Gazlar holati tenglamasi. Kimyoviy reaksiya jarayonida issiqlik hajmini o'zgarishi. Maksimal ish kimyoviy turdosh singari. Jarayonlarni mustaqil kechishi extimolligi.	6			
		Fizika – kimyoviy tenglik haqida bilimlar. Tenglik haqida umumiy tushunchalar, tenglikning termodinamik shartlari. Gomogen va geterogen tizimlar uchun xarakatdagi massa qonuni. Tenglik konstantalari, porsial bosim va molyar konsentratsiyalarda tenglik konstantalarining ko'rinishi. Izorterna tenglamasi (Vang-Goff tenglamasi) reaksiyasi. Tenglik holatiga bosim va haroratlarning ta'siri. Le-Shatelye prinsipi.	6			
	Amaliy mashg'ul otlarn	Pulatlarning payvand choklaridagi g'ovaklar.	4			
		Alyuminiy kotishmalari payvand choklardagi govaklar va oksidli kushilmalar.	4			
		Payvandlashdagi issiq darzlar.	2			
	Laborat oriya ishlari	Kumir elektrodleri orasidagi yey razryadini tadkikot kilish.	2			
		Alyumin kotishmalarini payvandlashdagi katodli sogilishni tadkikot kilish.	4			
		Jami		soat		

Tuzuvchi prof. Abralov M.A.

Kalendar rejasi «Texnologik mashinalar va jixozlar» kafedra kengashida muxokama qilindi va tasdiqlandi.

Bayonnoma № « » 20 y.

Kafedra mudiri t.f.n., dots. Dunyashin N.S.

KALENDARLI REJA VA DASTUR MATERIALLARINING BAJARILISHI

(Ma'ruza, laboratoriya, amaliyot mashg'ulolari, grafik ishlar)

Fanning nomi Payvandlash jarayonlarining nazariyasi
 Ma'ruza o'qiydi Abralov M.A. Fakultet Mexaniko-mashinasozlik
 Konsultatsiya va amaliyot mashg'ulotini olib boradi _____
 Kurs 4 (bakalavriat) – 7 semestr
 Tajriba mashg'ulotlarini olib boruvchi Abralov M.A
 Imtixon oluvchi Abralov M.A Gurux(lar) _____

№ t/r	Mashg'ulot turlari	Mavzu nomi va uning kiskacha mazmuni	Ajra tilgan soat	Bajarilganligi xakida ma'lumot		Ukituvchi imzosi
				Oy va kun	Soatlar soni	
1	2	3	4	5	6	7
	Ma'ruza lar	Payvandlash yoyidagi dissotsiatsiya gazi. Gaz dissotsiatsiya darajasi, payvandlash jarayoni haroratlarida gaz dissotsiatsiya gazining termodinamik xisobi. Metallaro tenglik hamda ular oksidlari va kislorodlari orasidagi tenglik.	6			
		Oksidlanish va kislorodga turdoshlikni baxolash usullari. Oksid dissotsiatsiyalanishining elastikligi, oksid dissotsiatsiyalanishining elastikligini haroratga bog'likligi. Oksid dissotsiatsiyalanishining elastikligini oksidlar konsentratsiyasi bilan metall aralashmalariga bog'liqligi.	4			
		Oksidlanish jarayonining termodinamik hisoblari. Faza bo'limlari yuzalarida va suyuq muxitlarda kechishi. Yuza energiyasi. Adsorbsiya kechishlari. Suyuqliqlarning oquvchanligi. To'yingan bug' bosimi va uning haroratga bog'liqligi. Aralashmada mavjud moddani bug'lanishi. Raul qonuni.	4			
		Elektr yoy nazariyasi. Bug' va gazlarni ionizatsiyasi. Ionizatsiyani ishlashi. Ionizatsiya turlari.	2			
		Termik ionizatsiyalash darajasi. Gaz aralashmalarining ionizatsiyasi. Manfiy ionlarni paydo bo'lishi.	4			
		Yoy ustunidagi fizikaviy jarayonlar. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Yoyning energetik balansi. Katod, anod va yoy ustunidagi energiya balansi.	4			
		Payvandlashda metallurgik jarayonlar Ergan metallning gazlarni yutishi. Metal va qotishmalarning mexanik xususiyatlariga kislorod azot va vodorodning ta'siri.	2			
		Karbonat angidrid gazi sharrasida payvandlash. dissotsiyalanayotgan karbonat angidridni metal bilan ta'sirlanishi. Asosiy va elektrod metalining o'zgarishi. Legirlangan simlarni ishlatish.	2			
		Qoplamali elektrod bilan payvandlash metallurgiyasi; qoplama tarkiblari, fizik-kimyoviy talablarga javob berishi. Shlak xosil qiluvchi moddalar. Shlak - metall orasidagi reaksiyalar.	4			
		Payvandlashda metalni oksidsizlanishi. Metalni oksidsizlanish oksidlari bilan qayta tilash. Oksidsizlantirigichlarni chok metaliga kiritilishi. Shlaklar sababli oksidsizlanishi.	2			
		Payvandlash jarayonida shlakni o'rni. Payvandlashda ishlatiladigan shlak tizimlari. Metal va shlak orasidagi reaksiyalar. Aktiv va passiv flyuslar. Eriyidigan va keramik flyuslar.	2			
		Toblanuvchi po'latlarni payvandlash metallurgiyasi. Vanna yuzasining turli xududlarida issiqlikni yaqinlashtirish	2			

		uzoqlashtirishlarning baholash ayirmalari. O'suvchi kristallar trayektoriyasi.				
		Payvandlash shartida kristallizatsiyalanish uzlukliligi. Shlak ko'shimchalari.	2			
		Payvand choklarida uchraydigan gaz g'ovaklari. Uning kelib chiqishi va kurash choralari.	2			
		Issiq darzlarni kelib chiqishi va uning sabablari. (MVTU, IES va SNIITMASH gipotezalari) kristallizatsion poliganizatsion darzlar bilan kurash choralari .	4			
		Yuqori legirlangan po'latlar. Ferrit sinfidagi po'latlarni payvandlash.	2			
		Austenit sinfdagi po'latlarni payvandlashda metallurgik jarayonlar	2			
		Titan va uning qotishmalarini payvandlashda metallurgik va texnologik jarayonlar	2			
	Amaliy mashg'ulotlarni	Yoyli dastakli payvandlashda yoy xosil qilish tajribasiga ega bo'lish	4			
		Xar xil fazoviy joylashishdagi yoyli dastakli payvandlash	4			
		Xar xil qalinlikdagi choklarni yoyli dastakli payvandlash	4			
		Yoyli dastakli payvandlashning rejimini hisoblash	4			
		Flyus ostida payvandlashning rejimini hisoblash	4			
		Metalldagi payvand chokini birlamchi strukturasi va substrukturasi.	2			
		Metall payvand chokining birlamchi strukturasi boshqarish usullari.	2			
		Kam uglerodli pulatni payvandlashda metall chokning mikrostrukturasi va termik zonasi ta'sirlanishi.	2			
	Laboratoriya ishlari	Elektrod koplamlarining tashkiliy qismlarini ionlovchi ta'sirini tadqiqot qilish.	4			
		Elektrodlarni kizdirish va eritish	4			
		Valiklarni koplashda asosiy metallni eritish	4			
		Yoyli dastakli payvandlashda metallning legirlanish jarayonlarini tadqiqot qilish.	4			
		Flyus ostida avtomatik payvandlashda metallning legirlanish jarayonlarini tadqiqot qilish.	4			
		Kristallanish frontning strukturasi tadqiqot qilish	4			
		Jami		soat		

Tuzuvchi

prof. Abralov M.A.

Kalendar rejasi «Texnologik mashinalar va jixozlar» kafedrasi kengashida muxokama qilindi va tasdiqlandi.

Bayonnoma № « » 20 y.

Kafedra mudiri t.f.n., dots. Dunyashin N.S.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA’LIM VAZIRLIGI
ABU RAYXON BERUNI NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
MEXANIKA – MASHINASOZLIK FAKULTETI
«TEXNOLOGIK MASHINALAR VA JIHOZLAR» KAFEDRASI**

Abralov M.A., Abralov M.M.
«Payvandlash jarayonlarining nazariyasi»
fanidan ma’ruza matni

Toshkent 2013

Tuzuvchi: Toshkent Davlat Texnika Universiteti «Texnologik mashinalar va jihozlar» kafedrasining professori M.A. Abralov

«Payvandlash jarayonlarining nazariyasi» fani ma'ruza matni O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlagan NAMUNAVIY DASTUR asosida tuzildi.

MA'RUZA MATNI «Texnologik mashinalar va jihozlar» kafedrasida kengashida muxokama qilindi va tasdiqlandi.

Bayonnoma № «__» yanvar 2013 y.
Kafedra mudiri t.f.n., dots. N.S. Dunyashin

Fakultet o'quv-metodik kengashi majlisida muxokama etildi va maqullandi. Bayonnoma № «__» _____ 2013 y.

Fakultet o'quv-metodik kengashi raisi dots. TULAEV B.R.

1 – MA'RUZA.

PAYVANDLASH MATERIALLARI VA PAYVANDLASHDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR

Reja:

- 1.1. Payvandlash materiallari.
- 1.2. Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari.
- 1.3. Po'latlarning payvandlanuvchanligi.

1.1. Payvandlash materiallari

Payvandlash materiallariga payvandlash simi, prisadka xivchinlari, kukunli sim, qoplamali elektrodlar, erimaydigan elektrodlar, turli xil flyuslar, himoya (aktiv va inert) gazlar kiradi.

Payvandlash simi. Eritish yo'li bilan mexanizatsiyalashgan usulida payvandlashda payvandlash simi ko'pincha maxsus kassetalarga o'ralgan uzluksiz eruvchan elektrod ko'rinishida foydalaniladi; dastaki yoyli payvandlashda – ma'lum uzunlikdagi (300-500 mm) xivich (sim) ko'rinishida, ya'ni eruvchi yakka elektrodlar ko'rinishida foydalaniladi. Erimaydigan elektrodlar (volframli, ko'mirli) dastaki eritib payvandlashda payvandlash xududiga avtonom qo'shimcha sim (xivchin) yoki 1000 mm gacha uzunlikdagi sterjen kiritiladi, bu sterjen sozlovchi sim deyiladi.

Hozirgi vaqtda kukunsimon moddalar (legirlovchi, achituvchi va boshqa) bilan to'ldirilgan metall qobiqdan iborat kukunli payvandlash simi keng qo'llaniladi. Elektrshlakli payvandlash va eritish uchun simli elektrodlar bilan bir qatorda plastinkali elektrodlar va metall tasmalardan foydalaniladi.

Metall prisadka materiallari sifatida asosan payvandlash simi (po'lat yoki rangli metallar va qotishmalardan) qo'llaniladi. ГОСТ 2246-70 kamuglerodli, legirlangan va yuqori legirlangan po'latlardan tayyorlangan payvand simlariga tegishli va uning kimyoviy tarkibi va o'lchamlarini tartibga soladi, chunki chok metallining mexanik xossalari undagi asosiy metallning ulushiga, flyus markasiga, payvandlash rejimiga va boshqa omillarga bog'liqdir. Po'latdan tayyorlangan payvand simi quyidagi diametrlarda ishlab chiqariladi: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mm. Diametri 1,6 – 8,0 mm bo'lgan simlar payvandlash va elektrodlar tayyorlash uchun, qolganlari esa favat payvandlashga yoki eritishda qo'llaniladi. Simning markasi belgisida uning vazifasi "CB" (payvandlash) va elementlarning

taxminiy mazmuni umum qabul qilingan belgilashlar bo'yicha ko'rsatiladi: Б – niobiy, В – volfram, Г – marganets, Д – mis, М – molibden, Н – nikel, С – kremniy, Т – titan, Ф – vanadiy, Х – xrom, И – sirkoniy, Ю – alyuminiy. Mavjud uglerod miqdorining o'rtacha foizi "CB" belgisidan so'ng harfiy belgilersiz foizning yuzdan bir ulushlarida raqam bilan ko'rsatiladi. Boshqa elementlar miqdori 2% dan kam bo'lganda raqam qo'yilmaydi. Masalan, CB-08Г2C marka belgisi bunday tushuniladi: CB – payvandlanuvchi, 08 – uglerod miqdori 0,08%, marganets miqdori 2% gacha, kremniy 1% gacha. Elementlarning yanada aniq miqdori standartda ko'rsatilgan.

Kukunli sim, payvand simning texnologik afzalliklarni saqlagan holda payvandlashda payvandlash vannasi metallni oksidlanishdan, gazli va shlakli himoyasini vujudga keltiradi, chok metallini legirlovchi elementlar bilan to'yintiradi va uni zararli qorishmalardan tozalaydi. Kukunli sim – universal payvandlash materiali bo'lib, u amalda istagan darajada legirlangan po'latlarni payvandlash, maxsus xossalarga ega qatlamlarni eritib qoplash uchun yaroqlidir. Kukunli sim kamuglerodli va kamlegirlangan po'latlarni payvandlash va eritib qoplashda qo'llaniladi, bu to'ldirgichning (kukunsimon shixtaning) kimyoviy tarkibi va massasining keng chegaralarda o'zgarishi imkoniyati bilan bog'liq.

Erimaydigan elektrodlar. Ko'mirli, grafitli, elektrodlar yoyning yonishi barqarorligini qo'llab quvvatlash uchun mo'ljallangan. Bu elektrodlar yuqori temperaturalarning ta'siriga yuqori darajada chidamlilikka ega bo'lishi kerak, ya'ni bu sharoitlarda yonib tugallanmasligi kerak. Elektrodning kesimini oshirish xisobiga uning qizishini kamaytirish mumkin. Shu sababli ko'mirli va grafitli elektrodlar odatda katta diametrga ega bo'ladi (6 – 20 mm). Volfram elektrodlar nisbatan kichik diametrlarda xam (1 – 6 mm) juda oz qiziydi, buning sababi volframning elektrqarshiligi uncha katta emasligidir. Biroq inert gazlar bilan payvandlashda ularni oksidlanishdan himoyalash zarur. Sirkoniyli va gafniyli elektrodlar metallarni plazma yoyli kesishda plazmatronlarda foydalaniladi.

Qoplamali elektrodlar. Dastaki yoyli payvandlash uchun payvand simdan tayyorlangan (ГОСТ 2246-70) 450 mm gacha uzunlikdagi sterjendan iborat elektrodlar qo'llaniladi, ularning sirtiga turli qalinlikdagi qoplama qoplangan bo'ladi. Bunda elektrodning uchlari kontakt elektrodlar singari tozalanishi kerak: biri uni elektrod tutqichiga

siqib qo'yish uchun 20-30 mm uzunlikda, ikkinchisi payvandlash boshida yoyni yoqish uchun.

Yoyning yonishi barqarorligini oshirish, aralash gazshlak himoyasini hosil qilish, metallni legirlash va tozalash uchun mo'ljallangan qoplama turli xil materiallarga ega:

1. Gaz hosil qiluvchi – organik moddalar (kraxmal, oziqlanish uchun ishlatiladigan un, dekstrin), kamroq anorganik moddalar, odatda karbonitlar (marmar, magnezit va boshqalar).

2. Legirlovchi va achittiruvchi – elementlar (kremniy, marganets, titan va boshqalar), bu elementlarning temir bilan qotishmasi ko'rinishida foydalanuvchi, ferroqotishma deb ataluvchi elementlar. Alyuminiy pudra (kukun) sifatida kiritiladi.

3. Ionlovchi yoki barqarorlashtiruvchi, ionlanish potentsiali past bo'lgan elementlarga ega, shuningdek tarkibiga kaliy, natriy, kaltsiy, bor, dala shpati, granit va boshqalar kiruvchi turli xil birikmalar.

4. Qoplamaning asosini tashkil etuvchi shlak hosil qiluvchilar – odatda bu rudalar (marganetsli, titanli), minerallar (dala shpati, kremnozem, marmar va boshqalar).

5. Bog'lovchila – natriy va kaliy silikatlarining suvdagi eritmalari, ular natriyli, kaliyli va natriy-kaliyli suyuq shisha deb ataladi.

6. Qolip uchun qo'shimchalar – surtiluvchi massaga eng yaxshi plastik xossalarni beruvchi moddalar (kaolin, dekstrin, slyuda va boshqalar).

Payvandlashning unumdorligini oshirish uchun, chokka kiritiladigan qo'shimcha metall miqdorini oshirish uchun qoplamada uning massasining 60% gacha temir kukuni bo'lishi mumkin. qoplama tarkibiga kiruvchi ko'pgina materiallar xam gazli xam shlakli himoyani ta'minlab, bir vaqtda bir necha vazifani bajaradi.

Elektrodlarning qoplamalari yoyning barqaror yonishni, zarur fizik-mexanik tarkibga ega chok metallini olishni, elektrod sterjeni va qoplamaning bir tekis erishini, chokning yaxshi shakillanishini va ichki nuqsonlarning eng kam miqdorda hosil bo'lishni, sovigandan so'ng shlakning chok sirtidan oson ajralishini, elektrodni tayyorlashda va payvandlashda zarur sanitariya-gigienik mexnat sharoitlarini ta'minlash kerak.

Po'latni dastaki yoyli payvandlash va eritib qoplash (ГОСТ 9466-75) uchun mo'ljallangan qoplangan metall elektrodlar turli belgilariga ko'ra tasniflanadi. Vazifasiga bog'liq holda uglerodli va kamlegirlangan ($\sigma_v < 600\text{MPa}$) li konstruktsion po'latlarni payvandlash uchun – Y (shartli

belgi); ($\sigma_v > 600$ MPa li legirlangan konstruksion po‘latlarni payvandlash uchun – II; issiqlikka chidamli po‘latlarni payvandlash uchun – T; yuqori legirlangan alohida xossalari po‘latlarni payvandlash uchun – B; alohida xossalarga ega sirtqi qatlamlarni eritib qoplash uchun – H elektrodlar farq qilinadi.

Qoplama qalinligi bo‘yicha elektrodning to‘la diametri (D) ning sterjen diametri (d) ga nisbatiga bog‘liq holda yupqa qatlamli elektrodlar ($D/d < 1,2$) – M (shartli belgi); o‘rtacha qoplamali ($1,2 < D/d < 1,45$) – C; qalin qoplamali ($1,45 < D/d < 1,8$) – D; juda qalin qoplamali ($D/d > 1,8$) – G; elektrodlar farq qilinadi.

Elektrodning sifatiga tayyorlash aniqligi, qoplama sirtining holati, eritilgan metallidagi oltin gugurt va fosforning miqdori to‘g‘risida talablarga bog‘liq holda elektrodlar uch guruhga (1, 2, 3) ajratiladi.

Qoplamalarning turlari bo‘yicha achchiq qoplamali elektrodlar – A (shartli belgisi); asosiy qoplama – B; sellyuloza qoplamali – II; rutil qoplamali – P; aralash turdagi qoplamali – tegishli ikkikarra belgi; boshqa turdagi qoplamali – II; Agar qoplamada 20% dan ortiq temir kukuni bo‘lsa, qoplama turining shartli belgisiga J harfi qo‘shiladi.

Payvandlash yoki eritib qoplashning yo‘l qo‘yilgan fazoviy holatiga ko‘ra barcha holatlar uchun elektrodlar farq qilinadi – 1 (shartli belgi); vertikal yuqoridan pastki xolatdan tashqari barcha holatlar uchun – 2; vertikal tekislikda pastga, gorizontalar uchun va vertikal pastdan yuqoriga uchun – 3; pastga va “qayiqsimon” pastga uchun – 4.

Qo‘llanilayotgan tokning turi va qutbliligi bo‘yicha, shuningdek salt yurishning nominal kuchlanish, tok chastotasi 50 Gts bo‘lgan o‘zgaruvchan tok manbai bo‘yicha elektrodlar to‘qqiz hil turgacha (0.....9) bo‘linadi.

Payvandlash flyuslari. Bu ayrim donalarning o‘lchami 0,25 – 4 mm bo‘lgan flyusning markasiga bog‘liq holda murakkab tarkibli maydalangan maxsus tayyorlangan materiallar. Tayyorlash usuliga ko‘ra flyuslar eritilmagan (keramik) va erigan turlari farq qilinadi.

Keramik flyuslar ayrim komponentlarni eritib qo‘shish va keyin ma’lum o‘lchamdagi zarrachalarga maydalash yo‘li bilan hosil qilinadi. Bundan tashqari, bu flyuslar ayrim komponentlarning mexanik aralashmasidan iborat bo‘lishi mumkin. Metallni bunday flyuslar bilan legirlash ularga zarur ferroqotishmalarni kiritish orqali erishiladi. Flyuslar tayyorlanayotganda eritilmaydi, shuning uchun ferroqotishmalar va boshqa legirlovchi elementlarning miqdori xamda qo‘shilmalari turlicha bo‘lishi mumkin, bu esa chokning talab qilingan

metall tarkibini oson hosil qilishga imkon beradi. Biroq bunday flyuslardan foydalanishda chok metallining kimyoviy tarkibi payvandlash rejimiga (tartibiga) kuchli ravishda bog‘liq bo‘ladi, bu esa chok metalli tarkibining xatto uzunlik bo‘yicha xam bir jinsli bo‘lmasligiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari bu flyuslar uning zarrachalari mexanik mustaxkamliligi kam bo‘lishi sababli tez buziladi (parchalanadi), bu esa uni o‘lchamlariga ko‘ra turlicha jinsli qiladi. Bu flyuslar asosan yuqori legirlangan maxsus po‘latlarni payvandlashda va muhim (ma’suliyatli) buyumlarni eritib qoplashda foydalaniladi.

Erigan flyuslar metallarning oksidlari va tuzlaridan iboratdir. Oldindan maydalangan va ma’lum nisbatda qorishmagan komponentlar aralashtiriladi va pechda taxminan 1400 °C temperaturada eritiladi. Suyuq flyus yoki metall formalarga quyiladi va sovigandan so‘ng maydalanadi (quruq granulash usuli) yoki ingichka oqim bilan suvli bakka quyiladi, u erda u tezda soviydi va mayda zarrachalarga ajralib ketadi (qo‘l granulash usuli).

Eritilgan flyusning keramik flyusdan asosiy farqi shundaki, eritilgan flyusda sof holda legirlovchi elementlar bo‘lmaydi. Chokni eritilgan flyuslar bilan legirlash flyusda mavjud oksidlardan elementlarni tiklash yo‘li bilan yuz beradi.

Kimyoviy tarkibiga ko‘ra oksidlovchili va oksidlovchisiz flyuslar farq qilinadi. Oksidlovchi flyus tarkibiga butun flyus massasining 75 – 85% ini tashkil etuvchi, taxminan turlicha og‘irlik nisbatlaridagi marganets va kremniy oksidlari albatta kiradi. Flyusda marganets va kremniy oksidlari qanchalik ko‘p bo‘lsa, flyus metallni kremniy va marganets bilan shunchalik kuchli legirlashi mumkin, ammo shu bilan bir paytda chok metallini shunchalik kuchliroq oksidlashi mumkin. Po‘lat qanchalik murakkab legirlangan bo‘lsa, flyusda MnO va SiO₂ shuncha kam bo‘lishi kerak, aks holda po‘latda legirlovchi elementlarning oksidlanishi yo‘l qo‘yib bo‘lmas darajada ortadi. Shuning uchun oksidlovchi flyuslar asosan uglerodli va kamlegirlangan po‘latlarni payvandlashda qo‘llanildi, AH-348-A; OCIQ-45; AH-8; AH-26; flyuslari ayniqsa keng qo‘llaniladi.

Oksidsiz flyuslarda amalda kremniy yoki marganets oksidlari bo‘lmaydi yoki ular juda oz miqdorda bo‘ladi. Ularga kaltsiy ftoridi va metallarning (alyuminiy va magniyni) mustaxkam oksidlari kiradi. Bunday flyuslar (AH-30, AH-70, AHΦ-8 va boshqalar) asosan yuqori legirlangan po‘latlarni payvandlashda foydalaniladi.

Kislorodsiz flyuslar butunicha metallarning fluoridli va xloridli tuzlaridan shuningdek kislorodga ega bo'lmagan boshqa komponentlardan iborat. Kislorodsiz flyuslar orasida eng mashxurlari quydagilar: korroziyaga bardosh beradigan po'latlarni payvandlashda foydalaniladi AH Φ -5 flyusi, alyuminiylarni payvandlashda foydalaniladigan AH-Al flyusi, titanni payvandlashda foydalaniladigan AH-T1 flyusi.

Himoyalovchi gazlar. Ular ikki guruhga bo'linadi: kimyoviy inert va aktiv. Birinchi guruhdagi gazlar qizigan va erigan metall bilan o'zaro ta'sirlashmaydi, va unda amalda erimaydi. Bu gazlardan foydalanishda yoy bilan payvandlashni eruvchi yoki erimaydigan elektrodlar yordamida amalga oshirish mumkin. Ikkinchi guruhdagi gazlar payvandlash xududini havodan himoyalaydi, ammo o'zlari suyuq metallda yoxud oson erib ketadi, yoxud u bilan kimyoviy o'zaro ta'sirlashadi. Kimyoviy inert gazlarga argon va geliy kiradi. Argon uch xil navda ishlab chiqariladi: oliy, birinchi va ikkinchi. 99,99% argon miqdori bo'lgan oliy navliysi kimyoviy aktiv metallarni (titan, sirkoniy va niobiy) erimaydigan elektrod bilan payvandlash uchun qo'llaniladi, birinchi navli argon (99,98%) – erimaydigan elektrod bilan alyuminiy, magniy va boshqa aktiv metallar qotishmalarini erimaydigan elektrod bilan payvandlash uchun, ikkinchi navli argon (99,95%) – korroziyaga chidamli po'latlarni erimaydigan elektrod bilan payvandlash uchun qo'llaniladi.

Yuqori tozalikdagi geliy (99,98%) rangli metallarni va qotishmalarni payvandlashda, shuningdek titan va zanglamaydigan po'latlarni payvandlashda himoya gazi sifatida qo'llaniladi. Geliy argandan 10 marta engil, bu esa payvandlash vannasi himoyasini murakkablashtiradi va uning ko'p miqdorda sarflanishiga olib keladi. Geliyning qiymati (narxi) argonning qiymatidan bir necha marta ko'pdir, shuning uchun undan cheklangan holda foydalaniladi. Biroq geliydan foydalanishda argon bilan ximoyalinishiga qaraganda issiqlik ko'proq ajralib chiqishiga erishiladi, bu esa metallning yanada chuqurroq erishiga ta'minlaydi.

Aktiv himoya gazlariga karbonat angidrid, azot, vodorod, suv bug'lari va shular ka'bilar kiradi. Is gazidan eruvchan yoki erimaydigan (ko'mirli yoki grafitli) elektrodlar bilan payvandlashda juda keng qo'llaniladi.

1.2. Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari.

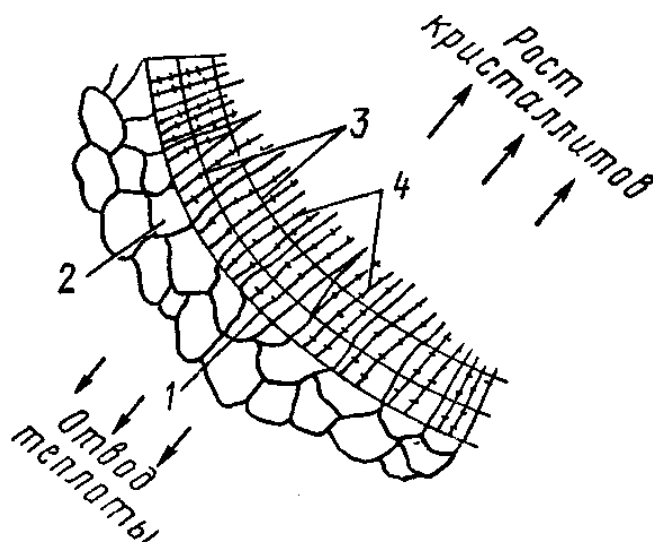
Payvandlashda metallurgiya jarayonlari – bu suyuq metallning gazlar va payvandlash shlaklari, shuningdek suyuq va kristallanuvchi shlakning o‘zaro ta’sirlashish jarayonlaridir. Bu jarayonlar elektrodning erish suyuq metall tomchisining yoyli oraliqdan o‘tish davrida va payvandlash vannasining o‘zida kechadi. Odatdagi po‘lat erishish pechlarida kechadilar metallurgiya jarayonlaridan farqli o‘laroq payvandlashda metallni eritish jarayoni quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Payvandlash vannasining hajmi kichikligi va uning sovish tezligining tezkorligi. Bu xol boshlangan kimyoviy reaksiyalar oxirigacha kechmasligiga olib keladi. Bundan tashqari, chok metallining turli oksidlardan, nometall kirishmalardan va gazlardan to‘la tozalanishiga to‘sqinlik qiluvchi sharoitlar yaratiladi, bu oksidlar, nometall kirishlar va gazlar chok metallning tez qotishi sababli payvandlash vannasining sirtiga chiqishga ulgura olmaydi. Payvandlash vannasining shakli va hajmi payvandlash usuliga va asosiy rejimlariga, asosiy payvandlash materialining qalinligi va ajratilish turlariga bog‘liq. Buning oqibatida payvandlash vannasining hajmi millimetrlardan to yuzlab kub santimetrlarni tashkil etish mumkin.

2. Eritilgan metallning yuqori haroratgacha qizitilgan atrofdagi gaz muhiti va shlaklar bilan faol o‘zaro ta’sirlashuvi. Bu chok metallning gazlar va shlak kirishmalari bilan qo‘shimcha ravishda to‘yinishga imkon beradi.

3. Payvand yoyi va payvandlash vannasidagi metallning yuqori haroratda bo‘lishi gazlar dissotsialanishiga sabab bo‘ladi va oqibatda ularni aktivroq qiladi. Natijada chok metallarning oksidlanishi va achishi, tegishli elementlar bilan legirlanishi, shuningdek chokda azot, vodorod va shular ka’bi gazlarning erishi va ajralishi mumkin.

Payvandlanayotgan buyumlarning chetlari bo‘ylab payvand yoyi xarakatlanganda payvandlash vannasining old qismida asosiy va agar foydalanilsa, qo‘shimcha (prisadkali) metallning erishi yuz beradi, uning dum qismida esa – erigan metallning kristallanishi, buyumga nurlanishga va issiqlik berishga issiqlik yo‘qotish natijasida payvand choki hosil bo‘lishi yuz beradi.



1.1-rasm. Kristallitlarning o'sish sxemasi:

1 – erish chegarasi; 2 – asosiy metall donalari; 3 – kristallanish qatlamlari; 4 – o'suvchi kristallitlar;

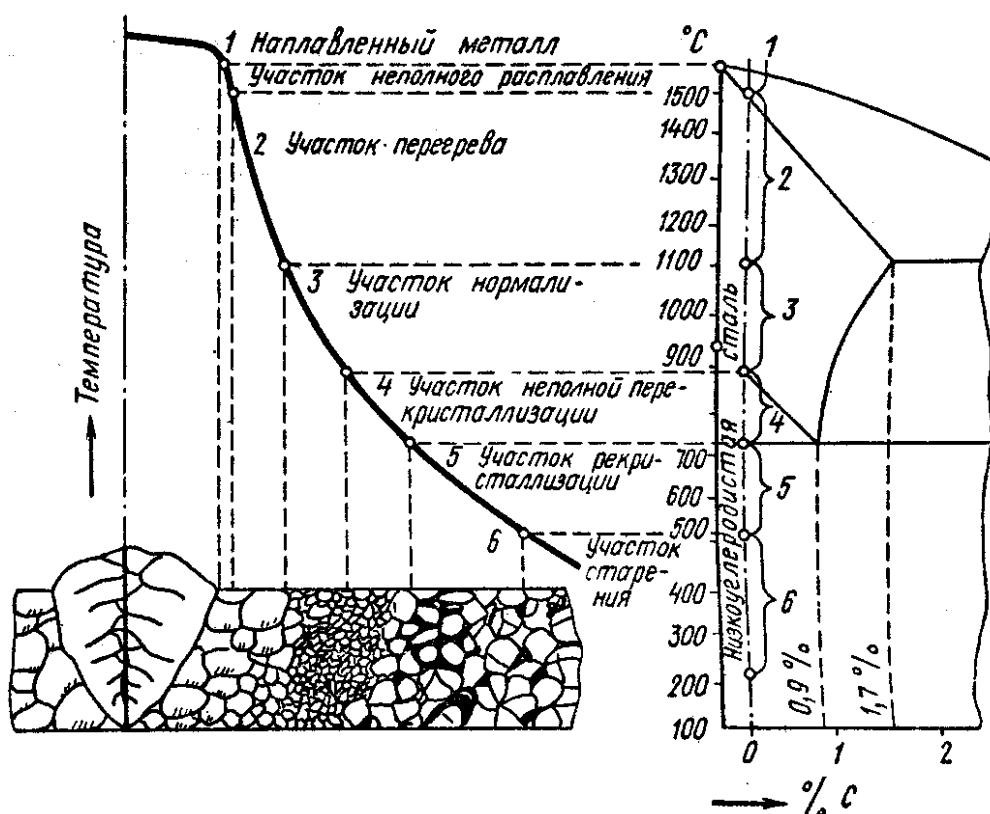
Erish chegarasi 1 da birlamchi kristallanish issiqlik oqimiga teskari yo'nalishda (1.1-rasm) erish chegarasiga perpendikulyar ravishda dendritlar ko'rinishida o'suvchi asosiy metallning qisman erigan donachalari 2 dan boshlanadi. Kristallanish jarayonida o'suvchi kristallitlar ko'rinishidagi markazlardan tashqari suyuqlikdan o'z o'zidan vujudga keladigan ham, ayrim qiyin eruvchan zarrachalar, dona bo'laklari va boshqa ko'rinishda ham kristallanishning yangi markazlari paydo bo'lishi mumkin. Kristallitlarning o'sishi ularning sirtiga atrofdagi eritmadan ayrim zarrachalarning qo'shilishi natijasida yuz beradi. Erish chegarasida alohida donadan o'suvchi xar bir kristallit bir uchi umumiy asosli bo'lib o'sib chiqqan ya'ni asosiy metallarning erigan donasi bilan birgalikda o'suvchi ustunli kristallar guruhidan iborat. Ko'p qatlamli payvandlashda kristallanish oldingi chokning qisman erigan donalaridan boshlanganda kristallitlarning qatlamdan qatlarga o'sishi mumkin bo'lib, transkristallitli tuzilma vujudga kelishi mumkin.

Payvandlash vannasida metall kristallanishining turli bosqichlarida uning kimyoviy tarkibi bir xil bo'lmaydi. Metallning birinchi partiyalari oxirgilariga qaraganda qorishmalar bilan kamroq ifloslangan bo'ladi. Natijada chokning butun hajmida kuzatiladigan metall kimyoviy tarkibining zonalar bo'yicha va kristall ichi (dendrid) nobirjinslik paydo bo'ladi. Bitta kristallitning turli qismlardagi kimyoviy tarkibning bir jinsli bo'lmasligi payvand chokida afzalli rivojlanishiga ega. Payvand chokida likvatsiyaning rivojlanishi metallning kimyoviy tarkibiga,

payvandlash vannasining shakliga, kristallanish tezligiga va payvandlash usuliga bog'liq.

Payvandlash vannasi metallning birlamchi kristallanishi uzlukli xarakterga ega bo'lib, u fazalar bo'linishi fronti oldida yashirin kristallanish issiqligi ajralishi bilan vujudga kelgan. Bu chokning o'ziga xos qatlamli tuzilishiga va qatlamli nobirjinslilik ko'rinishdagi likvatsiyaning paydo bo'lishiga olib keladi bu esa ko'p darajada qorishish chegarasi yaqinida namoyon bo'ladi. Kristallanish qatlamlarining qalinligi (millimetrning o'ndan bir ulushlaridan bir necha millimetrgacha) payvandlash vannasining hajmiga va issiqlik berish sharoitlariga bog'liq.

Payvandlashda ajraladigan issiqlik asosiy metall tanasiga tarqaladi. Bu jarayon termik sikl bilan tavsiflanadi. Chok yaqinidagi zonaning xar bir nuqtasida temperaturasida dastlab orta borib, qorishish chegarasida maksimum qiymatiga etadi, keyin esa chegaradan ancha uzoqlashganda minimumgacha pasayadi. Shunday qilib, asosiy metallning turli qismlari turlicha temperatura, qizish va sovish tezliklari bilan tavsiflanadi, ya'ni o'ziga xos termik ishlovdan o'tadi. Shuning uchun chok atrofidagi zonaning turli qismlaridagi asosiy metallning strukturasi (1.2-rasm) va xossalari turlichadir. Payvandlashda termik sikl ta'sirida fazo va struktura o'zgarishlari yuz bergan asosiy metall zonnasini termik ta'sir zonasi deyiladi. Bu o'zgarishlarning tavsifi va termik ta'sir zonasining uzunligi payvandlanayotgan metallning tarkibiga va issiq fizik xossalariga, payvandlash usuli va rejimiga, payvand birikma turiga bog'liq.



1.2-rasm. Kamuglerodli po‘latni payvandlashda termik ta‘sir xududidagi metall strukturasini

Chala erish uchastkasida uning bilamchi tuzilmasi kimyoviy nobirjinslilikning mavjudligi bilan tavsiflanadi. Bu qism asosan payvandlash uchastkasi (qismi) bo‘ladi. Uning davomiyliligi metallning tarkibiga va xossasiga, payvandlash usuliga bog‘liq bo‘lib, odatda 0,5 mm dan ortmaydi, ammo bu qismdagi metallning xossalari butun payvand birikmaning xossalariga xal qiluvchi ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

O‘ta qizish uchastkasida ko‘pincha vidmanshtet yirik donali tuzilma hosil bo‘ladi, bunda donaning o‘lchamlari metallning harorati qancha yuqori bo‘lsa, shuncha katta bo‘ladi. Bu tuzilma metallning eng kichik plastikligini va zarbiy qovushqoqligini shart qilib qo‘yadi. O‘ta qizish uchastkasini kamaytirish uchun payvandlash tezligi oshiriladi yoki payvandlash bir necha o‘tishda amalga oshiriladi. Bunday xudud kengligi ba‘zan 3–4 mm va undan ortiqqa etadi.

Normalanish uchastkasi mayda donali tuzilma bilan tavsiflanadi. Choklarning o‘lchovlariga bog‘liq holda normalanish (meyorlash) uchastkasining kengligi 0,2 dan 5 mm gacha oraliqda o‘zgarib turadi.

Chala o‘ta kristallanish uchastkasida asosiy metallning xamma donalari xam o‘ta kristallanishni boshidan kechirmaydi, masalan: ferrit

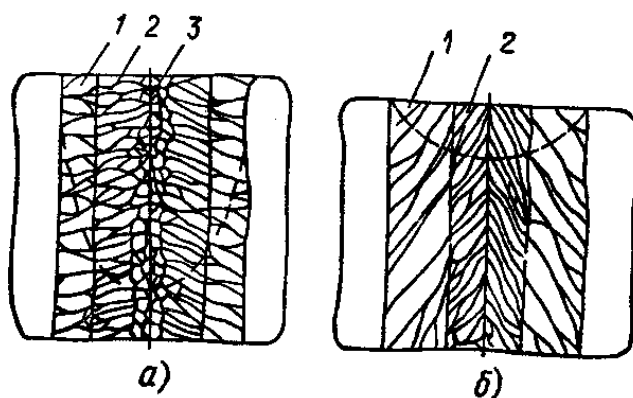
donalari o'zining dastlabki tuzilishini saqlab qoladi. Bu xududning (zonaning) kengligi 0,1 – 5 mm ni tashkil etadi.

500 – 750 °C harorat oralig'ida qiziyotgan metall (rekristallanish uchastkasi) tuzilishga ko'ra dastlabkisidan juda oz farq qiladi. Biroq payvandlashgacha metall plastik deformatsiyasiga uchragan bo'lsa, u holda qizitilganda unda asosiy metallning maydalangan donalarining bir biriga qo'shilishi – rekristallanish yuz beradi. Bu haroratlarda bir oz vaqt tutib turilganda donalarning ancha o'sishi yuz berishi mumkin. Bu uchastka metallning mexanik xossalari mustaxkamligi kamayishi oqibatida biroz pasayishi mumkin. Bu uchastkaning eni 0,1 – 0,5 mm ni tashkil etadi.

Metall 100 – 500 °C haroratlar oralig'ida qizdirilganda (eskirish uchastkasi) uning strukturasi (tuzilishi) payvandlash jarayonida dastlabki metallning tuzilishidan farq qilmaydi. Ammo kislorod va azot miqdori yuqori bo'lgan ba'zi po'latlarda (odatda qaynovchi) 150 – 350 °C gacha qizdirish zarbiy qovushqoqlikning va emirilishga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini keskin pasayishiga olib keladi.

Ko'p qatlamli payvandlash asosiy metallga payvandlashning termik sikli ko'p marta ta'sir ko'rsatgani sababli chok oldi xududida termik ta'sir zonasida uning tuzilishi va qurilishni o'zgartiradi. Uzun uchastkalarni payvandlashda xar bir keyingi o'tishdan so'ng avvallgi chok o'ziga xos bo'shatiladi. Qisqa uchastkalarni payvandlashda chok va chok oldi zonasi uzoq vaqt isitilgan holda bo'ladi. Struktura (tuzilma) larning o'zgarishidan tashqari bu xol termik ta'sir ko'rsatish zonasining davomiyligini xam ortiradi. Keyingi hatlar quyma metall strukturasi ega, avval kavsharlanganlarga termik ta'sir ko'rsatadi va ularda qurilish va tuzilmasi prokatlangan asosiy metallarning termik ta'sir zonasidan ancha farq qiluvchi termik ta'sir zonasini vujudga keltiradi. O'ta qizish uchastkasidagi bu zona odatda yirik donaga ega bo'lmaydi va yuqori plastik xossalarga ega mayda donali tuzilmalar bilan tavsiflanadi.

Chok metallarining tuzilishi elektroshlakli payvandlashda uchta zonaning mavjud bo'lishi bilan tavsiflanishi mumkin (1.3-a rasm) yirik ustunsimon kristallitlar 1 zonasi, ular issiqlikni qaytarishga teskari yo'nalishda o'sadi; donasining o'lchami kichikroq va ularning issiqlik markazi tomoniga ko'proq oqadigan yupqa ustunsimon kristallitlar 2 zonasi; chokning o'rtasida joylashgan teng o'qli kristallitlarning 3 zonasi. Elektroshlakli payvandlash usuliga, chok metallining kimyoviy tarkibiga va payvandlash rejimiga bog'liq holda choklarning turlicha tuzilishi olinishi mumkin (1.3-b rasm).



1.3-rasm. Elektroshlakli payvandlashda chok metallning tuzilishi:
a - chuqur pishirish bilan; b - chuqur bo'lmagan pishirish bilan;

Chokda uglerod va marganets miqdorining ortishi 1 zonaning enini ortiradi, issiqlikni qaytarish jadalligini kamayishi esa 1 zonaning enini kamaytiradi. Elektroshlakli payvandlashda chokoldi zonasining termik sikli uzoq vaqt qizitish va o'ta qizish haroratida tutib turish hamda sekin sovitish bilan tavsiflanadi. Shuning uchun unda yirik donali kam plastikli tuzilmalar vujudga kelib, ular erish chizig'idan uzoqlashgani sari normalashgan mayda donali tuzilma bilan almashinadi. O'ta qizish uchastkasida zarbiy qovushqoqlikning kamayishi kuzatilishi mumkin, u keyingi termik ishlov bilan bartaraf etiladi.

Termik ta'sir ko'rsatish zonasining turli uchastkalarining eni va chokli tuzilmasi termik sikl, payvandlash usuli va rejimi, asosiy metallning tarkibi va qalinligi bilan belgilanadi. O'z navbatida, payvandlashning termik siklini belgilovchi ko'rsatkich maksimal harorat hisoblanadi. Termik ta'sir zonasining umumiy davomiyligi 20 – 30 mm ga etishi mumkin.

1.3. Po'latlarning payvandlanuvchanligi.

Termik jihatdan mustaxkamlanmagan kam uglerodli va kam legirlangan po'latlarni payvandlashning yoyli usullarida chokning asosiy metall bilan mustaxkamligi teng bo'lishini ta'minlash odatda qiyinchilik tug'dirmaydi. Termik jihatdan mustaxkamlangan po'latlarni payvandlashda ma'lum qiyinchiliklar yuzaga keladi, chunki chok atrofi zonasi metallining mexanik xossalari payvandlashning aniq sharoitlariga va payvandlash oldidan po'latga termik ishlov berish turiga bog'liq.

Katta qalinlikdagi (20 mm dan ortiq) birikmalarini, bir o'tishli burchakli choklarni, manfiy haroratlar sharoitida va shular ka'bilarda tezlashtirilgan rejimlarda payvandlashda sovitish tezliklarini oshirish

chok metallida va chokoldi zonasida o'ta qizish va rekristallanish uchastkalarida toblanma tuzilmalarning paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. Agar po'lat payvandlashdan avval termomustaxkamlash – toblash jarayonidan o'tgan bo'lsa, u holda rekristallanish va eskirish uchastkalarida chokning termik zonasida metallni chiniqtirish, ya'ni uning mustaxkamlik xossalarini kamaytirish kuzatiladi. Bu xossalarning o'zgarish darajasi pogon energiya miqdoriga, payvand birikmalar turiga va payvandlash sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

Kam legirlangan po'latlarni payvandlashda chok metall va chok oldi zonasi xossalarining o'zgarishi ancha kuchli namoyon bo'ladi. kamlegirlangan issiq prokatka po'latda o'ta qizish va normallanish uchastkalarida toblanma tuzilmalar paydo bo'lishi mumkin. Bunday po'latning mexanik xossalarining o'zgarish darajasi kamuglerodli issiqloyin yumaloqlangan po'latnikidan katta.

Kam legirlangan po'latlarga termik ishlov berish (ko'pincha toblash) ularni payvandlash texnologiyasini murakkablashtiradi. Bir tekis mustaxkam payvand birikma hosil qilish uchun tegishli texnik usullarni qo'llanish zarur (termik mustaxkamlanmaganlarni qisqa uchastkalab payvandlash, termik mustaxkamlanganlarni uzun uchastkalab payvandlash va boshqalar). Termik sikl ta'sirida (mustaxkamlash yoki toblash) ta'sirida asosiy metall xossalarining o'zgarishi yuz bergan joyda termik ta'sir zonasi uchastkasining uzunligi payvandlash usuliga va rejimiga, payvand birikma konstruksiyasining tarkibi va qalinligiga bog'liq bo'ladi. Pogon payvandlash energiyasining oshishi mustaxkamlangan zonaning kengayishi va undagi metall qattiqligining pasayishi bilan birga kuzatiladi. Buning sababi yuqori haroratli qizdirilgan metall hajmining kengayishi va sovitish suratining pasayishidir. O'ta qizish yoki toblash hodisasi juda keskin namoyon bo'lgan chokoldi zonasi – kam legirlangan po'latlarni payvandlashda sovuq yoriqlar paydo bo'ladigan ehtimoli joydir.

Tayyorlash operatsiyalarida kam uglerodli va kam legirlangan po'latlardan konstruksiyalarni tayyorlash jarayonida va yuqori haroratli sohadan uzoqroqdagi zonalarda payvandlashda plastik deformatsiya vujudga keladi. Bu zonalar keyingi choklarni qo'yishda tahminan 300 °C haroratgacha qizish ostiga tushib, deformatsion eskirish uchastkalari bo'lib qoladi, bu esa metallning plastik xossalarini pasaytiradi va mustaxkamlik xossalarini ortiradi hamda yoriqlar paydo bo'lishi mumkinligiga olib keladi. Bunday hollarda 600 – 650 °C da yuqori darajada chiniqtirish metallning xossalarini tiklash uchun samarali vosita

bo'lib hizmat qiladi. Yuqori darajada chiniqtirishdan payvandlash kuchlanishini olib tashlashda xam qo'llaniladi.

Kam uglerodli po'latlardan tayyorlangan payvand birikmalar kristallanuvchan yoriqlar paydo bo'lishiga qarshi qoniqarli mustaxkamlikga ega. Buning sababi ulardagi uglerod miqdorining juda ozligidir. Biroq uglerodi bo'lgan (0,20% dan yuqori) kamuglerodli po'latlar uchun burchak choklarini va qo'p qatlamli choklarda birinchi ildiz chokini, ayniqsa zarari katta bo'lgan choklarni payvandlashda kristallanuvchi yoriqlar paydo bo'lishi mumkin, bu asosan pishirishning noqulay shakli bilan bog'liq.

Uglerod miqdori 0,25 – 0,35% bo'lgan po'latlarni faqat musbat haroratlarda payvandlash mumkin. Qalinligi katta va konstruksiyasi qattiq (bikir) buyumlar uchun 100 – 130 °C gacha oldindan qizdirish amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

Chegarali payvandlanadigan uglerodli po'latlarni (0,15 – 0,45%C) payvandlashni 100 – 150°C haroratda dastlabki yoki yo'l-yo'lakay issitib amalga oshiriladi, payvandlashdan so'ng 600 – 650 °C haroratda yuqori chiniqtirish maqsadga muvofiqdir. Murakkab shaklli va yuqori bikirlikka ega buyumlarni payvandlashda payvandlashdan avval 300 – 450 °C gacha umumiy isitish zarur. Bunday buyumlarni payvandlagandan so'ng yuqori bo'shatish shart.

0,45% dan ko'proq uglerodga ega po'latlar odatda juda qiyin payvandlanadi bunday hollarda buyumni 350 – 500 °C gacha umumiy qizdirish amalga oshiriladi va bu harorat payvandlash jarayonida saqlab turiladi, payvandlashdan so'ng po'latga shu marka uchun mo'ljallangan rejim bo'yicha termik ishlov beriladi. Shuni ta'kidlab o'tish zarurki, barcha hollarda xam buyumni qizdirish dastavval sovish tezligini pasaytirishga va toblash tuzilmalarining paydo bo'lishi ehtimolining kamayishiga yo'naltirilgan.

Dastlabki qizitish haroratini (T_q) $T_k = 350 \sqrt{S_e - 0,25}$ shartdan tanlab olinadi, bunda $S_e = S_k (1 + 0,005S)$ - uglerodning to'liq ekvivalenti; S_k – uglerodning kimyoviy ekvivalenti, S – po'latning qalinligi, mm.

2 – MA'RUZA.

PAYVANDLASH KUCHLANISHI VA DEFORMATSIYALARI.

Reja:

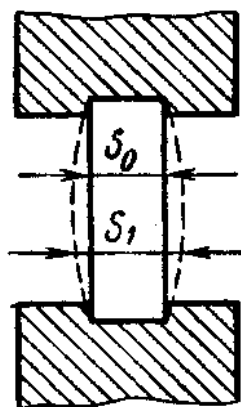
- 2.1. Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo'lish mexanizmi.
- 2.2. Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari.
- 2.3. Deformatsiyalarni kamaytirish usullari.

2.1. Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo'lish mexanizmi. Payvand konstruktsiyalarni tayyorlash jarayonida ularda payvandlash kuchlanishlari va deformatsiyalari vujudga keladi. Metallning oquvchanlik chegarasidan ortuvchi payvandlash kuchlanishlari uning plastik deformatsiyasini vujudga keltiradi. Bu buyumning shakli va o'lchamlarining o'zgarishiga, ya'ni uning tob tashlashiga (qiyshayishiga) olib keladi. Agar payvandlash kuchlanishlari mustaxkam chegarasidan yuqori bo'lsa, u holda payvand choki yoki birikma yahlitligining buzilishi yuz beradi.

Payvandlash kuchlanishlarining va deformatsiyalarining vujudga kelishining sabablari asosiy metallning bir tekis qizitilmasligi, erigan metallning cho'kish va chok metallning sovish jarayonida unda tuzilmaviy o'zgarishlardir.

Metall qizdirilganda uning hajmi kengayishi yuz beradi. Agar erkin yotgan plastinani isitilsa, u o'zining chiziqli o'lchamlarini ma'lum kattalikka ortiradi. Sovigandan so'ng bu plastina o'zining dastlabki o'lchamlariga qaytadi va unda na ichki kuchlanishlar, na qoldiq deformatsiyalari bo'lmaydi.

Ikkala uchi maxkam qilib mustaxkamlangan shu plastinani maxaliy isitishda esa (2.1-rasm) unda siquvchi ichki kuchlanishlar paydo bo'lib, ular 600 °C da qizitilgan uchastkaning oquvchanlik chegarasidan oshadi, plastik siqish deformatiyasi yuz beradi va plastina biroq yo'g'onroq (S_1) bo'lib qoladi. Juda katta qalinlikdagi konstruktsiyalarni payvandlashda xuddi shunga o'xshash jarayonlar kechadi, bu erda qizdirish notekislik keng miqyosda namoyon bo'ladi.

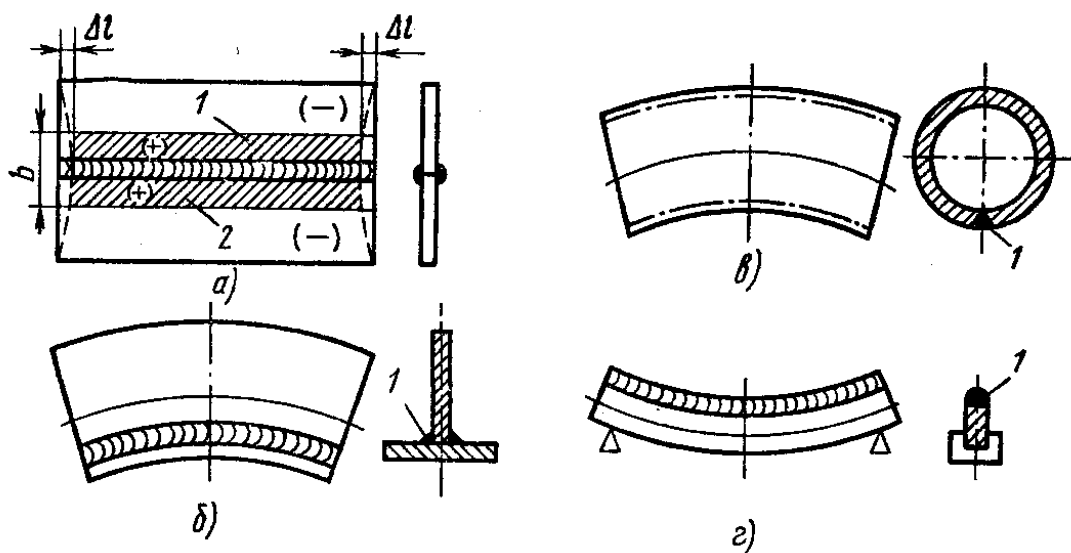


2.1-rasm. Mahalliy issitishda qo‘zg‘almas devorlarga bikir maxkamlangan brusok deformatsiyasi sxemasi.

Kuchlanishlar va deformatsiyalar vujudga kelishining ikkinchi usuli chok eritilgan metallining sovish va kristallanish jarayonida cho‘kishidir. Cho‘kish hodisasi shu bilan izohlanadiki, bunda metall kristallanayotgan yanada zich bo‘la boradi, buning natijasida uning hajmi kichiklashadi. Ammo o‘zgarmas hajmda bo‘lgan asosiy metall bu cho‘kishga qarshilik ko‘rsatgani uchun payvand birikmada ichki kuchlanishlar vujudga keladi.

Payvand buyumlar payvand birikmalarda elastik plastik deformatsiyalarning vujudga kelishi natijasida umumiy deformatsiyalarni boshidan kechiradilar. Umumiy deformatsiyalar ko‘ndalang va bo‘ylama deformatsiyalarga, bukilish, buralish va barqarorlikni yo‘qotish deformatsiyalariga bo‘linadi. Choklarni simmetrik bajarishda ularning bo‘ylama va ko‘ndalangiga cho‘kishi yuz beradi, bu esa elementlarning uzunligi bo‘yicha yoki eni bo‘yicha qisqarishiga olib keladi (2.2-a rasm).

Buralish deformatsiyasi elementlarning ko‘ndalang kesimlarida choklarning nosimmetrik joylashuvi oqibatida vujudga keladi. Barqarorlikning yo‘qotilishi deformatsiyalari buyumlarning qizdirish va sovishi jarayonida (masalan, plastinkaning ikkala tomonidan (uchidan) siqish) hosil bo‘ladigan siquvchi kuchlanishlar tomonidan vujudga keladi.



2.2-rasm. Eritilgan metallni to‘g‘ri o‘tqazishdan payvand buyumlarning deformatsiyasi:

a – chok simmetrik joylashganda; b, v – chok nosimmetrik joylashganda; g – valikni polosa chetiga kavsharlaganda;
1 – payvand choki; 2 – issitish hududi; (l – bo‘ylama o‘tkazishdan deformatsiyaning kattaligi; b – isitish zonasining kattaligi.

Shuni takidlab o‘tish kerakki, eritib qoplangan metallning hajmi qanchalik kam bo‘lsa, ichki kuchlanishlar va deformatsiyalarning qiymati shuncha kichik bo‘ladi.

Isitishda metallda struktur (tuzilmaviy) o‘zgarishlar ro‘y beradi, ular metall hajmining o‘zgarishi va ichki (xususiy) kuchlanishlarning paydo bo‘lishi bilan birga bo‘ladi. Metall hajmlarining o‘zgarishi donalarining o‘lchamlari boshqa bo‘lgan va ularning o‘zaro joylashishi dastlabki tuzilmadan farqli bo‘lgan yangi tuzilmalarning paydo bo‘lishi oqibatida yuz beradi. Bunday hodisa ko‘pincha legirlangan po‘latlarni payvandlashda yuz beradi. Ichki (hususiy) kuchlanishlar ular muvozanatlangan jism hajmiga bog‘liq holda birinchi, ikkinchi va uchinchi turdagi kuchlanishlarga bo‘linadi. Birinchi turdagi xususiy kuchlanishlar buyumning o‘lchamlari yoki uning qismlari o‘lchamlari bilan o‘lchovdosh katta hajmlarga (makrohajmlarga) nisbatan muvozanatlanadi va buyumning shakliga bog‘liq holda ma’lum yo‘nalishga ega bo‘ladi. Ikkinchi tur xususiy kuchlanishlar jismning mikrohajmlari doirasida muvozanatlanadi, ya’ni metallning bitta yoki bir nechta donalari chegarasida muvozanatlanadi. Uchinchi tur xususiy kuchlanishlari kristall panjara chegarasida muvozanatlanadi. Ikkinchi va uchinchi tur kuchlanishlar ma’lum yo‘nalishga ega emas.

O'z navbatida, hususiy kuchlanishlar bir o'qli (yoki chiziqli), ikki o'qli (yoki tekislikli) va uch o'qli (yoki hajmiy) bo'lishi mumkin. Mavjud bo'lish vaqtiga bog'liq holda ular texnologik operatsiyaning bajarilishi davrida yoki fizik jarayon o'tayotgan davrda vaqtinchalik va uzoq jarayon mobaynida barqaror saqlanadigan qoldiqli.

2.2. Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari. Payvand kuchlanishlarini kamaytirish uchun uch asosiy usuldan foydalaniladi: eritib tayyorlangan metallning hajmini chetlarini bo'limning optimal shaklidan foydalanish va isitishning yanada to'plangan manbalarini qo'llanish hisobiga kamaytiriladi; isitishdan plastik deformatsiyalar zonalarida qarama qarshi ishorali qo'shimcha deformatsiyalar vujudga keltiriladi; deformatsiyaning vujudga kelishini va chokning simmetrik joylanishlariga ko'chishlarni erkin cho'kish bilan kompensatsiyalanadi. Amalda bu usullarni quyidagicha amalga oshirish mumkin.

Payvandlashda qizdirish haroratlar maydonini, bir qator hollarda esa termik siklga ta'sir ko'rsatib, metallning xossalarini xam o'zgartiradi. Bunda tuzilmaviy almashishlar tomonidan vujudga keltiriladigan kuchlanishlar o'zgaradi. Isitish oquvchanlik chegarasini, elastiklik modulini va haroratlar o'zgarishini kamaytiradi. Bu maksimal qoldiq kuchlanishlarning kamayishiga yordam beradi.

Toblash soviyotgan metall bo'yicha payvandlash jarayonida xam, u to'la sovigandan keyin xam qo'llaniladi. Toblash bilan zarb yo'nalishiga tik bo'lgan tekislikda uzayishning plastik deformatsiyalarini vujudga keltirib, metall qalinligi bo'yicha o'tkaziladi. Bu bilan cho'zuvchi yoki qisuvchi qoldiq kuchlanishlarning kamayishiga erishiladi. Toblash juda katta qalinlikdagi metallni ko'p qatlamli payvandlashda tavsiya etiladi, bunda yoriqlar va sinishlar paydo bo'lmasligining oldini olish ko'p qatlamli chokning birinchi va oxirgi qatlamlari toblanmaydi. Toblashga moyil bo'lgan metalldagi choklarni toblash lozim emas.

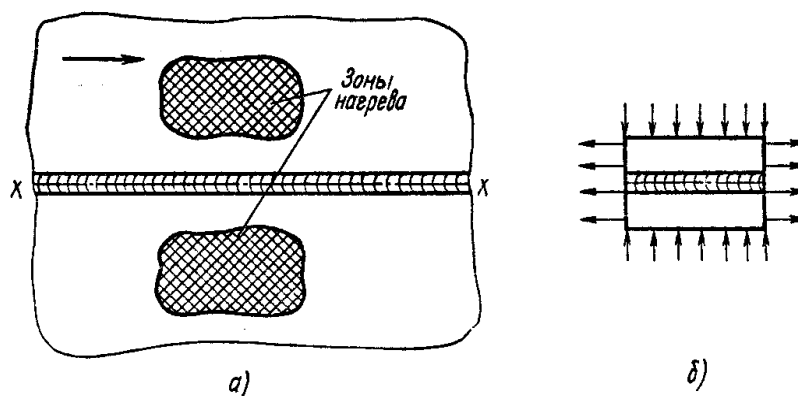
Qoldiq kuchlanishlarni pasaytirishning samarali vositasi chokni xam, chok atrofidagi xududni xam prokatka qilish hisoblanadi.

Metallga portlatish bilan implus ishlov berishda uning sirtqi qatlamida kuchlanishlar vujudga keltiriladi, bu esa qoldiq kuchlanishlarni qayta taqsimlashni shart qilib qo'yadi.

Shuningdek, ko'pincha statik yoki vibratsion kuchlanishlardan foydalaniladi. Bunda yuklash shu tarzda amalga oshiriladiki, bunda payvandlash xududida cho'zuvchi kuchlanish yuzaga kelsin. Agar yuklash payvandlashdan so'ng bajarilsa, u holda yuklashdan yangidan

vujudga kelgan kuchlanish qoldiq cho‘zuvchi kuchlanishlar bilan qo‘shilishi va plastik deformatsiyalarini chaqirishi zarur. Yuklanish olib tashlangandan so‘ng kuchlanish pasayadi. Yuklanish sifatida cho‘zilish yoki bukilish qo‘llaniladi.

Agar payvand birikmaning ikkala tomonidan qizdirish xududlari (zonalari) tashkil etilsa (2.3-a rasm) u holda metall kengayib, konstruksiyalarning chok bo‘ylab cho‘zilishini va uning chokka ko‘ndalang ravishda siqilishini vujudga keltiradi (2.3-b rasm). Kuchlanishlarning bunday sxemasi chok bo‘yi yo‘nalishidagi plastik deformatsiyalarning kechishi uchun qulaydir, bu esa qoldiq cho‘zuvchi kuchlanishlar uchun aynan zarurdir. Agar qizdirish zonalarini chok bo‘ylab aralashtirilsa va metallni issiqlik manbai orqasida sovitilsa, u holda qoldiq kuchlanishlarning pasayish jarayonini uzluksiz qilish mumkin.



2.3-rasm. Mahalliy isitish yo‘li bilan qoldiq kuchlanishlarni pasaytirish jarayonining sxemasi.

Payvandlashdan keyin bo‘shatishni chok strukturasi tekislash (bir xillashtirish) va qoldiq kuchlanishlarni pasaytirish uchun qo‘llaniladi, agar payvand konstruksiyasining mustaxkamligiga va o‘lchamlarining aniqligiga juda yuqori talablar qo‘yilgan shuningdek uning nozik emirilishlarga qarshilik ko‘rsatishini oshirish zarur bo‘lgan hollarda maqsadga muvofiq. Quyidagi bo‘shatish turlari farq qilinadi: umumiy bo‘shatish – buyum butunicha bir tekis isitiladi, mahalliy bo‘shatish – konstruksiyaning payvand chok zonasida qismigina isitiladi, bosqichma-bosqich bo‘shatish-isitish manbai konstruksiya bo‘ylab xarakatlanadi, masalan quvurlar yoki qobiqlar va uning qismlari ketma-ket isitiladi, elementlar bo‘yicha bo‘shatish – payvand konstruksiyaning qismlariga termik ishlov beriladi, keyin esa ular o‘zaro payvandlanadi. Bo‘shatishning qoldiq kuchlanishlarni pasaytirish usuli sifatidagi asosiy afzalligi shundaki, metallning plastikligini kamaytiradigan plastik

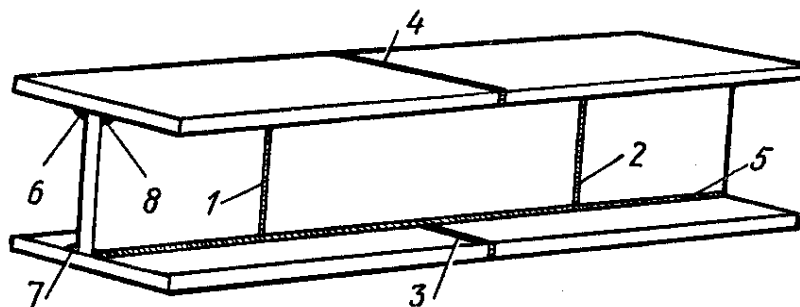
deformatsiyalarni vujudga keltirmaydi. Bo'shatishga qizitish, buyumning uzunligi va kesimi bo'yicha temperaturani bir xillashtirish, bo'shatish va sovitish haroratida ushlab turish kiradi. Ushlab turish taxminan uch soat mobaynida davom etadi, shundan so'ng tabiiy sovitish amalga oshiriladi.

2.3. Deformatsiyalarni kamaytirish usullari. Payvandlash natijasida vujudga keladigan deformatsiyalarni kamaytirish choralari ko'pchilik payvand birikmalarni loyihalash va tayyorlashning barcha bosqichlarida nazarda tutiladi. Loyihani tayyorlash bosqichida quyidagi konstruktiv qarorlar qabul qilinadi:

1. Eritiladigan metallning minimal hajmda bo'lishi belgilanadi, burchak choklari kesimlarini mustaxkamlikka hisob qilib yoki minimal katetlar to'g'risidagi tavsiyalarga muvofiq tanlanadi. Masalan, metallning qalinligi 12 mm dan ortiq bo'lganda chetlarga ishlov berishning V - simon shakli o'rniga X - va K - simon shakli qo'llaniladi. Shu maqsadda uzlukli birikmalar kichikroq kesimli yaxlit choklar bilan almashtiriladi; egilgan va shtamplangan profillar keng foydalaniladi, chetlarni bo'shi va oraliqlar uchun maksimal yo'l qo'yilgan o'lchamlar belgilaniladi. Yamoq qo'yishdan qochiladi, kuchaytiruvchi ustqo'yma va kosinkalar qo'llanilmaydi, cheklangan berk konturlar vujudga keltirilmaydi, kuchlanishlar to'planishi va kesilishiga yo'l qo'yilmaydi.

2. Minimal issiqlik berib payvandlash usulidan foydalaniladi, masalan, bir o'tishli payvandlash o'rniga ko'p o'tishli payvandlashdan foydalaniladi.

3. To'sinli konstruksiyalar choklarning shunday ko'ndalang kesimli va joylashuvli choklar loyihalanadiki, bunda o'tkazish vujudga keltiradigan kuchlar momentlari muvozanatlangan bo'lsin (2.4-rasm). Bu usul choklarni bajarishning ketma ketligini tanlashdan iborat bo'lib, bunda avvalgi choklarni qo'yishda vujudga keladigan deformatsiyalarning kamayishi keyingi choklarni payvandlash bilan ta'minlaydi.

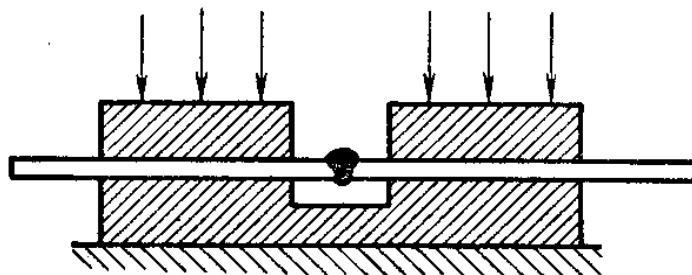


2.4-rasm. Ikki tavrli to'sinda deformatsiyalarni muvozanatlash:
1- 8 – choklarning tartib raqami

4. U yoki bu choklarni bajarishda ko'ndalang kesimlarning yuzlari imkoni boricha maksimal bo'ladigan yig'ish tekshirish ishlarini ketma-ketligini ta'minlash kerak. Masalan, murakkab konstruksiyalarda elementlarni ketma-ket ko'paytira borish qamrovlarda keyinchalik payvandlash bilan butun konstruksiyani dastlabki yig'ishga qaraganda o'lchamlarning ko'proq buzilishini beradi.

5. Ayrim hollarda butunlay konstruksiyaning buzilishlarini vujudga keltirmaslik uchun elementlarning o'tkazishdan erkin qisqartirilishi ta'minlanadi. Masalan, listlarning uchma-uch ulanishishini ularning konstruksiyaning boshqa qismlariga maxkamlaguncha qadar bajarilib, bunda choklarning erkin ko'ndalang o'tkazishini ta'minlanadi.

6. Yupqa elementli konstruksiyalarda choklar yoki bikir elementlar ustida (2.5-rasm) yoki ular yaqinida joylashtiriladi.

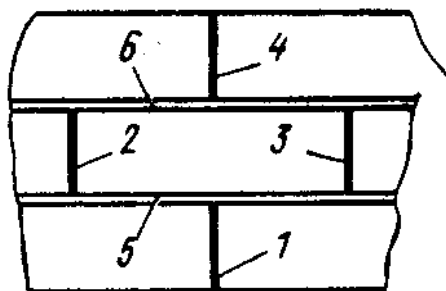


2.5-rasm. Listlarning bikir maxkamlanishi.

7. Berilgan o'lchamdagi payvand konstruksiyalarni hosil qilish uchun choklarni o'tkazish uchun prikuslar ko'zda tutiladi.

Payvandlash texnologiyasini ishlab chiqishda va amalga oshirishda quyidagi tadbirlardan foydalaniladi:

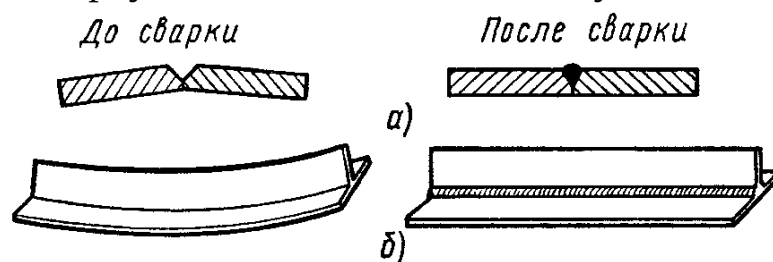
1. Yig'ish-payvandlash ishlarini bajarish ketma-ketligini to'g'ri tashkil etish. Masalan, konstruksiya alohida qismlarga ajratiladi, ular ayrim ravishda oson to'g'rilanishi, keyin esa minimal xatoliklar bilan o'zaro payvandlanishi mumkin (2.6- rasm).



2.6-rasm. Yig'ish payvandlash operatsiyalarning ketma-ketligi:
1 – 6 – choklar holatining tartib raqamlari

2. Payvandlanadigan elementlarni yig'ish va maxkamlash uchun tegishli jihozlar va moslamalardan foydalaniladi (masalan, uchma-uch birikmalarni payvandlashda yupqa metallarni siqish, burchakli choklarni bajarishda qovurg'a va diafragmalarni maxkamlash va shular kabi). Ular o'lchami bo'yicha katta, lekin katta o'tkazish kuchlari bilan birga kechmaydigan vaqtincha ko'chishlarni yo'qotishi uchun ayniqsa samaralidir.

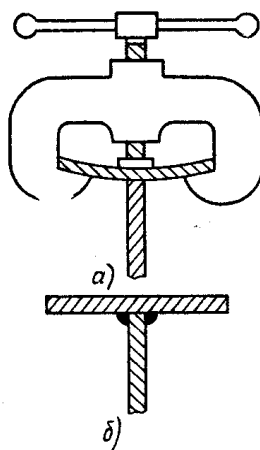
3. Sun'iy deformatsiyalarni vujudga keltiradi, ko'pincha teskari bukilish bilan, uning kattaligi hisoblash yoki tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi (2.7-rasm). Kelgusi ko'chishlarning o'rnini bosish maqsadida xalqali choklarni payvandlashdan oldin obechayka chetlari yoyiladi.



2.7-rasm. Teskari deformatsiyalar va buyum elementlarining deformatsiyadan keyigi holati:

a – uchma uch ulanishda, b – tavrli to'sin

4. Payvandlash zonasi (xududi) da maxsus moslamalar yordamida o'tkazuv kuchni kamaytirish uchun cho'zish kuchlanishlarini (odatda bukish bilan) vujudga keltiradilar. Bunday usuldan to'sinlarni payvandlashda foydalaniladi (2.8- rasm).

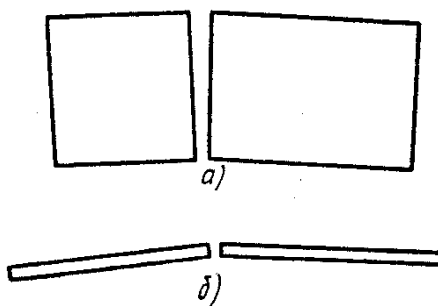


2.8-rasm. Polka (tokcha) ning holati:

a – payvandlashdan oldin, b – payvandlashdan keyin

5. Kelgusi o'tkazishni hisobga olib zagotovkalarining yig'ish o'lchamlarini belgilaydi, masalan, elektroshlakli payvandlashda uzunligi bo'yicha o'zgaruvchi oraliqni o'rnatadi (2.9-a rasm), uchma- uch

birikmalarni payvandlashda burchakli deformatsiyalarni kompensatsiyalaydi (2.9-b rasm).

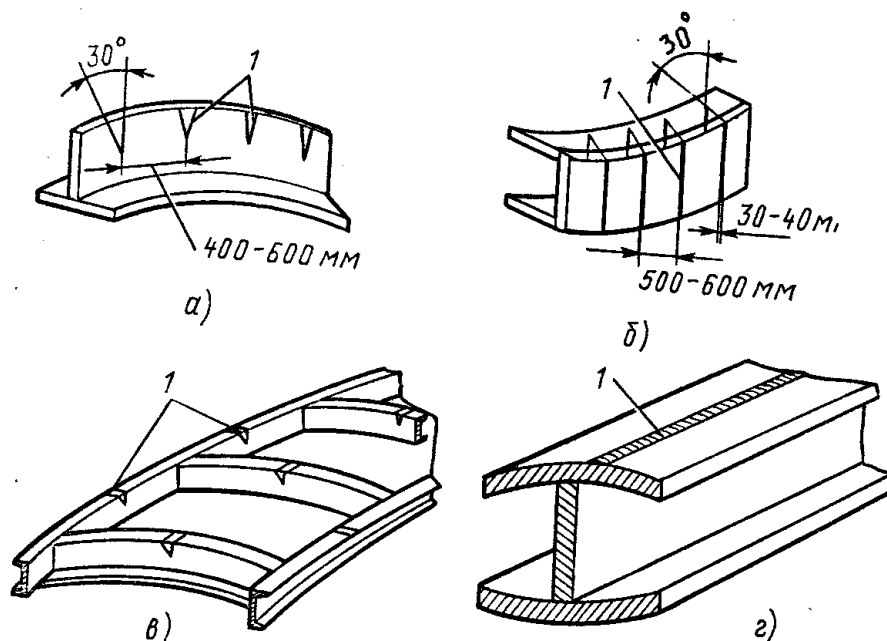


2.9-rasm. Ko'chishlarni yaratish:

a – o'zgaruvchan zazorli; b – burchakni kompensatsiyalab.

Payvandlashdan so'ng konstruktсийalarni to'g'rilash uchun turli xil mexanik va termik uslublardan foydalaniladi. Molot, domkrat, vintli presslar yoki boshqa qurilmalar yordamidagi mexanik tuzatishda odatda buyumning eng katta bukilgan tomonidan qo'yiladigan zarbli yoki statik yuklanish vujudga keltiriladi. Yupqalistli materialdan yasalgan buyumlarni prokatka usulida to'g'rilash mumkin. Prokatka metallni yo'g'onligi bo'yicha plastik deformatsiyasini vujudga keltiradi va asosan metallning bo'ylama uzayishiga va qisman ko'ndalang yo'nalishda uzayishiga olib keladi. Deformatsiyalarni prokatkalab bartaraf etish qalinligi 8 – 12 mm gacha bo'lgan po'latlar, titan va alyuminiy qotishmalaridan iborat birikmalarda, ba'zan esa juda katta yo'g'onlikdagi birikmalarda amalga oshiriladi. Prokatlashdan komplastikli materiallar uchun foydalanish tavsiya etiladi.

Termik tuzatish deformatsiyalangan konstruktсийalar metallning uncha katta bo'lmagan qismlarini mahaliy qizdirishdan iboratdir. Qizdirishni, odatda 600 – 860°C gacha bo'lgan katta quvvatli payvandash gorelkalari bilan amalga oshiriladi. Sovitilganda qizigan uchastkalar siqiladi va buyumni to'g'rilaydi. Payvand tavrli to'sinning deformatsiyasini to'g'rilash (2.10-a rasm) vertikal devorning qavariq qismini qizdirish bilan amalga oshiriladi. Issitish polosasining eni 20-30 mm bo'ladi. Issitishi polosalari 30° burchak ostida tutashadi. Payvand shvellerlarni to'g'rilashda (2.10-b rasm) ikkala tokchada joylashgan uchburchakli isitish uchastkalaridan tashqari uning devorida xam bir qancha isitish polosalari bajariladi. Shvellerlardan iborat payvand romni to'g'irlash sxemasi (2.10-v rasm) da, ikki tavrli to'sinni to'g'irlash sxemasi (2.10-g rasm) da ko'rsatilgan.



2.10-rasm. Termik tuzatishda isitish uchastkalarining joylashishi:

a – tavrli to‘sin; 1 – shveller kesimli to‘sin
v – shvellerlardan yasalgan rama; g – ikki tavrli balkaning

Bir qator hollarda termomexanik to‘g‘rilash qo‘llaniladi, bu usul mahalliy issitishni konstruktsiyaning egilishiga teskari yo‘nalishida statik yuklanishni qo‘yish bilan qo‘shib olib borishdan iborat.

Konstruktsiyani umumiy qizdirib moslamalardan foydalanmasdan termik to‘g‘rilash mumkin emas, chunki bu holda cho‘zuvchi va siquvchi kuchlanishlarning pasayishi bir vaqtda yuz beradi va deformatsiyalarni to‘g‘rilash samarasi bo‘lmaydi. Hozirgi vaqtda bunday to‘g‘rilash sanoatda keng qo‘llaniladi.

Nazorat savollari:

1. Prisadkali metallarning vazifasi qanday?
2. Keramik va erigan flyuslarning qo‘llanish sohasini ko‘rsating?
3. Payvandlashda metallurgiya jarayonlarini bayon qiling?
4. Ko‘p qatlamli payvandlashda chok strukturasi o‘zgarishini izohlab bering?
5. Po‘latlarning payvandlanuvchanligini qanday omillar belgilaydi?
6. Payvandlashda kuchlanishlar va deformatsiyalarning vujudga kelish sabablari qanday?
7. Payvand kuchlanishlari va deformatsiyalarini bartaraf etish kamaytirish usullari to‘g‘risida so‘zlab bering?

3 – MA'RUZA.

PAYVAND BIRIKMALARDAGI NUQSONLAR

Reja:

- 3.1. Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari.
- 3.2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruktiviyalar ish unumiga ta'siri.
- 3.3. Nuqsonlarni tuzatish usullari.

3.1. Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari.

Payvandlash ishida nuqsonlarni quyidagi turlarga ajratish qabul qilingan:

1. Buyumlarni payvandlashga tayyorlash va yig'ishdagi nuqsonlar.
2. Chok shakli nuqsonlari.
3. Tashqi va ichki nuqsonlar.

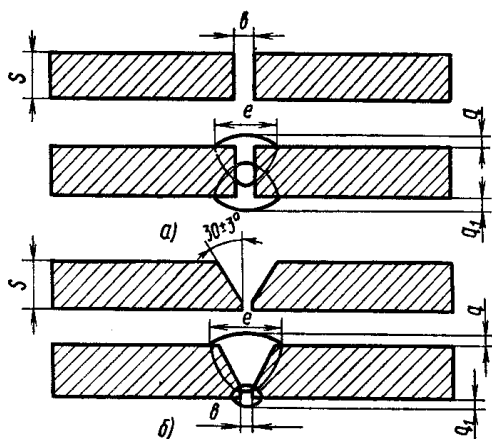
Payvandlash va yig'ishdagi nuqsonlar. Eritib payvandlashda nuqsonlarning o'ziga xos ko'rinishlari quyidagilar hisoblanadi: V-simon, X-simon va U-simon ishlov berilganda chetlarining og'ish burchaklarining noto'g'riligi, ulanayotgan uchlarning uzunlik bo'yicha juda ko'p yoki kam to'ntoqlashuvi (o'tmaslashuvi); ulanayotgan elementlari uzunligi bo'yicha chetlar orasidagi oraliqning bir xil bo'lmasligi; ulanayotgan tekisliklarning bir biriga mos kelmasligi, payvandlanayotgan detallar chetlari orasidagi oraliqning juda kattaligi, chetlarining qatqatlashuvi va ifloslanishi.

Aytib o'tilgan nuqsonlar zagotovkalarga ishlov berilgan stanokli qurilmaning nosozligi oqibatida; dastlabki materialning sifati yomonligidan, chizmalardagi hatoliklardan; chilangar va yig'uvchilar malakasining kamligidan vujudga kelishi mumkin.

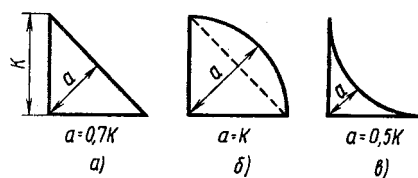
Chok shakli nuqsonlari. Payvand choklarining shakli va o'lchamlari odatda texnik shartlar bilan beriladi, chizmalarda ko'rsatiladi va standartlar orqali tartibga solinadi, chizmalarda ko'rsatiladi va standartlar bilan tartibga solinadi. Uchma-uch choklarning konstruktiv elementlari (3.1- rasm) ularning eni e , kuchaytirish balandligi q va eritib quyishlar q_1 hisoblanadi; tavrli va ustma-ust qiya chetlarsiz bo'lgan burchak choklarning (3.2-rasm) konstruktiv elementlari esa katet K va qalinlik a hisoblanadi. Choklarning o'lchamlari payvandlanayotgan metallning qalinligi S ga va konstruktiviyalardan foydalanish shartlariga bog'liq.

Payvand birikmalarini eritib payvandlashning istagan uslublari bilan bajarishda choklarning eni va balandligi notekis bo'lishi, balandliklar, chuqurchalar, katetlari va burchak choklarining balandligi bir tekis bo'lmasligi mumkin (3.3- rasm).

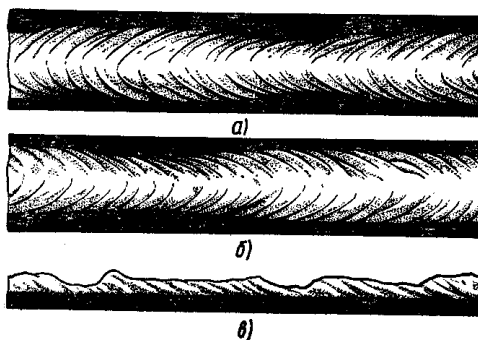
Choklarning notekis kengligi payvandchining ko'rish-xarakatlanish koordinatsiyasiga (KHK) bog'liq bo'ladigan elektrodning noto'g'ri xarakatlari natijasida shuningdek, yig'ishda qirralar orasida vujudga kelgan berilgan oraliqdan og'ishlar natijasida paydo bo'ladi. Avtomatik payvandlashda bunday nuqsonning vujudga kelishi sababi simni uzatish tezligining, buzilishi payvandlash tezligining va hokazolar hisoblanadi.



3.1- rasm. Uchma-uch choklarning asosiy konstruktiv elementlari:
a – kichik qalinlikdagi uchlarni ishlov bermagan; b – V-simon ishlov bilan.



3.2-rasm. Valikli choklarning asosiy konstruktiv elementlari:
a – normal (me'yordagi), b – qavariq, v – boshiq



3.3-rasm. Chok shakllari nuqsonlari:
a – dastaki payvandlashda kengligining notekisligi, b – shuning o'zi avtomatik payvandlashda, v – notekis kuchaytirish – do'ngliklar va chuqurliklar.

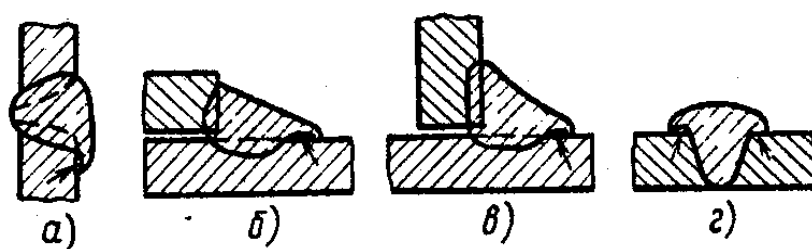
Chok uzunligi bo'yicha kuchaytirishning notekisligi, mahaliy balandliklar va chuqurliklar dastaki payvandlashda payvandchining malakasi etishmasligi sababli va birinchi navbatda payvanchining KHK xususiyati bilan; qisqa choklarni eritishning noto'g'ri usullari, elektrodning qoniqarsiz sifati bilan izohlanadi.

Avtomatik payvandlashda bu nuqsonlar kam uchraydi va payvandlash tezligini sozlovchi avtomat mexanizmidagi nosozliklar oqibatida bo'ladi.

Chok shaklining sanab o'tilgan nuqsonlari birikmaning mustaxkamligini pasaytiradi va ichki nuqsonlar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

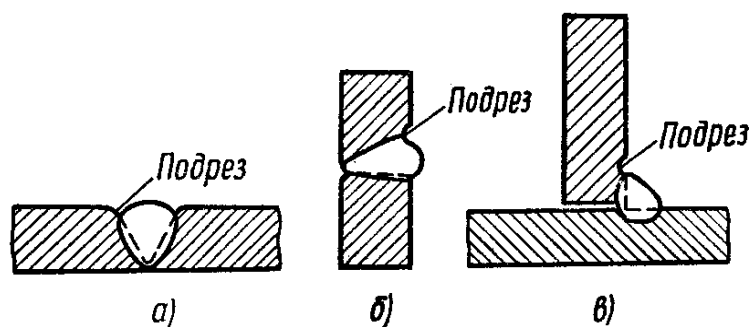
Tashqi nuqsonlar. Unga oqmalar, kesiklar, to'ldirilmagan kraterlar, kuyindilar kiradi.

Oqmalar elektrodning erigan metalli erimagan asosiy metall ustiga oqib tushganda yoki oldin bajarilgan valikka u bilan qorishmasdan oqib tushishi natijasida vujudga keladi (3.4-rasm). Oqmalar ayrim zonalar ko'rinishdagi mahaliy, shuningdek uzunligi bo'yicha ancha katta bo'lishi mumkin. Oqmalar yoy uzun bo'lganda tok kuchi me'yordan ortiqsligi va payvandlash tezligi katta, chokning fazoviy holati noqulay bo'lganda (vertikal, shipda), payvand choki qo'yiladigan tekislik qiyaligi katta bo'lganda, flyus ostida halqali choklarni payvandlashda elektrod noto'g'ri yuritilganda yoki elektrod simi noto'g'ri ko'chirilganda; vertikal choklarni pastdan yuqoriga tomon bajarganda va payvandchining tajribasi etarli bo'lmaganda vujudga keladi.



3.4-rasm. Choklardagi oqmalar.

a – vertikal, b – ustma-ust birikmalarda, v – tavrli birikmada, g – uchma uch birikmalarda yoki valiklarni eritib qoplashda.



3.5-rasm. Kesiklar.

a – uchma-uch chokda; b – vertikal tekislikda oʻrnatilgan gorizontall chokda; v – tavrli birikmaning burchakli chokida.

Kesiklar asosiy metallda chokning chetlari boʻylab davom etuvchi chuqurliklardan (ariqchalardan) (3.5-rasm) iborat boʻladi. Kesma (kesik) chuqurligi millimetrning oʻndan bir ulushlaridan bir necha millimetrgacha boʻlishi mumkin. Bu nuqsonning paydo boʻlishiga katta kuchdagi tok va yoyning yuqori kuchlanishi; payvandlashdagi noqulay fazoviy holat; payvandchining ehtiyotsizligi sabab boʻladi.

Chokdagi kesiklar metallning ishchi qalinligini kamaytiradi, ishchi yuklanishlardan maxaliy kuchlanishlarni vujudga keltiradi va foydalanish jarayonida choklarning emirilishga sababchi boʻlishi mumkin.

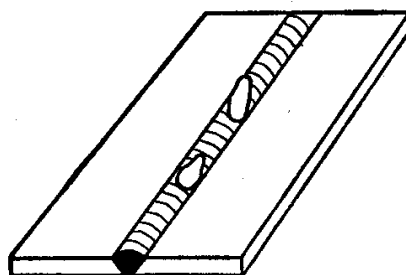
Taʼsir qiluvchi kuchlanishlarga koʻndalang joylashgan uchma-uch va burchakli choklardagi kesiklar vibratsion mustaxkamlikning keskin pasayishiga olib keladi; taʼsir qiluvchi kuchlanish boʻylab joylashgan xatto yirik kesiklar xam koʻndalang joylashgan kesiklardan koʻra mustaxkamlikka ancha kam darajada taʼsir koʻrsatadi.

Krater – payvandlash qoʻqqisidan toʻxtatilganda chok oxirida paydo boʻladigan chuqurlik. Kraterlar qisqa choklarni bajarishda ayniqsa koʻp vujudga keladi. Kraterning oʻlchamlari payvandlash tokining kattaligiga bogʻliq. Dastaki (qoʻlda) payvandlashda kraterning diametri 3 dan 20 mm oraligʻida boʻladi. Avtomatik payvandlashda u ariqcha koʻrinishdagi uzun shaklga ega boʻladi. Toʻldirilmagan kraterlar payvand birikmaning mustaxkamligiga yomon taʼsir koʻrsatadi, chunki ular kuchlanishlarning toʻplanishiga sabab boʻladi. Vibratsion yuklanishda kamuglerodli poʻlat birikma mustaxkamligining pasayishi 25% ga etadi, kamlegirlangan poʻlat birikmalar chokida krater mavjud boʻlganda mustaxkamlikning pasayishi 50% ni tashkil etadi.

Kuyindilar – payvand chokida farron (ochiq) teshik koʻrinishdagi nuqsonlar boʻlib, ular payvand vannasining oqib chiqib ketishi

oqibatida, uncha katta bo'lmagan qalinlikdagi metallni va ko'p qatlamli choklarda birinchi qatlamni payvandlashda, shuningdek vertikal choklarni pastdan yuqoriga tomon payvandlashda vujudga keladi (3.6-rasm).

Kuyishlarning sababi yoyning xaddan tashqari yuqori pogon energiyasi, notekis tezlikda payvandlash, ta'minot manbaini to'xtatish, payvandlanadigan elementlar chetlari orasidagi tirqishning kattaligi. Barcha hollarda kuydirishda yuzaga keladigan teshik to'ldirilsa xam, biroq shu joydagi chok tashqi ko'rinishi va sifatiga ko'ra qoniqarsiz bo'ladi.



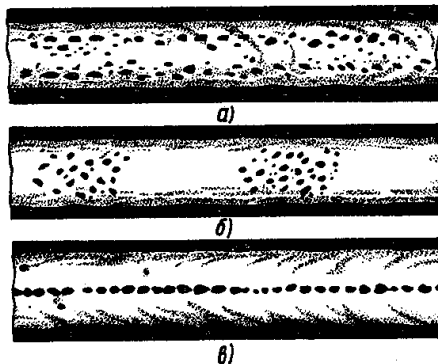
3.6-rasm. Kuyindilar

Kuyan joylar metall uchida yoyning uyg'onishi natijasida ("elektrod bilan yondirishda") vujudga keladi. Bu nuqson kuchlanishlarning to'planishi manbai bo'ladi, uni mexanik usulda bartaraf etiladi.

Ichki nuqsonlar. Ularga bo'shliqlar (g'ovaklar), shlakli qo'shilmalar, pishmaganlar, qorishmaganlar va yoriqlar kiradi. Dumaloq shakldagi bo'shliqlar ko'rinishdagi, gaz bilan to'ldirilgan g'ovaklar (3.7-rasm) payvandlanayotgan metall uchlarining ifloslanganligi, nam flyusdan yoki nam elektrodlardan foydalanganlik, karbonat angidridi muhitida payvandlashda chokni himoyalash etarlicha bo'lmasligi, payvandlash tezligi ortirilgani va yoy uzunligi ortiqcha bo'lishi oqibatida vujudga keladi. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlashda, ayrim xollarda esa katta toklarda flyus ostida farron g'ovaklar svishlar hosil bo'ladi.

Ichki bo'shliqlarning o'lchamlari diametrlari 0,1 mm dan 2 – 3 mm gacha, ba'zan esa undan xam ortiq bo'ladi. Chok sirtiga chiquvchi bo'shliqlar katta o'lchamli bo'lishi xam mumkin. Flyus ostida va karbonat angidrid gazida katta toklarda payvandlashda svishlar 6 – 8 mm gacha diametrga ega bo'lishi mumkin. "Qurtsimon" g'ovaklar bir necha santimetrli uzunlikka ega bo'ladi.

Bir tekis g'ovaklik (3.7-a rasm) muntazam ta'sir etuvchi omillarda; asosiy metallning payvandlanayotgan sirtlar bo'yicha ifloslanganda (zang bosganda, moy tekkanda va xokazo), elektrodlar qoplamasi qalinligi bir xil bo'lmaganda va xokazo. Bo'shliqlarning to'planishi (3.7-b rasm) mahaliy ifloslanishlarda yoki payvandlashning belgilangan tartibidan og'ishishlarda, shuningdek elektrodni moylash yaxlitligi buzilganda, chok boshida payvandlashda, yoy uzilganda yoki uning uzunligi tasodifan o'zgartirilganda paydo bo'ladi.



3.7-rasm. Chokda erigan metallidagi g'ovakning ko'rinishi:
a – bir tekis g'ovaklik, b – bo'shliqlarning to'planganligi, v – bo'shliqlar zanjiri.

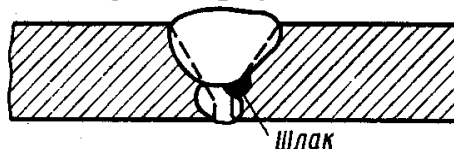
Bo'shliqlar zanjiri (3.7 v rasm) gazsimon maxsulotlar metallga chok o'qi bo'ylab uning butun bo'yi bo'ylab singib ketganida vujudga keladi (zang bo'yicha payvandlashda, chok ildizini sifatsiz elektrodlar bilan eritishda). Yakka bo'shliqlar tasodifiy omillarning ta'siri hisobiga (tarmoqda kuchlanishning o'zgarib turishi va xokazo). Alyuminiy va titan qotishmalarini payvandlashda bo'shliqlarning paydo bo'lishi ehtimoli katta, po'latlarni payvandlashda esa bu ehtimol kichik.

Payvand choki metallida shlakli kirishmalar – bu nometall moddalar (shlaklar, oksidlar) bilan to'ldirilgan uncha katta bo'lmagan hajmlardir. Shlakli kirishmalarining paydo bo'lishi ehtimoli ko'p jihatdan payvandlash elektrodining markasi bilan belgilanadi. Yupqa qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda shlakli kirishmalarining paydo bo'lishi ehtimoli juda kattadir.

Ko'p shlak beruvchi sifatli elektrodlar bilan payvandlashda erigan metall suyuq xolatda uzoqroq vaqt turadi va nometall kirishmalar uning sirtiga qalqib chiqishga ulguradi, buning natijasida chok shlak kirishmalari bilan ozroq miqdorda ifloslanadi.

Shlakli kirishmalarni makro va mikroskopik kirishmalarga ajratish mumkin. Makroskopik kirishmalar cho'zilgan “dumlar” ko'rinishidagi

sferik va cho‘ziq shaklga ega bo‘ladi. Bu kirishmalar chokda payvandlanayotgan uchlarni kuyindi va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalamaslik oqibatida va ko‘pincha ichki kesiklar hamda ko‘p qatlamli choklarning birinchi qatlamlari sirtlarini keyingilarini payvandlashdan oldin shlakdan yomon tozalaganda paydo bo‘ladi (3.8-rasm).

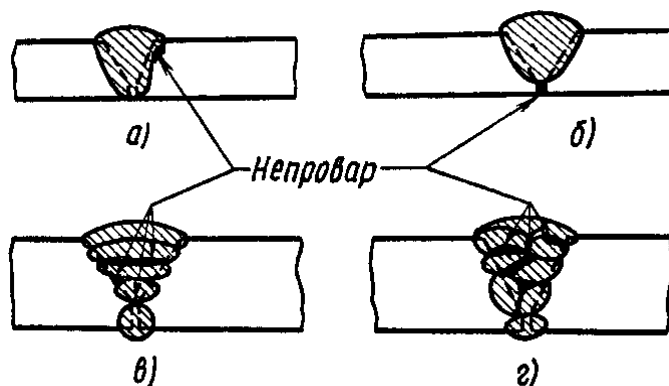


3.8-rasm. Ko‘p qatlamli chokda uchning kesilishi bo‘yicha shlakli kirishmalar.

Makroskopik shlakli kirishmalar eritishi jarayonida kristallanishda chokda qoladigan ayrim kimyoviy birikmalarning paydo bo‘lishi natijasida vujudga keladi.

Oksidli plyonkalar payvandlashning barcha turlarida vujudga kelishi mumkin. Ularning paydo bo‘lishi sababi shlakli kirishmalar kabidir: payvandlanayotgan sirtlarning ifloslanganligi, ko‘p qatlamli payvandlashda chok qatlamlari sirtining shlakda yomon tozalanishi; elektrod qoplama yoki flyusning sifati pastligi; payvandchining malakasi pastligi va xokazo.

Neprovarlar (yaxshi pishmaganlar) – bu payvand birikmasida chetlarning to‘liq erimasligi yoki avval bajarilgan valiklarning to‘liq erimasligi oqibatida mahaliy erimaslik ko‘rinishidagi nuqsondir. Asosiy metallning eritilgan metall bilan qorishmasligi ko‘rinishidagi neprovarlar (3.9-a rasm), oksidlarning yupqa qatlamini tashkil etadi, ayrim xollarda esa asosiy va eritilgan metall orasidagi qo‘pol shlakli qatlamini tashkil etadi.



3.9-rasm. Pishmagan (etilmagan) joylar:

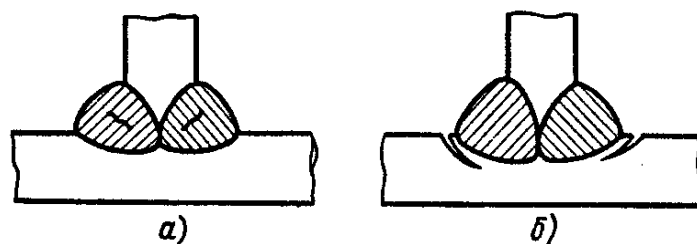
a – asosiy metall bilan uchi bo‘yicha; b – chok ildizida; v – alohida qatlamlar orasida; g – valiklar orasida.

Bunday neprovarlarning paydo bo'lishi sababi payvandlanayotgan detallar chetlarining kuyindi, zang, bo'yoq, shlak, moy va boshqa ifloslanishlardan yomon tozalanishi, yoyning magnit maydonlar ta'sirida adashishi yoki og'ish, ayniqsa o'zgaras tokda payvandlashda; elektrodlar oson eruvchi materialdan bunday elektrodlar bilan chok to'ldirilganda suyuq metall erimagan payvandlash chetlariga oqib tushadi, payvandlash tezligi xaddan tashqari tez, bunda payvandlanayotgan chetlar (uchlar) erishga ulgurmaydi; elektrodning payvandlanayotgan uchlarining birortasi tomon ancha siljishi, bunda erigan metall ikkinchi erimagan uchga oqib, pishmagan joyni yopadi; asosiy metall, payvand simi, elektrodlar, flyuslar va xokazolarning sifati qoniqarsizligi; payvandlash qurilmasining qoniqarsiz ishlashi – payvandlash jarayonida payvandash toki kuchining va yoy kuchlanishining tebranishi (o'zgarishi); payvandchining malakasi pastligi.

Chok ildizida (asosida) pishmagan joylarning paydo bo'lishi sabablari (3.9-a rasm) yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari uchlarining qiyalik burchagining etarli bo'lmasligi; ular o'tmaslashishining yuqori kattalikdaligi; payvandlanayotgan detallar uchlarini orasidagi oraliqning etarli emasligi; chok oralig'iga quyiladigan elektrod yoki prisadka simi kesimining kattaligi, bu asosiy metallning erishini ancha qiyinlashtiradi. Alohida qatlamlar orasida pishmaganlik (3.9-v, g rasm) quyidagi sabablarga ko'ra yuzaga keladi: oldingi valik qo'yilganda vujudga keladigan shlak to'la olib tashlanmagan, bu xol uni olib tashlash qiyinligidan yoki payvandchining pala-partishligi tufayli yuzaga kelishi mumkin; issiqlik quvvati etarli emasligi (kichik tok, juda uzun yoki qisqa yoy).

Yoriqlar – uzilish ko'rinishdagi payvand birikmaning qisman mahalliy emirilishi (buzilishi) (3.10-rasm). Yoriqlarning paydo bo'lishiga quyidagi omillar sabab bo'ladi: qattiq maxkamlangan konstruktsiyalarda legirlangan po'latlarni payvandash, havoda toblashga moyil bo'lgan uglerodli po'latlarni payvandlashda sovitish tezligining yuqoriligi; konstruktsion legirlangan po'latni avtomatik payvandlashda yuqori uglerodli elektrod simning qo'llanilishi; qalin devorli idishlar va buyumlarda ko'p qatlamli choklarning birinchi qatlamini quyishda payvand tokining yuqori zichliklaridan foydalanish; elektrshlakli payvandlashda detallar uchlarini orasidagi oraliqning etarli emasligi; flyus ostida avtomatik payvandlashda xaddan ortiq chuqur va tor choklar; past

haroratda payvandlash ishlarini bajarish; konstruksiyalarni “kuchaytirish” uchun choklarni xaddan ortiq ko‘chaytirish (ustma-ust quyishlarning qo‘llanishi va xakozo), buning natijasida payvand birikmada yoriqlarning paydo bo‘lishiga imkon beruvchi payvand kuchlanishlar ortadi; payvand birikmalarda kuchlanishlarning to‘planishi hisoblanadigan boshqa nuqsonlarning mavjudligi, ular ta’sirida bu nuqsonlar sohasida yoriqlar rivojlana boshlaydi.



3.10-rasm. Payvand chok va birikmalardagi yoriqlar:
a – eritilgan metallda, b – erish va termik ta’sir zonalarida

Yoriqlar eng havfli nuqsonlar qatoriga kiritiladi va amaldagi barcha me’yoriy-texnik xujjatlarga ko‘ra yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi.

Yopishishlar payvandlanayotgan sirtlarda yoki metall chetlarida kichik ko‘rinishdagi qo‘polliklardan iborat. Yopishishlar – juda havfli nuqsonlar bo‘lib, zamonaviy defektoskopiya vositalari bilan yaxshi aniqlanmaydi. Bunday nuqsonlarning vujudga kelishining eng ko‘p ehtimoli alyuminiy-magniyli qotishmalarni argon yoyli payvandlashda shuningdek kontaktli payvandlashda va bosim bilan payvandlashda bo‘ladi. Bosim bilan payvandlashda o‘z xarakteri bo‘yicha yuqorida sanab o‘tilganlardan farq qiladigan nuqsonlar vujudga keladi. Biroq shlakli kirishmalar, kesiklar, toshmalar va kraterlar kabi nuqsonlar odatda uchramaydi.

Uchma-uch, nuqtali va chokli kontakt payvandlashning umumiy nuqsonlari metallning kuyishi, pishmaganlik, erimay qolganlik, g‘ovaklik, radial va bo‘ylama yoriqlar hisoblanadi. Bu nuqsonlar payvandlash texnologiyasini buzish natijasida vujudga keladi (katta yoki kichik tokda, bosim, cho‘kish tezligi noto‘g‘ri tanlanganda, va tok ostida ushlab turish davomiyligi noto‘g‘ri tanlanganda va xakozo). Bu nuqsonlarning xammasi birikmalarning ish qobiliyatini pasaytiradi. Bosim bilan payvandlashdagi nuqsonlarni eritib payvandlashdagi nuqsonlarga qaraganda aniqlash odatda ancha murakkab.

3.2 Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta'siri.

Payvand birikmalarning sifatini nazorat qilishda va ularning foylanishda yaroqliligini baholashda tashqi va ichki nuqsonlarning konstruksiyaning mustaxkamlik xarakteristikalariga ta'sirini bilish zarur. Nuqsonlarning havfligi ularning xususiy xarakteristikalariga (turlari, ko'rinishlari, o'lchovlari, shakllari va x.k.) ning ta'siri bilan bir qatorda ko'pgina konstruksion va ekspluatatsion omillarga bog'liq. Bu masalani o'rganish xam amaliy, xam nazariy jihatdan katta qiyinchiliklar tug'diradi. Ko'pchilik xollarda u yoki bu turdagi nuqsonning konstruksiyalarning ishlash qobiliyatiga ta'sir ko'rsatish darajasi nuqsonli namunalarni sinab aniqlanadi.

Konstruksiyani foydalanishga topshirishda dastavval tashqi nuqsonlarning yo'l qo'yilishi baholanadi. Tashqi nuqsonlarga yo'l qo'yish qiymatlari odatda, konstruksiyani tayyorlashga oid texnik shartlarda ko'rsatilgan va undan foydalanish sharoitlariga bog'liq. Chokni kuchaytirish statik mustaxkamlikni kamaytirmasligi, aniqlangan, biroq u vibratsion mustaxkamlikka kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Chokni kuchaytirish qancha ko'p bo'lsa, va binobarin, asosiy metallardan eritiladigan metallga o'tish burchagi qancha kichik bo'lsa, u chidamlilik chegarasini shunchalik kuchliroq pasaytiradi. Shunday qilib, chokni xaddan ortiq kuchaytirish vibratsion, dinamik va takroriy-statik yuklanishlarda ishlovchi payvand birikmalar sifatini yaxshilash bo'yicha texnologik jarayonni optimallashtirishdan olingan barcha afzalliklarni nolga olib kelishi mumkin.

Kesik havfli tashqi nuqson hisoblanadi. Unga chidamlilikka ishlaydigan konstruksiyalarda yo'l qo'yilmaydi. Statik yuklanishlar ta'sirida ishlovchi konstruksiyalarda chok kesimini ko'pi bilan 5% ga susaytiruvchi uzunligi katta bo'lmagan kesiklarni yo'l qo'yish mumkin bo'lgan kesiklar deb hisoblash mumkin.

Oqma (napliv) lar choklarning tashqi shaklini o'zgartirib, kuchlanishlar kontsentrator (markaz) larnini hosil qiladi va shu bilan konstruksiyalarning pishiqligini pasaytiradi. Katta davomiylikdagi oqavalarni yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar deb hisoblash lozim, chunki ular kuchlanishlarni to'plashgandan tashqari ko'pincha yaxshi etilmasliklar (neprovar) bilan birga bo'ladi.

Payvandlash rejimlarining me'yordagilardan tasodifiy chetlashishlari bilan yuzaga kelgan uncha katta bo'lmagan maxalliy oqavalarni yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan nuqsonlar deb hisoblash mumkin.

Kraterlar, kuyindilar singari, barcha xollarda yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi va tuzatilishi kerak.

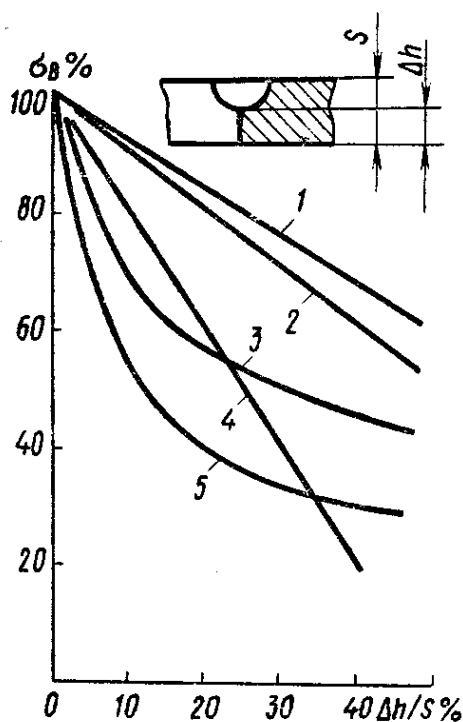
Payvand birikmaning sifatini yakuniy baholash uchun nazoratchi ichki nuqsonlarning yo‘l qo‘yilishi chegarasini bilishi kerak, bu chegara sinovlar asosida o‘rnatiladi. Ko‘p sonli tadqiqot natijalarining ko‘rsatishicha plastik materiallar uchun statik yuklanishda (3.11-rasm, 1, 2, 4 egri chiziqlar) etilmaganlik (neprovar) kattaligining ularning mustaxkamligi kamayishiga ta’siri neprovarning nisbiy chuqurligiga yoki uning yuziga to‘g‘ri proporsional. Plastikligi kichik (kam) va o‘ta mustaxkam materiallar uchun statik yuklanishda (3.11-rasm, 3, 5) shuningdek dinamik yoki vibratsion yuklanishda (3.12-rasm) ish unumini yo‘qotish bilan nuqson kattaligi orasidagi mutanosiblik buziladi.

Chok kesimida nisbiy yuzi 5 - 10% gacha bo‘lgan bo‘shliqlar va shlakli kirishmalar birikmaning statik mustaxkamligiga amalda kam ta’sir ko‘rsatish aniqlangan (3.13-rasm). Agar choklar ancha katta kuchaytirilgan bo‘lsa, u xolda yig‘inda yuzi chok kesimining 10 – 15% ga teng bo‘shliqlar va shlakli kirishmalar statik mustaxkamlikka kam ta’sir qiladi. Bir qator konstruktsiyalar (garrovga qo‘yiladigan detallar, armaturaning ulanish joylari) uchun bunday nuqsonlarning joylashgan o‘rniga bog‘liq xolda ularning yo‘l qo‘yiladigan kattaligi chok kesimining 10 – 25% ini tashkil etishi mumkin.

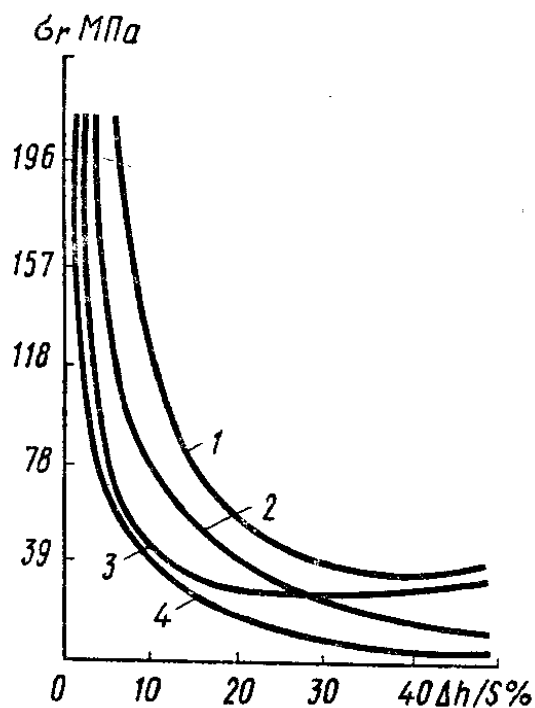
Yoriqlar, oksidli pardalar, erib qo‘shilmay qolganlar kabi nuqsonlar yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan nuqsonlar hisoblanadi.

3.3 Nuqsonlarni tuzatish usullari.

Nojoiz tashqi va ichki nuqsonlar aniqlanganda ular albatta bartaraf qilinadi. Tashqi nuqsonlarni yo‘qotish tanlangan joylarda silliq o‘tishlarni ta’minlangan xolda jilvirlash orqali amalga oshiriladi. Agar yig‘maning maksimal chuqur joyda detall devorining minimal yo‘l qo‘yiladigan qalinligi saqlangan bo‘lgan xolda tanlab olingan joylarni payvandlamasa xam bo‘ladi. Chokning teskari tomonidan nuqsonlarni yo‘qotish asosiy metall bilan yuzining butun uzunligi bo‘ylab chokning teskari tomonidan amalga oshiriladi.



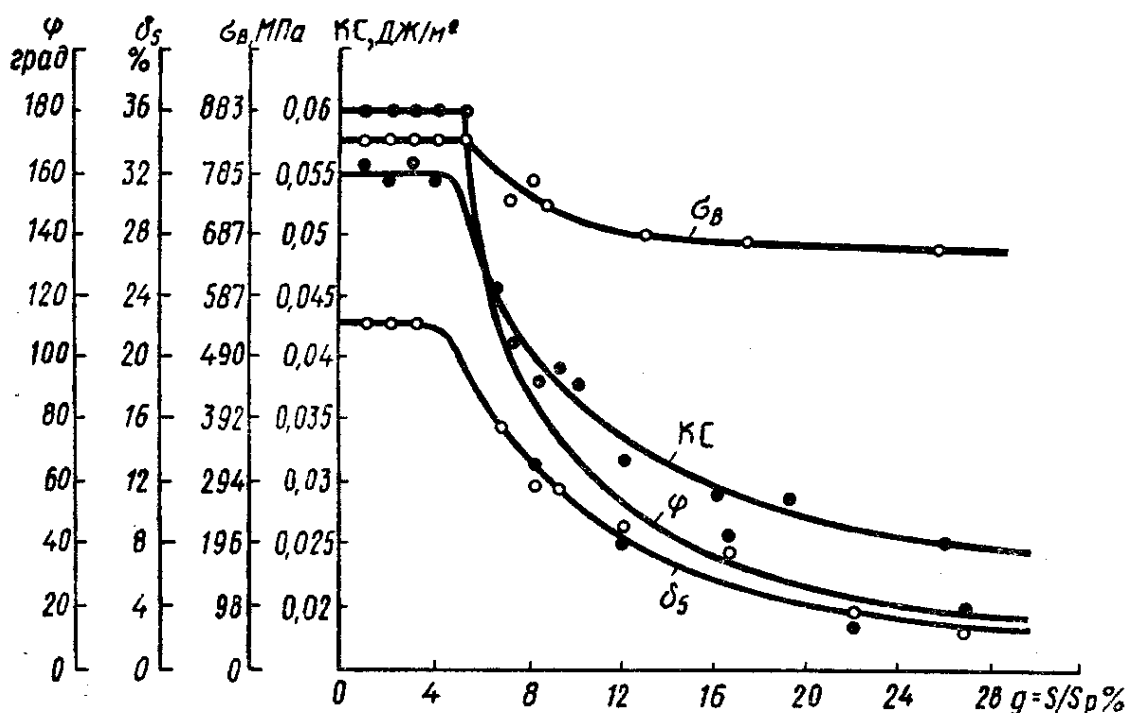
3.11-rasm. Chok ildizi neproviri nisbiy chuqurligi $\Delta h/S$ ning tutashtiriluvchi birikmalarning statik mustaxkamligiga ta'siri (kuchaytirishsiz):
1 - CT3 po'lati; 2 - 12X18H9T po'lati;
3 - 225XΓΦA po'lati; 4 - Д16T; 5 - 30XΓCHA po'lati.



3.12-rasm. Nuqsonlarning $\Delta h/S$ nisbiy kattaligining kamuglerodli po'latlardan tayyorlangan tutashtiriluvchi payvand birikmalarning charchash mustaxkamlashga ta'siri (kuchaytirishsiz):
1 - kesiklar; 2 - bo'shliqlar; 3 - chok ildizining yaxshi eritilmaganligi; 4 - shlaklar.

Agar mexanik ishlov berish jarayonida (jilvirlashda) tashqi nuqsonlarni to'la tuzatish imkoni bo'lmasa, u xolda ularni, yo'l qo'yib bo'lmaydigan nuqsonlar sifatida to'la yo'qotish zarur.

Chuqurlashgan tashqi va ichki nuqsonlarni (nuqsonli uchastkalarni) yo'qotish alyuminiy, titan va ularning qotishmalaridan yo'qotishni faqat mexanik usulda abraziv asbob bilan jilvirlash yoki kesish, shuningdek kesib tashlab, keyin jilvirlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Bir qator xollarda po'latdan yasalgan konstruksiyalarda nuqsonli uchastkalarni havo-yoyli yoki alangali-yoyli strojka bilan keyinchalik tanlab olingan sirtni abraziv asboblari bilan ishlov berish yo'qotishga yo'l qo'yiladi. Bunda uglerodli va kremniy marganetsli po'latlardan yasalgan buyumlarning sirlari kesish izlari to'liq yo'qotilguncha tozalanish (jilvirlanishi) kerak.



3.13-rasm. Nuqsonlarning (bo'shliqlarning) nisbiy yuzining legirlangan po'latdan qilingan tutashtiruvchi birikmalarning mexanik xossalariga ta'siri ($\sigma_v = 850 \text{ MPa}$ toblashdan va yumshatishdan so'ng)

Majburiy termik ishlov berilishi lozim bo'lgan va legirlangan xamda xromli po'latlardan ishlangan payvand birikmalarda tanlamalarni pishirib nuqsonlarni tuzatishni payvand birikmani yuqori ($450 - 650 \text{ }^\circ\text{C}$) sovutishdan so'ng (oraliq, yakuniy yoki dastlabki) amalga oshirish lozim, texnologik yo'riqnomalarda qayd qilib o'tilgan ayrim xollar bundan mustasno.

Nuqsonli joylarni yo'qotishda ma'lum shartlarga rioya qilish maqsadga muvofiqdir. Yo'qotilayotgan uchastkaning uzunligi nuqsonli joy uzunligi plyus xar tomondan $10 - 20 \text{ mm}$ ga teng bo'lishi, tanlanmani ajratish eni esa shunday bo'lishi kerakki, payvandlangandan so'ng chokning eni payvandlanguncha bo'lgan enining ikki barobaridan ortiq bo'lmasin. Payvandlash uchun tayyorlangan tanlamlarning shakli va o'lchamlari istalgan joyda ishonchli payvand qilish imkonini ta'minlash kerak. Xar bir tanlanmaning sirti keskin chiqiqlarsiz, o'tkir chuqurliklar va do'ngliklarsiz silliq qiyofaga ega bo'lishi kerak. Nuqsonli uchastkani payvandlashda asosiy metallning yaqinidagi uchastkalarining yopilishi ta'minlanishi kerak.

Payvandlangandan so‘ng uchastkani kraterdagi chuqurliklar va do‘ngliklarni to‘liq yo‘qotguncha tozalash, unda asosiy metallga silliq o‘tishni bajarishi zarur.

Farron yoriqli payvand choklarda payvandlashdan oldin yoriqlarning tarqalib ketishning oldini olish uchun ularning uchlari parmalab teshish talab qilinadi. Bunday xolda nuqsonli qism to‘liq chuqurlikka payvandlanadi. Nuqsonli qismni payvandlashni eritib payvandlash usullaridan biri (dastaki, yoyli, inert gazlar muhitida yoyli va x.k.) bilan amalga oshiriladi.

Payvand birikmalarining tuzatilgan choklari buyumning sifatiga qo‘yiladigan talablarga muvofiq takroran nazoratdan o‘tkazilishi kerak. Agar bunda xam yana nuqsonlar aniqlansa, u xolda zarur talablarga rioya qilgan xolda ularning takroriy tuzatilishi amalga oshiriladi. Aynan bitta nuqsonli uchastkani tuzatish soni konstruktsiyaning ahamiyatliligi toifasiga bog‘liq va odatda, uchtdan ortmaydi.

Nazorat savollari:

1. Tashqi nuqsonlarning paydo bo‘lishiga qanday asosiy omillar ta’sir ko‘rsatadi?
2. Ichki nuqsonlarning paydo bo‘lishi sabablarini ayting va ularning payvand konstruktsiyalarning ish qobiliyatiga ta’siri to‘g‘risida so‘zlab bering.
3. Nuqsonlarni tuzatishning mavjud usullarini sanab o‘ting.

4 – MA’RUZA.

FIZIK KIMYO ASOSLARI

Reja:

- 4.1. Gazlarning fizik xossalari. Gaz xolatining tenglamasi.
- 4.2. Dalton qonuni.
- 4.3. Issiqlik sig‘imi.
- 4.4. Ichki energiya.

Asosiy metall qirralarining, qo‘shimcha metallining erishidan va hosil bo‘lgan payvand vannaning kristallanishidan iborat payvand chokining hosil bo‘lishining tez kechuvchi jarayonlari qaytmas jarayonlar xisoblanadi.

Payvandlash xududida yangi moddalar metall va muhit o'rtasidagi kimyoviy reaksiya mahsulotlari paydo bo'lishi mumkin, chunki o'zining etarlicha yuqori erish temperaturalarida metallar juda katta kimyoviy aktivlikni namoyon etadi.

Elektr yoy yoki gaz payvandlashda chok metallning tarkibini o'zgartiruvchi payvandlash xududidagi kimyoviy reaksiyalar yuqori va tez o'zgaruvchi haroratlar sharoitida yuz beradi.

Payvandlashdagi murakkab metallurgik jarayonlarni o'rganish va payvandlash xududida yuz beradigan jarayonlarning mexanizmini tushunish uchun fizik kimyo sohasida bilimlarga ega bo'lishni talab etadi.

Fizik kimyo moddiy tizimlarning tarkibi va xossalari ular sodir etiladigan fizik sharoitlarga bog'liq holda moddiy tizimlarning tarkibi va xossalarning o'zgarishi jarayonini ko'rib chiqadi.

4.1. Gazlarning fizik xossalari. Gaz xolatining tenglamasi. Gazning fizik xolati uchta kattalik: harorat T , bosim P va hajm V tavsiflanadi. Bu kattaliklar bir-biri bilan gaz xolati tenglamasi deb ataluvchi munosabat bilan bog'langan.

Gaz xolati tenglamasi uchta qonun asosida keltirib chiqarilgan:

Boyl-Moriott qonuni, $PV = \text{const}$;

Gey-Lyussak qonuni, $P = \text{const}$;

Avogadro qonuni, bu qonunga ko'ra teng bosim va haroratlarda barcha gazlarning teng xajmlari bir xil miqdordagi molekulaga ega bo'ladi.

Bir atmosferaga teng bosimda va selsiy bo'yicha nol gradusga teng haroratda bir molekula (mol) $V_0 = 22,4$ l xajmni egallaydi.

Bir moldagi molekulalar miqdori Avogadro soni yoki doimiysi deyiladi:

$$N_0 = 6,023 \cdot 10^{23}; N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{KHCM}}{\text{МОЛЬ}}$$

Bu uch qonunni qanoatlanuvchi holat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$PV = nRT \quad (1)$$

Bunda P –gaz bosimi, atm. xisobida;

V –gaz xajmi, l xisobida;

n –gaz mollari miqdori;

R –gaz doimiysi.

Gaz doimiysi gazning o'zgarmas bosimda uni bir gradus isitganda gazning kengayishi ishini ifodalaydi.

Agar tenglamaga molyar xajm kiritilsa:

$$V = \frac{v}{n},$$

u holda $p \cdot v = RT$ (2)

tenglamani olamiz, $R = 8,31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$

Agar gaz doimiysini gaz bitta molekulasi nisbatini olsak Boltsman doimiysi deb ataluvchi yangi doimiyni hosil qilamiz:

$$K = \frac{R}{N} = 1,38 \cdot 10^{-16} \frac{\text{эрг}}{\text{град}}; K = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Ж}}{\text{числ.град}}$$

Berilgan temperaturada gaz molekulasi ilgarilanma xarakati o'rtacha kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$E = \frac{3}{2} KT \quad (3)$$

4.2. Dalton qonuni. Gaz bir-biri bilan aralashtirilganda bir jinsli aralashmani hosil qiladi. Aralashmadagi har bir gaz shu xajmda boshqa gazlar bo'lmagandagi xossalarni saqlab qoladi. Bundan kelib chiqib, Dalton qonuni bunday ifodalanadi: gaz aralashmasining umumiy bosimi aralashmaga kiruvchi barcha gazlarning partial bosimlari yig'indisiga teng:

$$P_{\text{ar}} = \sum P_i \quad (4)$$

P_i – aralashmadagi aloxida gazning partial bosimi.

4.3. Issiqlik sig'imi.

Issiqlik sig'imi deb, modda miqdori birligini bir gradusga isitish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Gazlarning issiqlik sig'imining ikki turi farq qilinadi o'zgarmas xajmdagi issiqlik sig'imi (C_v), bunda gazning isitish o'zgarmas xajmda amalga oshiriladi.

O'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi (C_p) bunda isitish o'zgarmas bosimda amalga oshiriladi.

O'zgarmas xajmda isitilayotgan bir atomli ideal gaz uchun issiqlik molekulalarning ilgarilma xarakati kinetik energiyasini oshirishga sarflanadi. Shuning uchun o'zgarmas xajmdagi issiqlik sig'imini molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasidan aniqlash mumkin:

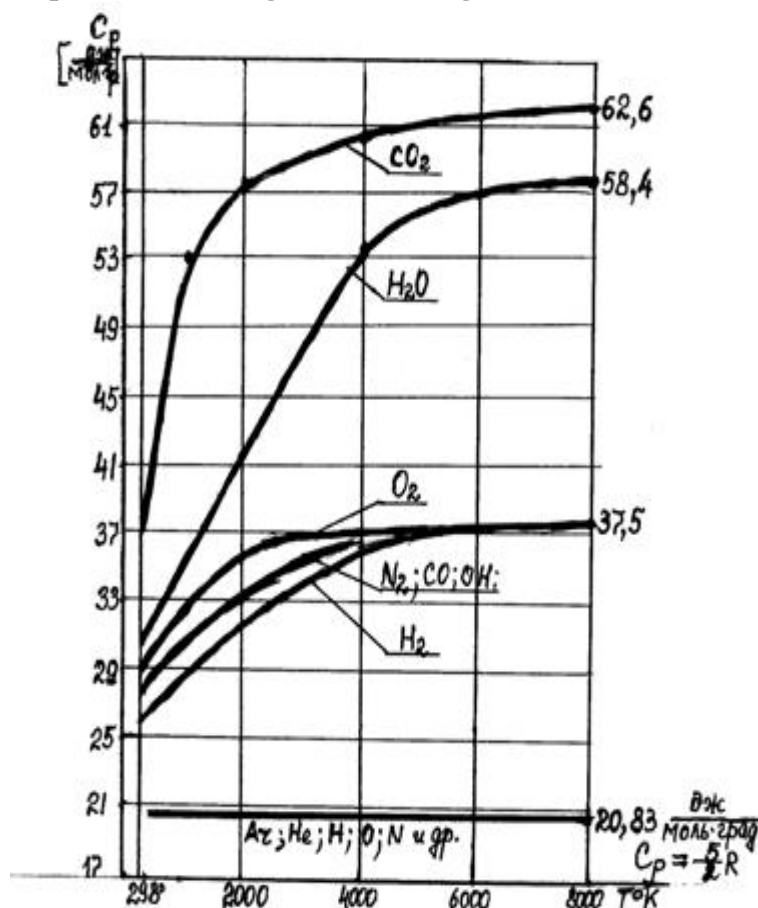
$$C_v = \frac{3KT}{2T} \cdot N_o = \frac{3}{2} K \cdot N_o = \frac{3}{2} R; \quad C_v = \frac{E}{T} \cdot N_o = \frac{3}{2} R$$

O'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi o'zgarmas xajmdagi issiqlik sig'imidan katta, chunki bunda gazning kengayishga ma'lum miqdordagi issiqlik sarflangan:

$$C_p = C_v + R = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R;$$

Bir atomli gazlarning issiqlik sig'imi temperaturaga bog'liq emas va o'zgarmas kattalikdir.

O'zgarmas xajmda isitiladigan ko'p atomli gazlar uchun issiqlik faqat molekulalarning kinetik energiyasini oshirishgina emas, balki molekulalarning o'z simmetriya o'qlari atrofida aylanish energiyasini oshirishga va atomlarning molekulada tebranishlari oshirishga xam sarflanadi. Shuning uchun molekuladagi atomlar qancha ko'p bo'lsa, va gazning temperaturasi qanchalik yuqori bo'lsa, ko'p atomli gazlarning issiqlik sig'imi shunchalik ko'p bo'ladi. Deyarli barcha payvandlash jarayonlari $C_p = \text{const}$ bo'lganda amalga oshiriladi.



4.1-rasm. Ko'p atomli gazlarning issiqlik sig'imini ($C_p = \text{const}$) haroratga bog'liqligi.

Grafikning ko'rsatishicha, ko'p atomli gazlarning issiqlik sig'imi temperatura oshishi bilan ortib borib, suyuq gaz uchun ma'lum chegaragacha yaqinlashadi:

$$C_p = a + bT + cT^2 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$$

$$1\text{kal} = 4,12 \text{ j} \approx 4,2 \text{ j}$$

$$1\text{kkal} = 4200 \text{ j}$$

4.4. Ichki energiya. Xar qanday fizik jism yashirin energiya zaxirasiga ega bo'lib, u shu jismni tashkil etuvchi zarrachalar xarakatining barcha shakllari natijasi xisoblanadi. Bu energiya ichki energiya deyiladi. Energiyaning miqdori jismning massasiga va tabiatiga, uning xolatiga, shuningdek, jism turgan tashqi sharoitlarga bog'liq.

Biror moddaning ichki energiyasi quyidagilardan iborat:

1. Moddaning massasini bilgan holda o'lchash mumkin bo'lgan yadroicha energiyasidan $E = mc^2$; C – yorug'lik tezligi

2. Molekula va atomlarning ilgarilanma, aylanma va tebranma xarakatlaridan

3. Elementar zarralarning o'zaro ta'sirlashuvi potentsial energiyasidan
Moddaning ichki energiyasi moddaning faqat tabiatigina emas, balki

$$U = f(p, v, T);$$

holat tenglamasi o'zgaruvchilariga xam bog'liq.

O'zgarmas xajmda isitiladigan ko'p atomli gaz uchun issiqlik sig'imi temperaturaga bog'liq bo'lgani uchun

$$\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT \quad \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$$

5 - MA'RUZA.

FIZIK KIMYO KONSTANTALARI.

Reja:

5.1. Entalpiya (issiqlik miqdori).

5.2. Entropiya.

5.1. Entalpiya (issiqlik miqdori).

Payvandlash jarayonlari o'zgarmas bosimda kechadi (olib boriladi) va shuning uchun gazni isitishda gazni kengaytirishga sarflanadigan

qo'shimcha energiya miqdorini sarflash zarur. Xisoblashlar qulay bo'lishi uchun yangi funktsiya tushunchasi kiritiladi, u (N) entalpiya yoki issiqlik miqdori deyiladi

$$H = U + pV \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$$

Bir atomli gaz uchun entalpiyaning o'zgarishi:

$$\Delta H = C_p (T_2 - T_1) \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$$

formula bilan aniqlanadi.

Ko'p atomli gaz uchun:

$$\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$$

Moddaning ichki energiyasining o'zgarishi moddaning energiyani yutishi yoki chiqarishi (berishi) bilan birga kechadi. Energiya berilgan holda energiyaning ma'lum bir qismi ishga aylanadi. Biroq, modda chiqargan energiyaning hammasini ham ishga aylantirib bo'lmaydi. Ajralib chiqqan energiyaning ma'lum bir qismi modda molekulalari va atomlarining xaotik xarakatining oshirishga sarflanadi. Shuning uchun erkin va bog'langan energiya tushunchasi kiritiladi.

$$\Delta H = \Delta F + \Delta G \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль}} \right)$$

bunda: ΔH - entalpiyaning (issiqlik miqdorining) o'zgarishi

ΔF - erkin energiyaning o'zgarishi

ΔG - bog'liq (bog'langan) energiyaning o'zgarishi.

5.2. Entropiya.

Bog'langan energiya temperaturaning funktsiyasi hisoblanadi va quyidagi formula bilan ifodalanishi mumkin:

$$\Delta G = ST \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль}} \right);$$

S - kattalik entropiya deb ataladi. Uning o'lchovi xuddi issiqlik sig'iminiki kabi $\left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль}} \right)$, va moddaning xolati o'zgarganda modda ichki energiyasining o'zgarishi o'lchovi bo'lgani kabi entropiya ham bog'langan energiyaning o'lchovi bo'lib hisoblanadi.

Entropiya temperaturaning funktsiyasi hisoblanadi va quyidagi ifodaga ko'ra aniqlanishi mumkin:

$$S = \int_0^T \frac{C_p}{T} dT \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль.град}} \right)$$

Modda uni absolyut noldan boshlab isitilganda agregat holati o'zgarganda entropiyaning temperaturaga bog'liqligi quyidagi formula bilan ifodalanishi mumkin:

$$S_T = \int_0^T \frac{C_{p_{\text{жм}}}}{T} dT + \frac{q_{\text{эп}}}{T_{\text{эп}}} + \int_{T_{\text{эп}}}^{T_{\text{жн}}} \frac{C_{p_{\text{сж}}}}{T} dT + \frac{q_{\text{жн}}}{T_{\text{жн}}} + \int_{T_{\text{жн}}}^{T_{\text{г}}} \frac{C_{p_{\text{г}}}}{T} dT$$

bunda $S_{r\text{ qt}}, S_{r\text{ s}}, S_{r\text{ g}}$ – moddaning qattiq, suyuq va gazsimon xolatdagi issiqlik sig'implari

$q_{\text{er}}, q_{\text{qn}}$ – moddaning qattik, erish va qaynash yashirin issiqligi

6 – MA'RUZA.

GAZ ARALASHMALARIDA KIMYOVIY REAKTSIYALAR.

Ta'sirlanuvchi tizim entalpiyasining o'zgarishi; reaksiyaning issiqlik effekti.

Agar gaz aralashmalari bir-biri bilan kimyoviy birikmaga kirishsa, ular yana ham murakkab molekulalarni tashkil etadi. Tashqi sharoitga (T, R) bog'liq holda teskari kimyoviy reaksiyalar – murakkab molekulalarning ancha oddiylariga ajralishiga ham yuz berishi mumkin.

O'zgarmas bosimda reaksiyaning yo'nalishini belgilab beruvchi asosiy omil temperatura xisoblanadi. Kimyoviy aloqalarning vujudga kelishi yoki uzilishi doimo energiyaning yutilishi yoki ajralishi bilan birga kechadi, bu esa tizimning entalpiya ta'sirlanuvchi sakratsimon o'zgarishida namoyon bo'ladi. Kimyoviy termodinamikada ta'sirlanuvchi tizimning energiya berishi sistema ichki energiyasining (C_v dagi reaksiyada) yoki entalpiyaning kamayishi bilan ($S_r = \text{const}$ bo'lgandagi reaksiyalarda) kuzatiladi va shuning uchun ΔU va ΔH ni manfiy kattalik deb qabul qilinadi.

Issiqlik birliklarida o'lchanadigan, sarflangan yoki qabul qilingan energiyaning kattaligi reaksiyaning issiqlik effekti deb ataladi.

Shunday qilib:

$$Q_p = - \Delta H$$

bu erda Q – o'zgarmas bosimda kechadigan reaksiyaning issiqlik effekti.

Kimyoviy reaksiya biror temperaturada o'tgan holda kimyoviy vositaning o'lchovi erkin energiya kattaligi (ΔF) bo'ladi.

Bu holda bu kattalikni reaksiyaning maksimumi deyiladi.

U son jixatidan reaksiya erkin energiyasining teskari ishora bilan olingan kattaligiga teng, chunki ta'sirlanuvchi sistemaning erkin energiyasining kamayishi musbat ishga aylantirilishi mumkin.

$$A = - \Delta F \frac{\text{KJ}}{\text{MOL}} ;$$

bunda ΔF – ta'sirlanuvchi sistema erkin energiyasining o'zgarishi; A – reaksiyaning maksimal ishi.

Entalpiyaning o'zgarishini yoki ta'sirlanuvchi sistema erkin energiyasining o'zgarishlari, entalpiyalar yoki reaksiya maxsulotlari va dastlabki moddalar o'rtasidagi farqni topish yo'li bilan amalga oshirilishi mumkin. Masalan quyidagi kimyoviy reaksiyaga ega bo'lamiz: $A + V = S + D$, bunda A, V – reaksiyaga kirishuvchi moddalar; S, D – reaksiya natijasida xosil bo'lgan maxsulotlar.

u xolda:

$$\Delta H = (\Delta H_s + \Delta H_d) - (\Delta H_A + \Delta H_v)$$

$$\Delta F = (\Delta F_s + \Delta F_d) - (\Delta F_A + \Delta F_v)$$

ΔH va ΔF ni tabiatda tabiiy xolatda 25 °C da bo'lgan elementlar nolga teng deb qabul qilingan. Masalan, yoy xududida doim bo'ladigan odatdagi gazlar uchun: O₂; H₂, N₂ - ΔH va ΔF 25 °C da nolga teng deb qabul qilingan. Xisoblashlar namunasi uchun gaz tizimida $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ gazlar o'rtasidagi reaksiyani olamiz. Bu sistemaning 25 °C da kechadigan (bo'lib o'tadigan) entalpiyasi va reaksiyaning erkin energiyasini xisoblaymiz.

O'zgarishlar ma'lumotlari sistemani tashkil etuvchi entalpiya va entropiya uchun quyidagi kattaliklarni beradi. 6.1-jadval (neorganik moddalarning term, konstantalari). H₂, O₂ va H₂O ni 25 °C (298,15 °K) dagi entalpiya va entropiyasi.

6.1-jadval

Gaz	H ₂	O ₂	H ₂ O
$\Delta H \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$	0	0	- 242,76
$S \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}}$	131,17	205,88	189,42

Ta'sirlanuvchi sistemaning entalpiyasining aniqlaymiz;

$$\Delta H = 2\Delta H_{H_2O} - (2\Delta H_{H_2} + \Delta H_{O_2}) = 2 \cdot 242,76 - (2 \cdot 0 + 0) = -485,52 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль град}}$$

Reaksiyaning erkin energiyasini va reaksiyaning maksimal ishining tegishli kattaligini aniqlaymiz:

$$\Delta F = \Delta H - \Delta ST$$

$$\Delta S = 2\Delta S_{H_2O} - (2\Delta S_{H_2} + \Delta S_{O_2}) = 2 \cdot 189,42 - (2 \cdot 131,17 + 205,88) = 378,84 - 468,22 = -89,38 \frac{\text{ж}}{\text{моль град}}$$

Bir mol suv bug'i uchun maksimal reaksiya ishi

$$\Delta F = \frac{-485,52}{2} = -242,76 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}};$$

$$A = -\Delta F = +242,76 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}};$$

Erkin energiya kattaligi (ΔF) oldidagi ishora reaksiya ekzotermik ekanini ko'rsatadi (issiqlik ajralishi bilan o'tadi). Manfiy ΔF kattalik va mos holda foydali ishning musbat kattaligi reaksiya berilgan temperaturada bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

7 - MA'RUZA.

YUQORI TEMPERATURADA BO'LADIGAN (KECHADIGAN) REAKTSIYALAR UCHUN ENTALPIYANING, ENTROPIYANING VA ERKIN ENERGIYANING O'ZGARISHI.

Entalpiya va entropiya reaksiyalarining issiqlik effektlari kattaliklari to'g'risidagi adabiyotda keltirilgan ma'lumotlar asosan 25 °C temperaturada kechadigan reaksiyalar xolatlariga taluqlidir.

Reaksiya boshqa temperaturalarda kechganda entalpiya va entropiyaning o'zgarishiga tuzatishlar kiritish zarur.

Tuzatishlar kiritish uchun formulalar quyidagilar:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_p dT \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль}} \right)$$

$$\Delta S_T^0 = \Delta S_{298}^0 + \int_{298}^T \frac{\Delta C_p^0}{T} dT \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{град}} \right)$$

$$\Delta F_T^0 = \Delta H_{298}^0 - \Delta S_{298}^0 T + \int_{298}^T \Delta C_p^0 dT - T \int_{298}^T \frac{\Delta C_p^0}{T} dT \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль}} \right)$$

Yuqoridagi "o" indeksi moddalar standart holatda ya'ni 1 atm. bosimda olinishini ko'rsatadi. $T = 25^\circ\text{S} = 298^\circ,15 \text{ K}$.

$$\Delta F_T^0 = \Delta H_{298}^0 - \Delta S_{298}^0 T + \Delta C_{p298}^0 \left(\int_{298}^T dT - T \int_{298}^T \frac{dT}{T} \right) \left(\frac{\text{Ж}}{\text{моль}} \right)$$

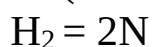
Bu integrallarni echib xosil qilamiz.

$$\Delta F_t^0 = \Delta H_{298}^0 - \Delta S_{298}^0 T - \Delta S_{r298}^0 T M_0$$

bunda

$$M_0 = \ln \left(\frac{T}{298} \right) + \left(\frac{298}{T} \right) - 1.$$

Misol uchun bunday reaksiyani (vodorod dissotsiatsiyasi) olamiz.



Bu reaksiyaning erkin energiyasi bo'ladi

$$\Delta F = 2 \cdot \Delta F_H^0 - \Delta F_{\text{H}_2}^0 \frac{\text{КЖ}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$$

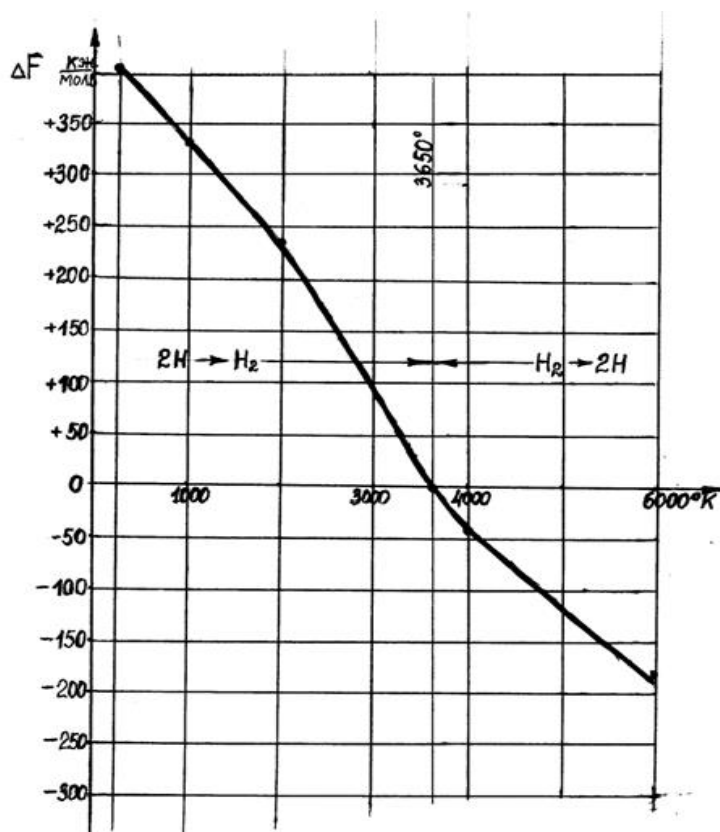
Turli xil temperaturalar uchun erkin energiya kattaligini xisoblaymiz.
(jadval 2)

$$\Delta F_{\text{on}}^{\circ} = \Delta H_{\text{n}}^{\circ} - \Delta S_{\text{n}}^{\circ} \cdot T = 218 - \frac{115 \cdot 298}{1000} = 183,73 \frac{\text{жс}}{\text{моль град}}$$

$$\Delta H_{\text{n}}^{\circ} = + 218 \frac{\text{кжс}}{\text{моль}}, \Delta S_{\text{n}}^{\circ} = 115 \frac{\text{жс}}{\text{моль град}}$$

7.1-jadval

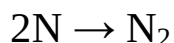
T	$\Delta F^{\circ} \text{H}$	$2\Delta F^{\circ} \text{H}$	$\Delta F_{\text{H}_2}^{\circ}$	ΔF
298	+183,73	+367,46	-39,4	+407
1000	+103	+206	-131	+337
2000	-12	-24	-262	+238
4000	-242	-484	-525	-41
6000	-472	-944	-787	-157
8000	-920	-1840	-1049	-791



7.1-rasm. Molekulyar vodorodning erkin energiyasini (ΔF) haroratga bog'liq grafifi.

Grafikdan ko'rinishicha, reaksiyaning erkin energiyasi temperaturaga bog'liq holda musbat kattalik qiymatidan manfiy qiymatga o'tib kuchli tarzda o'zgaradi.

Taxminan 3650 °C temperaturada reaksiyaning erkin energiyasi nolga teng bo'lib qoladi. Bu temperatura haroratkor soxasini ikki qismga ajratadi. Bu nuqtadan chapda (ancha past haroratlarda) erkin energiya musbat, bu molekulyar vodorod dissotsiatsiyasi reaksiyasining bo'lishi mumkin emasligini ko'rsatadi. Bu temperaturalar oralig'i uchun teskari reaksiya bo'lishi mumkin.



Erkin energiyaning qiymati nolga teng bo'lganda reaksiya to'xtaydi.

Shunday qilib, tashqi sharoitlarga bog'liq holda (temperatura, bosim) xar qanday reaksiya u yoki boshqa yo'nalishda kechishi mumkin.

Shuning uchun reaksiya tenglamasini tenglik belgisi (ishorasi) bilan emas, balki ikkita qarama-qarshi strelkalar bilan yozish zarur, masalan,



Gaz aralashmalarida kimyoviy muvozanat. Reaksiya tezligi.

ΔF kattalik temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi, shu bilan birga o'z ishorasini musbat kattalikdan manfiy kattalikkacha o'zgarishi mumkin.

Erkin energiya kattaligi kimyoviy vosita deb ataluvchining o'lchovi hisoblanadi. Ya'ni moddalarning bir-biri bilan u yoki bu darajada jadval kimyoviy birikmaga kirishish qobiliyatidir. Reaksiyada ΔF kattalikning nol qiymatida kimyoviy vosita xam nolga teng bo'lib qoladi va reaksiya to'xtaydi.

Kuzatilayotgan reaksiyaning yo'nalishi reaksiyada ishtirok etuvchi kontsentratsiyalar va tashqi sharoitlar (temperatura, bosim) belgilanadi.

Reaksiya tezligi tushunchasi mavjud bo'lib, ta'sirlanuvchi moddalarning kontsentratsiyasini vaqt birligida o'lcham bilan o'lchanadi.

Reaksiya davomida moddalarning kontsentratsiyasi uzluksiz o'zgaradi, shuning uchun reaksiya tezligi xam o'zgaradi.

Xar bir berilgan paytdagi haqiqiy reaksiya tezligi kontsentratsiyaning cheksiz kichik o'zgarishining cheksiz kichik vaqt oraligiga nisbati kabi aniqlanishi mumkin:

$$v = \frac{dc}{dt}; \frac{\text{моль}}{\text{сек}}$$

Reaksiya tezligining uning ishtirokchilari kontsentratsiyasiga bog'liqligi kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni bilan ifodalanadi, u mossalar ta'siri deb ataladi. Bu qonunga ko'ra moddalar mazkur vaqtda kimyoviy almashishlarni boshidan kechirayotgan tezligi ularning kontsentratsiyasiga proporsional.

Mossalar ta'siri qonuni gomogen sistemalar uchun matematik jixatdan ancha oddiy ifodalanadi.

Bir necha gazdan iborat gaz fazasini olaylik: A, B, C, D.

Bu gazlarning o'zaro ta'sirining kimyoviy tenglamasi $A+B = C+D$ (2) formula bilan ifodalanadi.

A va V gazlar massalarning ta'siri qonuni bo'yicha bir biri bilan birikishga kiradigan tezligi bu gazlar kontsentratsiyaga proporsional:

$$v_1 = R_1 \cdot C_A \cdot C_B ; \frac{\text{моль}}{\text{сек}}$$

bunda v_1 —reaktsiya tezligi molG`sek hisobida,

C_A, C_B – mazkur paytdagi A va V gazlarning kontsentratsiyasi,

R – proporsionallik omili bo'lib, u gazlarning tabiatiga va 1G`sek temperaturaga bog'liq.

S va D gazlarning aylanishi tezligi uchun xuddi shu tarzda

$v_2 = R_2 \cdot C_c \cdot C_d$ mol/sek deb yozish mumkin.

Reaktsiyalar tezliklari nisbatlarining uch ?oli bo'lishi mumkin:

1 – hol: $v_1 > v_2$ bu holda biz chapdan o'ngga qarab bo'ladigan reaktsiyalarni kuzatamiz: $A+V \rightarrow S+D$

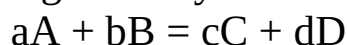
2 – hol: $v_1 < v_2$ Reaktsiya o'ngdan chapga qarab boradi: $A+V \leftarrow S+D$

3 – hol: $v_1 = v_2$ bu holda biz reaktsiyada ishtrok etuvchi barcha gazlarning kontsentratsiyasi o'zgarishlarini kuzata olmaymiz, holbuki aslida, reaktsiyalarning bir xil tezligida ikki qarama-qarshi yo'nalishlarida reaktsiyalar yuz beradi.

Bu hol xarakatdagi muvozanat deb nomlanadi. Qarama-qarshi reaktsiyalarning tezligini tenglashtiramiz:

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ R_1 \cdot C_A \cdot C_B &= R_2 \cdot C_c \cdot C_D \\ R_2 \cdot C_A \cdot C_v &= \frac{R_1}{R_2} = \frac{C_c \cdot C_D}{C_A \cdot C_B} = K_c \end{aligned}$$

K_s koeffitsientni kontsentratsiyalar orqali ifodalangan muvozanat konstantasi deb ataymiz. Aloxida gazlar bir necha molekula miqdorida ishtirok etuvchi reaktsiyaning umumiy holi uchun:



$$K_c = \frac{C_c^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

Mazkur temperatura uchun muvozanat konstantasining kattaligini bilish reaktsiyada ishtirok etuvchi gazlarning muvozanatli kontsentratsiyalarini hisoblashga imkon beradi. Kontsentratsiyalar orqali ifodalangan muvozanat konstansini partsial bosim bilan ifodalangan

muvozanat konstantasi bilan almashtirish mumkin, bu esa gaz aralashmalarida reaksiyani o'rganishda ayniqsa qulaydir.

Birinchi yaqinlashishda: $K_s \approx K_r$.

8 – MA'RUZA. REAKTSIYA IZOTERMASI TENGLAMASI.

Agar reaksiya o'zgarish temperaturada yuz berayotgan bo'lsa, reaksiyada ishtirok etuvchi gazlarning partsial bosimlari orqali ifodalangan muvozanat konstantasi reaksiyaning maksimal ishi kattaligi bilan reaksiya izotermasi tenglamasi (Vant-Goff tenglamasi) deb nomlangan quyidagi tenglama bilan bog'liq bo'ladi:

$$A = RT (\ln K_p - \Delta \ln p_o)$$

bunda R_o – gazlar reaksiyaga kirishadigan partsial bosim;

R – gazlarning muvozanatdagi partsial bosimlari

A – reaksiyaning $\frac{\text{кдж}}{\text{моль}}$ xisobidagi maksimal ishi.

tenglama reaksiyaning maksimal ishi dastlabki moddalarning faqat temperaturasiga emas, balki partsial bosimlariga ham bog'liqligini ko'rsatadi.

$$\begin{aligned} \ln K_p &= \frac{A}{RT}; & R &= 8,31 \frac{\text{ж}}{\text{моль} \cdot \text{град}} \\ \log K_p &= \frac{A}{19,15T} = -\frac{\Delta F}{19,15T}; \\ \log K_p &= -\frac{\Delta H_{298}^0}{19,15T} + \frac{\Delta S_{298}^0}{19,15} + \frac{\Delta C_{p,298}^0 \cdot M_o}{19,15} \end{aligned}$$

Qo'pol xisoblashlar uchun issiqlik sig'imlarining o'zgarishiga tuzatishlarni xisobga olmasa ham bo'ladi:

$$\log K_p = -\frac{\Delta H_{298}^0}{19,15T} + \frac{\Delta S_T^0}{19,15}$$

Dissotsiatsiya reaksiyalari uchun dissotsiatsiya darajasi tushunchasi mavjud bo'lib, u parchalangan molekulalarning dastlabki miqdoriga nisbatidir. Faraz qilaylik, vodorodning bir gramm molekulasi parchalanayotgan bo'lsin. Dissotsiatsiya darajasini ? orqali belgilab xosil qilamiz;

atomar vodorodning grammolekulasi miqdori $n = 2\alpha$,

qolgan molekulyar vodorodning grammolekulasi miqdori

$$n_{H_2} = 1 - \alpha$$

Gaz aralashmasi grammolekulasining umumiy soni

$$n = n_H + n_{H_2} = 2\alpha + 1 - \alpha = 1 + \alpha$$

Atomlar vodorodning partial bosimi

$$P_H = \frac{2\alpha}{1+\alpha} \cdot P ;$$

bu erda R – gaz aralashmasining umumiy bosimi.

Molekulyar vodorodning partial bosimi:

$$P_{H_2} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \cdot P$$

Olingan ifodani muvozanat konstantasi uchun formulaga qo'yib,

$$K_p = \frac{p_H^2}{p_{H_2}} = \frac{4\alpha^2(1+\alpha)p^2}{(1+\alpha)^2(1-\alpha)p} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot P$$

konstantani hosil qilamiz, bu tenglamadan dissotsiatsiya darajasini aniqlaymiz:

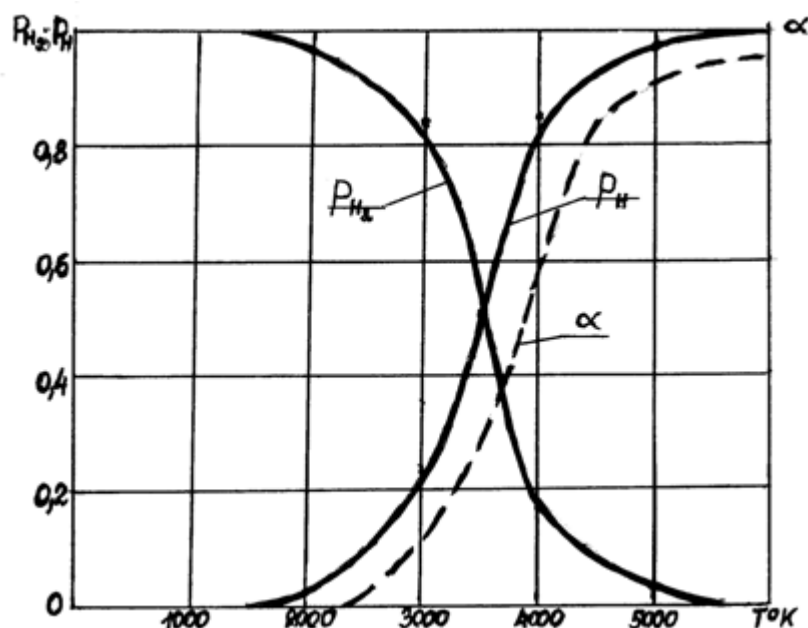
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_p}{4p + K_p}}$$

Bu tenglamaning ko'rsatishicha, molekulyar vodorodning dissotsiatsiya darajasi faqat temperaturaga bog'liq bo'lmay, balki bosimga ham bog'liq bo'ladi. Olingan ma'lumotlar asosida muvozanat konstantasining molekulyar vodorod dissotsiatsiyasi reaksiyasi uchun temperaturaga bog'liqligida dissotsiatsiya darajasini aniqlaymiz, vodorodning atomarligi va molekulyarligining partial bosimi va ularning nisbati. Xisoblashlarni jadval ko'rinishida amalga oshiramiz.

8.1-jadval

T°K	$\log K_p = \frac{A}{19.157}$	$\frac{K_p}{4p + K_p}$	α	2α	$1-\alpha$	$1+\alpha$	P_H atm	P_{H_2} atm
2500	3,8 10^{-4}	0,95 10^{-4}	0,97 10^{-2}	1,94 10^{-2}	0,99	1,01	0,0192	0,981
2750	$4.16 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$	0,0303	0,06	0,97	1,03	0,058	0,942
3000	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$0,67 \cdot 10^{-2}$	0,082	0,164	0,92	1,08	0,152	0,848
3500	0,562	0,116	0,34	0,68	0,66	1,34	0,51	0,49
4000	5,16	0,562	0,75	1,50	0,25	1,75	0,86	0,14
5000	63,0	0,494	0,97	1,94	0,03	1,97	0,985	0,015

Bu xisob-kitoblarga ko'ra α ; P_n ; P_{H_2} ; ning temperaturaga bog'liq holda o'zgarishi grafiklarini ko'rib chiqamiz.

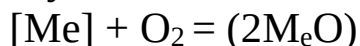


8.1-rasm. Dissotsiatsiya darajasi (α) atomar va molekulyar vodorodning partsial bosimlarining (P_n va P_{H_2}) haroratga bog'liq grafigi.

9 - MA'RUZA.

SUYUQ VA GAZ FAZALARI ORASIDAGI FIZIK KIMYOVIY MUVOZANAT TO'G'RSIDAGI TA'LIMOT ASOSLARI.

Eritib payvandlashda fizik-kimyoviy jarayonlar odatda gaz va suyuqlik fazalari orasida ro'y beradi. Metall va gaz oksidlari metallda, boshqa materiallar oksidlarida bo'lishi mumkin. Bundan tashqari metallar va metall oksidlari gaz fazasida bo'g'lar ko'rinishida bo'lishi mumkin. Shuning uchun metall bo'lgan fazani ham belgilash qulaydir. – uni []. Agarda oksid yoki shlak fazani – () qovuslarda; gaz yoki par fazasini – qovuslar qo'yilmaydi.



reaktsiya uchun muvozanat konstantasi bunday yoziladi:

$$K = \frac{(c^2 \cdot MeO)}{[c^2 \cdot Me] \cdot P_{O_2}};$$

yo'zilishi qulay bo'lishi uchun odatda konsentratsiya belgilari qo'yilmaydi, u holda formula

$$K = \frac{(MeO)^2}{[Me]^2 \cdot P_{O_2}};$$

ko'rinishda yoziladi.

Termodinamik xisob-kitoblar yordamida quyidagi qoyidalar belgilangan:

1. Agar uch fazali sistemada sofmetall metallning sof oksidi – gaz, metall va metall oksidi alohida fazalar tarzida erkin holatda bo‘lsa, ularning miqdori muvozanat konstantasining kattaligiga ta’sir ko‘rsatmaydi. Bu xolda

$$K_p = \frac{1}{P_{O_2}};$$

2. Agar uch fazali sistemada: metall-faza-metallning sof oksidi – gaz, metall boshqa metall eritmasida (qotishmasida) joylashgan bo‘lsa, u holda uning eritmadagi konsentratsiyasini hisobga olish kerak

$$K_p = \frac{1}{[Me]^2 \cdot P_{O_2}};$$

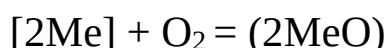
3. Agar uch fazali sistemada: metall fazasi shlak fazasi – gaz, metall eritmada metall fazasida bo‘lsa, eritmadagi metall oksidi shlak fazasida bo‘lsa, u holda ularning tegishli eritmalaridagi konsentratsiyasini hisobga olish zarur.

$$K = \frac{(MeO)^2}{[Me]^2 \cdot P_{O_2}};$$

Metallarning gazsimon kislorod bilan oksidlanishi jarayonlari. Oksid dissotsiatsiyasi elastikligi (qayishqoqligi)

Ma’lum bir bosim ostida bo‘lgan kislorodga sof metall tegib turgan eng oddiy xolatni ko‘rib chiqamiz.

Bu holda ajralish sirtida metallning metall oksidi xosil bo‘lishi reaksiyasi yuz beradi



$$K = \frac{(MeO)^2}{[Me]^2 \cdot P_{O_2}};$$

Sof metall olingani uchun konsentratsiya birga teng bo‘ladi va ifoda ko‘rinishda bo‘ladi.

$$K = \frac{(MeO)^2}{P_{O_2}};$$

Faraz qilaylik, metall oksidi metallda erimasin, u holda birinchi qoyidaga muvofiq biz uning konsentratsiyasini birga tenglashtiramiz. Unda bu

$$K_p = \frac{1}{P_{O_2}};$$

Formuladan P_{O_2} ni aniqlaymiz:

$$P_{O_2} = \frac{1}{K_p}$$

Bu formula quyidagi muxim xulosani chiqarishga imkon beradi.

Kislorodning partsial bosimi muvozanat paytida muvozanat konstantining teskari kattaligiga teng doimiy kattalikdir.

Kislorodning partsial bosimi muvozanat vaqtida **oksid dissotsiatsiyasi elastikligi** (qayishqoqligi) deb ataladi.

Agar metall ustida joylashgan gaz kislorod fazasidagi kislorodning partsial bosimi shu metall oksidi dissotsiatsiyasi elastikligidan katta bo'lsa, u holda metall metall oksidini xosil qilib oksidlanadi.

Agar P_{O_2} shu metal oksidlanish dissotsiatsiyasi elastikligidan kichik bo'lsa, u holda metall oksidlanmaydi, balki metall oksidi sof metall va kislorod xosil qilib parchalanadi.

Oksid dissotsiatsiyasi elastikligi qanchalik katta bo'lsa, metall shunchalik qiyinroq oksidlanadi va o'zining oksidlanishdan shunchalik oson tiklanadi.

Metall oksidi dissotsiatsiyasi elastikligi kattaligini aniqlash uchun muvozanat konstantasining kattaligini aniqlash zarur.

$$\log K_p = - \frac{\Delta F}{19,15T}$$

Oksidlanish dissotsiatsiyasi elastikligi muvozanat konstantasiga teskari kattalik ekani hisobga olib, $\log P_{O_2} = \frac{\Delta F}{19,15T}$ ni hosil qilamiz.

Oksid dissotsiatsiyasi elastikligining temperaturaga bog'liqligi.

Reaksiyaning erkin energiyasi kattaligini hisoblashni quyidagi formula bo'yicha amalga oshirish mumkin:

$$\Delta F_T^0 = \Delta H_{298}^0 - \Delta S_{298}^0 T - \Delta C_{p,298}^0 T \cdot M_0 ;$$

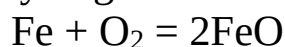
$$\log K_p = - \frac{\Delta F_T}{19,15T};$$

Oksid dissotsiatsiyasining elastikligi (qovushqoqligi) quyidagicha aniqlanadi:

$$\log P_{O_2} = - \frac{\Delta H_{298}^0}{19,15T} - \frac{\Delta S_{298}^0}{19,15} - \frac{\Delta C_{p,298}^0}{M_0 \cdot 19,15T}$$

Misol uchun temir oksidi dissotsiatsiyasi elastikligining temperaturaga bog'liqligini hisoblab chiqamiz.

Oksidlanish reaksiyasi quyidagicha:



“Termicheskie.....” dan asosiy termodinamik konstantalar olamiz.

$$\Delta H_{298}^0 = 2(-263,7 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}) - 2 \cdot 0 - 0 = -527,4 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta S^{\circ}_{298} = 2 \left(58,8 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}} \right) - 2 \left(27,2 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}} \right) - 205 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}} = 117,6 - 54,4 - 205$$

$$= -141,8 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}}$$

$$\Delta C_p^0_{298} = 2 \cdot \left(48,1 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}} \right) - 2 \left(25,1 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}} \right) - 29,4 = 96,2 - 50,2 - 29,4$$

$$= 16,6 \frac{\text{ж}}{\text{моль.град}}$$

Bu ma'lumotlarni (1) formulaga qo'yib hosil qilamiz.

$$\log P_{O_2} = - \frac{27760}{T} \frac{\text{ж}}{\text{моль.}} + 7,46 - 0,86 \cdot M_0$$

$\log P_{O_2}$ ning temperaturaga bog'liqligi quyidagicha bo'ladi:

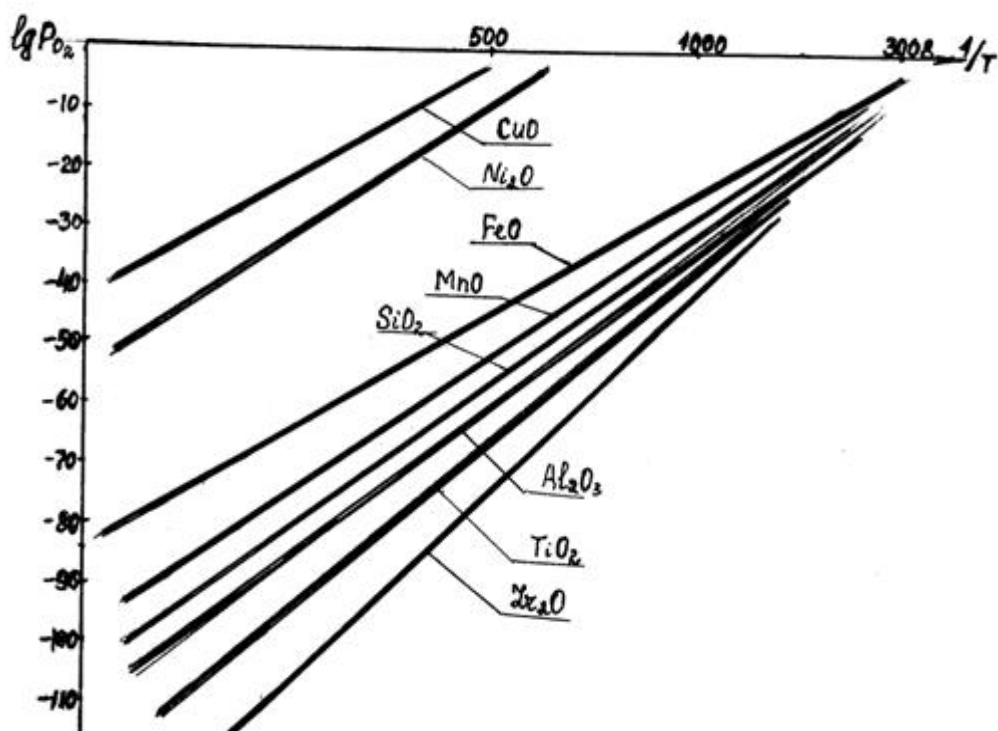
9.1-jadval

$T^{\circ} K$	$\frac{27760}{T}$	M_0	$\Delta C_p M_0$	$\log P_{O_2}$
298	93,2	0,0	0,0	-85,74
500	55,5	0,16	0,14	-48,9
1000	27,7	0,5	0,43	-21,16
1500	18,5	0,8	0,69	-12
2000	13,9	1,05	0,903	-8
2500	11,1	1,24	1,07	-5,2
3000	9,2	1,4	1,2	-3,5

natijalari bo'yicha grafik chiqaramiz.

Grafikning ko'rsatishicha, temperatura ko'tarilishi bilan oksidlar dissotsiatsiyasi qovushqoqligi ham oshar ekan. Oksidlar dissotsiatsiyachining elastikligiga qarab, mazkur moddaning kislorodga o'xshashligi (aktivligi) qanchalik kichik bo'lsa, mazkur moddaning kislorodga o'xshashligi (yaqinligi, aktivligi) shunchalik katta (yuqori) bo'ladi. Metalllar aktivligi bo'yicha quyidagi tartibda taqsimlanadi.

Su; Ni; Fe; Cr; Mn; Si; V; Al; Ti; Ca; K



9.1-rasm. Temir oksidini elastikligini haroratga bog'liqlik grafigi.

10 - MA'RUZA. GAZLARNING ERUVCHANLIGI.

Suyuq metall quyidagi gazlar bilan aloqada bo'ladi:

O₂; O; N₂; N; H₂; H; CO₂; Ar; He va boshqalar

O₂; H₂ va N₂ uchun quyidagi erish kimyoviy formulasini yozish mumkin:

$$G_2 = 2[G]; \quad K = [G]^2 P_{G_2};$$

$$[G] = \sqrt{K_1} \sqrt{P_{G_2}}$$

Formula metallda erigan atomar gazning konsentratsiyasi ikki atomli gazning partial bosimi kattaligidan olingan kvadrat ildizga proporsional ekanini ko'rsatadi.

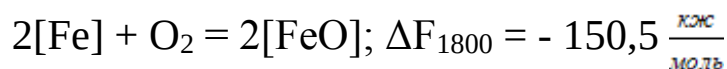
Atmosferada atomar holatdagi gaz mavjud bo'lgan holda erishning kimyoviy formulasi bunday yoziladi:

$$G = [G]; \quad K_p = \frac{[G]}{P_G}; \quad [G] = K_2 P_G$$

Ya'ni metallda erigan atomar gazning konsentratsiyasi uning atmosferadagi partial bosimiga proporsionaldir.

Eritib payvandlashda metallning kislorod bilan o'zaro ta'sirlashuvi.

Po'latni havo atmosferasida payvandlash jarayonida avvalo temirning oksidlanishi yuz beradi.



T_{er} da temirda O_2 ning eruvchanligi 0,16%ni tashkil etadi. Biroq payvandlashda chok metallning T_{er} dan yuqoriroq qizib ketishi munosabati bilan sezilarli katta miqdordagi $[\text{O}]$ bo'lishi kuzatiladi, bunda O_2 ning suyuq temirdagi eruvchanligi

$$\log[\% \text{O}_2] = \frac{-6320}{T} + 2,734 \quad (1) \text{ formula bilan aniqlanadi.}$$

Turli mualliflarning eksperimental ma'lumotlari po'latdagi O_2 ning miqdori 0,14 – 0,72% ni ko'rsatadib bu esa chok metallining oksidli kirishmalar bilan ifloslanishi bilan izoxlanadi.

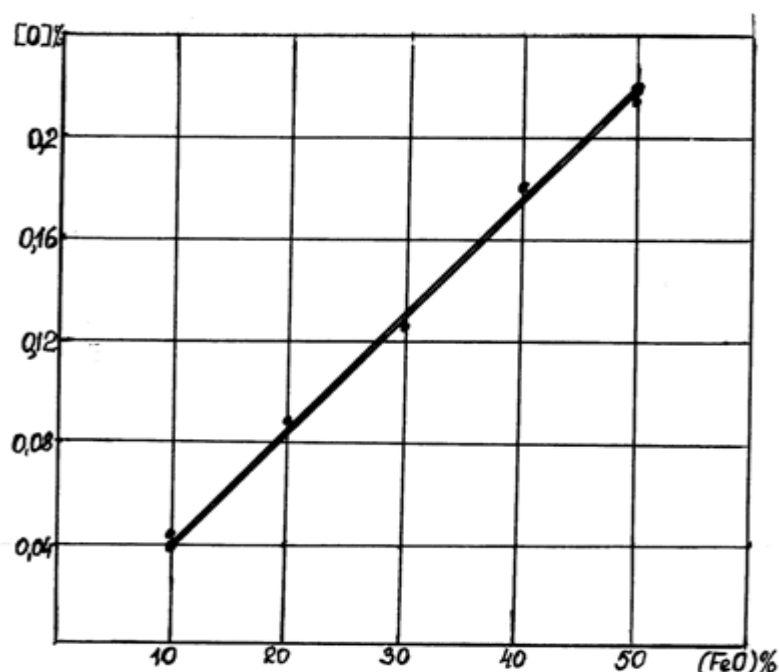
Reaksiya rivojlanadi:



$$\log \frac{[\text{FeO}]}{(\text{FeO})} = \frac{-6320}{T} + 1,386 \quad (4)$$

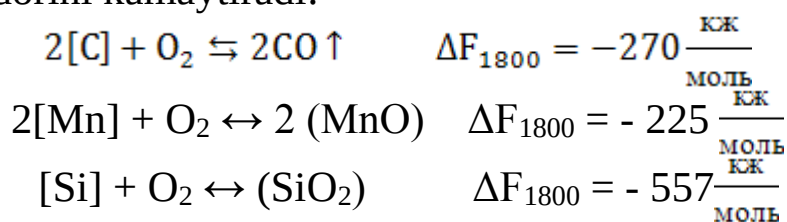
L – taqsimlash konstantasi FeO ning shlakdan metalga o'tishi.

Temir temperaturasining T_{er} dan 2500 °C gacha o'zgarishida L_{FeO} 0,011 dan 0,125 gacha ortadi, bu esa aloxida oksidli fazani tashkil etuvchi va kislorodning umumiy miqdorini erish darajasidan yuqori oshiruvchi temirda FeO ning etarlicha yuqori eruvchanligi to'g'risida dalolat beradi. Grafikda (10.1-rasm) kislorodning shlak va metall orasida taqsimlanishi to'g'risida A.A. Eroxinning eksperimental ma'lumotlari keltirilgan.

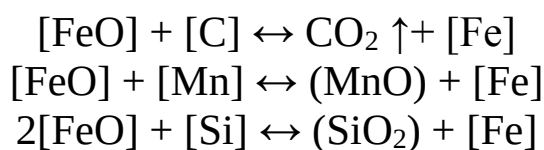


10.1-rasm. Kislorodni erigan metall va shlak orasidagi taqsimlanishi.

Chok tarkibida legirlovchi elementlarning va kirishmalarning mavjudligi, kirilmalarning bevosita oksidlanishi munosabati bilan kislorod miqdorini kamaytiradi:



Yoki temir tiklanishi:



Payvandlashning turli xil usullarida chok metallidagi kislorod miqdori shlakli va gazli faza tarkibi va oksidlanish sharoitlari bilan belgilanadi.

Payvandlashning turli xil usullarida kislorodning miqdori to'g'risida o'rtacha ma'lumotlarni keltiramiz.

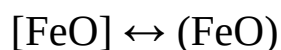
Chokning kamuglerodli po'lati va metallida kislorodning umumiy miqdori.

10.1-jadval

Material	Kislorodning yig'indi miqdori, %
Tinch po'lat MCr3	0,003 ÷ 0,008

Qaynayotgan po‘lat MCT3	0,01 – 0,02
Payvandlash simi CB-08	0,01 – 0,02
Chok metalli.	
Gaz bilan payvandlash	0,05
УОНН 13/45 elektrodleri bilan payvandlash	0,02 – 0,03
OCIQ-45 flyusi ostida avtomatik payvandlash	0,03 – 0,05
IM- elektrodida payvandlash	0,08 – 0,09
Ohak qoplamali elektrod payvandlash	0,21
Yolg‘iz elektrodida payvandlash	0,25 ÷ 0,28

Shunday qilib havo atmosferada ximoya qilib bo‘lmaganda yoki shlakda FeO miqdori katta bo‘lganda payvandlashda, masalan, TCM-7 elektrodleri bilan payvandlashda (2) reaksiyaning chapga rivojlanishi hisobigi



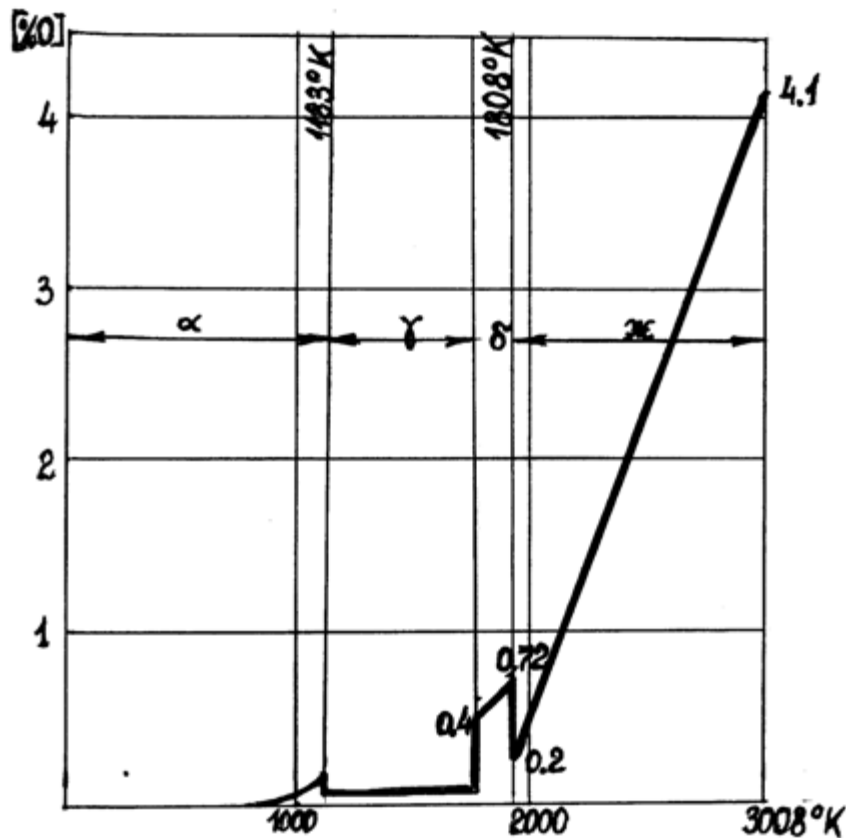
Temir kislorod bilan uchta oksidni hosil qiladi:

$2 \text{Fe} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2 \text{FeO}$ (zakis, O_2 - miqdori 22,7%) – vyustit

$6\text{Fe} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4$ (zakis-okis, O_2 -miqdori 27,64%) – magnetit

$4 \text{Fe} + \text{O}_2 \leftrightarrow 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ (okis, O_2 - miqdori 30,06% O_2) – gematit

Bu uchta oksiddan faqat FeO oksidi temirda eriydi, va shuning uchun uning xossalariga eng kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Qolgan oksidlar temirda erimaydi, ularda faqat ayrim kirishmalar ko‘rinishida ishtirok etishlari mumkin, va yuqori temperaturada oson emiriladi (parchalaniladi).



10.2-rasm. Kislorodni temirdagi eruvchanligini haroratga bog'liqligi.

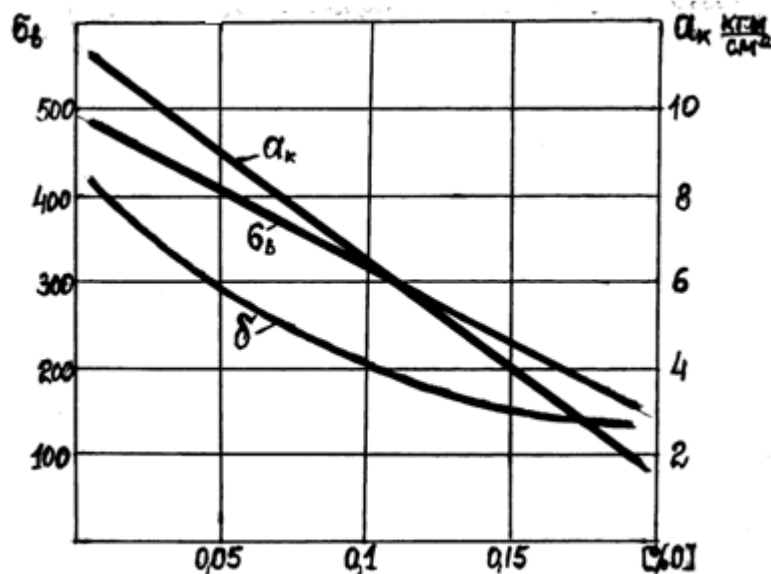
$$\log [\%O] = - \frac{-6320}{T} + 2,734 \text{ (Chipmen formulasi)}$$

$$\log [\%O]_{\alpha} = - \frac{-3450}{T} + 1,452 \text{ (akad. A.M. Samarin formulasi)}$$

Kislorodning (γ) temirda eruvchanligi juda kam, temperaturaga bog'liq emas va taxminan $[\%O] = 0,002\%$ ni tashkil etadi.

Kislorodning qattiq temirda eruvchanligi temperaturaning pasayishi bilan kamayadi, bu esa tuyingan eritmadan Fe_{α} ortiqcha oksidli fazaning ajralib chiqishicha va metallning oksidli kirishmalar bilan ifloslanishiga olib keladi.

Metallni yuqori tezlikda sovutishda xona temperaturasida Fe_{α} da to'yingan kislorod qayd etiladi, bu payvand birikmalari metallarining eskirishini vujudga keltiradi.



10.3-rasm. Kislorodni kam uglerodli po‘latlarni mexanik xossalariga ta’siri.

Payvand chok metallida kislorod yoki oksidlarning eruvchanligining mavjudligi (erigan yoki alohida kiritmalar.....) payvand birikmaning mexanik xossalarini sezilarli darajada pasaytiradi, ayniqsa elastik ko‘rsatkichlarini (.....zarba va nisbiy uzayish) pasaytiradi. Bundan tashqari po‘latda O_2 mavjud bo‘lishi korrozion mustaxkamlikni namoyon qiladi va miqdori ko‘p bo‘lganda mo‘rt qilib qo‘yadi.

11 - MA'RUZA.

METALLNING VODOROD BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI.

Vodorod temir (shuningdek Ni, Al, Cu, va boshqalar) bilan kimyoviy birikmalar hosil qilmaydi va eritmada atomar holatda bo‘ladi.

Zr, Ti, V, Ta bilan esa kimyoviy birikmalar gidridlar hosil qiladi.

Erish mexanizmi uch bosqichda o‘tadi:

1. Gazning metallga tegishida gaz molekulalari va metall sirtidagi atomlar o‘rtasida tortishish kuchlari vujudga keladi va gaz molekulalari tortilib, metall sirtida monomolekulyar plyonka tarzida joylashadilar. Bu hodisa adsorbtsiya deb ataladi. Adsorbtsiyada ma‘lum miqdordagi issiqlikning ajralishi bilan gaz entalpiyasining o‘zgarishi yuz beradi.

2. Metall sirtidagi gaz molekulalari atomlarga dissotsiatsiyanadi. Dissotsiatsiya shuningdek ma‘lum miqdordagi issiqlik yutilib gaz entalpiyasining o‘zgarishi yuz beradi.

3. Metall sirtidagi gaz atomlari eritmada (metallda) gaz konsentratsiyasini oshirib, metall ichkarisiga diffuziyalanadi. Gaz atomining metall ichiga o'tishida xam gaz entalpiyasining o'zgarishi yuz beradi. Metallda erishining to'liq jarayoni gaz absorbttsiyasi deb ataladi. Absorbttsiya xodisasi doimo gazning ΔH va ΔS – lari o'zgarishlari bilan bir kechadi.

Payvandlashning har qanday usulida erigan metall namlik va qoplamalarni organik birikmalari, ximoyalovchi gaz, flyus, atrofdagi havo va boshqalarning hisob vodorod bilan to'yinadi. Vodorodning suyuq temirda eruvchanligi Siverts qonuniga bo'ysinadi:

$$\log[\%H] = -\frac{1720}{T} - 2,252 \quad (1)$$

Po'latda vodorodning eruvchanligining nixoyatda kichik foiz miqdorini hisobga olib, eruvchanlikni ko'pincha 100g metallda eritilgan vodorodni millimetrda baxolanadi. U holda:

$$\log V = 0,5 \log P_{H_2} - \frac{1745}{T} + 0,888 \quad (2)$$

Vodorodning po'latda eruvchanligi kristallanishda to'rt marta kamayadi, bu esa diffuzion vodorodning hosil bo'lishiga olib keladi, u 48-72 soat mobaynida doimiy kristall panjaradan kichik atom o'lchoviga ega bo'lib, payvandlanayotgan metallardan uzoqlanadi.

Bunda qolgan vodorodni qoldiq vodorod deb atash qabul qilingan bo'lib, uning miqdori odatda 1-1,5 mlG`100g ni tashkil etadi.

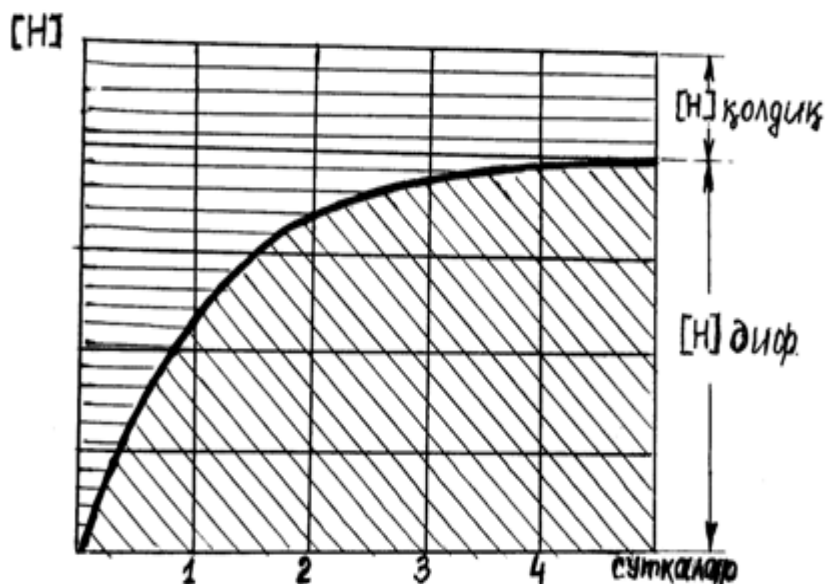
Payvandlashning turli xil usullarida diffuzion vodorod miqdori odatda quyidagini tashkil etadi.

Elektrod bilan dastaki yoy bilan payvandlashda:

organik qoplamalar bilan.....	15,00	$\frac{\text{мл}}{100\text{гр}}$
ushaning o'zi organik birikmalarsiz.....	2,15	$\frac{\text{мл}}{100\text{гр}}$
ushaning o'zi qoplama namligi bilan (~4%)	6,7	$\frac{\text{мл}}{100\text{гр}}$
CO_2 da payvandlashda.....	0,04	$\frac{\text{мл}}{100\text{гр}}$
flyus ostida avtomatik payvandlashda	4,40	$\frac{\text{мл}}{100\text{гр}}$
Gaz bilan payvandlashda.....	5,00	$\frac{\text{мл}}{100\text{гр}}$

Vodorodning diffuziyasi po'latning tuzilishiga bog'liq holda 48-72 soat mobaynida kechadi. Toblash holida esa chokoldi xududida vodorodni vaqtincha to'plash amalga oshiriladi. Vodorod payvandlashda

g'ovaklarning paydo bo'lishi sababi va ko'pgina xollarda sovuq yoriqlarning (darzlarning) paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Umumiy ko'rinishda bir sutkada payvand chokidan barcha erigan vodorodning 60 ? 70%, besh sutkada esa 80 ? 85% uzoqlashtiriladi. Payvand chokinin noaniqliklarida to'planadigan qoldiq vodorod barcha erigan vodorodning 15 ? 20% ni tashkil etadi.



11.1-rasm. Molekulyar vodorodni diffuziyasini vaqtga bog'liqligi.

Vodorodning diffuzion xarakatchanligi payvand birikmaning tuzilmasi bilan aniqlanadi. Austenit tuzilma eng yuqori xarakatchanlikka va eruvchanlikka ega bo'ladi. Eng qiyin singuvchi tuzilma toblash tuzilmasi xisoblanadi.

Chok metallida vodorodning vaqtincha to'planishi payvand birikmaning mo'rtligini oshiradi. Vodorodning kristall panjara orqali diffuziyasi ikkinchi tur kuchlanishlarining vujudga kelishiga olib keladi, bu esa toblangan po'latlar uchun sovuq yoriqlarni (darzlarni) paydo bo'lishini yuzaga keltiradi.

Endi (2) tenglama bo'yicha 1535 °C (1808 °K) temperaturalar oralig'i uchun temir bilan eritilgan absorbttsiyalangan vodorod miqdorini xisoblab topamiz, bir atmosferaga teng bosimda eritma ustidagi molekulyar vodorodning, qaynash temperaturasi (3008 °K).

A.M. Morozov formulasi.

$$\log V = \log \left[V_{H_2} \frac{\text{cm}^3}{100\text{гp}} \right] = \frac{1}{2} \log P_{H_2} - \frac{1750}{T} + 2,38 \quad (2)$$

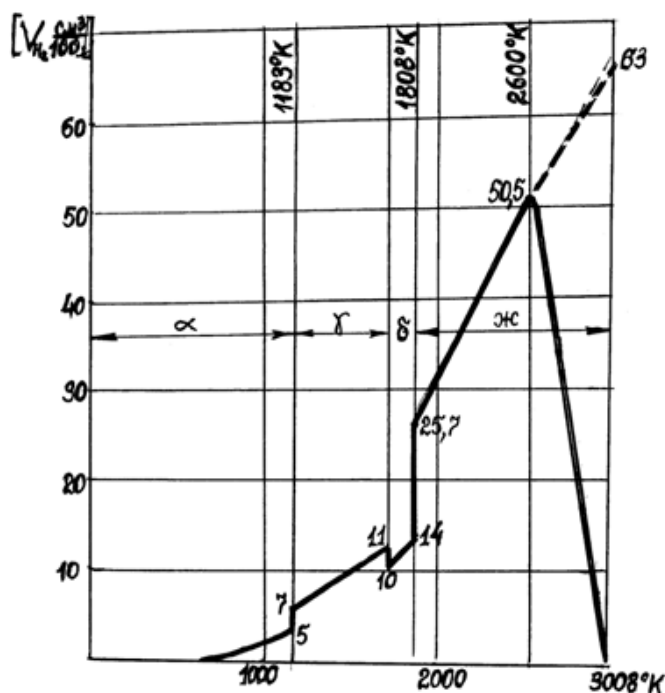
11.1-jadval

$T^0\text{K}$	$T^0\text{C}$	$\frac{1750}{T}$	$\log[V_{H_2}]$	$[V_{H_2}] \frac{\text{cm}^3}{100\text{гp}}$

1808	1535	0,97	1,41	25,5
2000	1727	0,875	1,505	32,0
2200	1927	0,795	1,585	38,5
2600	2327	0,675	1,705	50,5
3008	2735	0,580	1,8	63,0

Eritilgan temirda eritma vodorodning miqdori grafigi temirning erish yaqin temperaturalariga uchungina to‘g‘ridir. Yanada yuqoriroq temperaturada temirning jadal bug‘lanishlari yuz beradi, yani temir bug‘larining partsial bosimi orta boradi vodorodning partsial bosimi kamayadi.

Temirning qaynash temperaturasida (3008 °K) temirning bug‘lari bosimi bir atmosferaga teng bo‘lib qoladi mos ravishda vodorodning partsial bosimi nolgacha kamayadi. Bu paytda temirda erigan barcha vodorod chiqib ketadi.



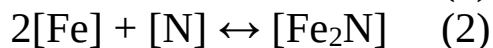
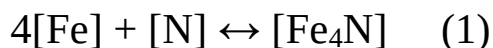
11.2-rasm. Eritilgan temirdagi muvozanat xolatdagi vodorod miqdorini haroratdagi bog‘liqligi.

Kristallanish paytida (1535 °C) vodorodning jadal ajralib chiqishi odatda ajralib chiqayotgan gaz pufakchalarining metall kristallari tomonidan olib ketilishi bilan birga ketadi, bu esa metall massasida bo‘shliqlarning hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

12 - MA'RUZA.

METALLNING AZOT BILAN O'ZARO TA'SIRLASHUVI.

Azot chok metallida havodan o'tib eriydi. Havo azotning asosiy manbai hisoblanadi. Bunda miqdoriga bog'liq holda azot temir bilan ikkita nitridni hosil qilishi mumkin:



Payvandlashda azotning tag'chilligini hisobga olib temir nitridlarining hosil qilinishi asosan (1) reaksiya bo'yicha Fe_4N ni hosil qilish bilan kechadi.

Azot molekulasini mustaxkam birikma hisoblanadi va molekulyar azotning dissotsiatsiyasi juda past bo'ladi.

Shuning uchun atomar azotning partial bosimi juda past bo'ladi va mos ravishda temirda azotning eruvchanligi juda kichik bo'ladi.

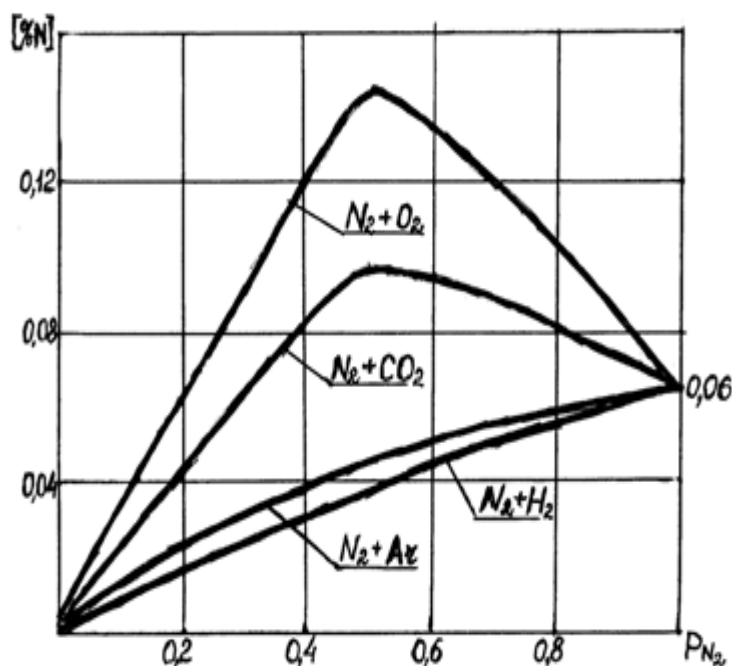
Chok metallini ximoya qilishga bog'liq xolda azot miqdori har xil bo'lishi mumkin (jadvalga qarang).

12.1-jadval

Payvanlash usuli	[%N] miqdori
Payvandlash simi	0,002 ÷ 0,003
Flyus ostida avtomatik payvandlash	0,002 ÷ 0,003
Gazli payvandlash	0,015 ÷ 0,02
Qo'lda yoyli payvandlash	0,02 ÷ 0,05
Qoplanmagan (ochiq) sim bilan payvandlash	0,105 ÷ 0,218

Azotning Fe da maksimal eruvchanligi 0,06% dan oshmaydi. Azotning po'latdagi eruvchanligi mustaxkam nitridlarni hosil qiluvchi elementlar ko'paytiradi: Mn; Cr; Nb; V; Ti; Al; Ta. Quyidagi elementlar esa eruvchanlikni kamaytiradi. Ni; Co; Si; C.

Kislород chokdagi azot miqdorini ayniqsa kuchli orttiradi (V.V. Podgaetskiy) ni ma'lumotlari.

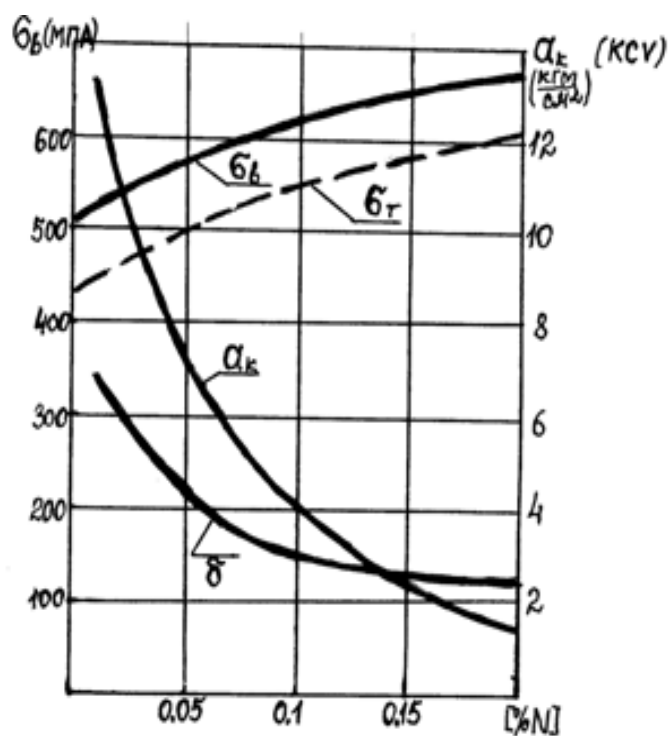


12.1-rasm. Azotni po‘latdagi eruvchanligiga ta’siri.

Azot eruvchanligining bunday tavsifi gaz fazasida azot oksidining hosil bo‘lishini izoxlaydi, uni dissotsiatsiya qilishida ortiqcha energiyaga ega azot atomlari hosil bo‘ladi. Mustaxkamlik bir oz oshganda azotning mavjud bo‘lishi payvand chokining plastikligini kamaytiradi va payvand mo‘rtlashishiga olib keladi. Agar qoplamali elektrod bilan payvandlashda mo‘rt buzilishiga o‘tish temperaturasi (T_m) = - 40 °C bo‘lsa, u xolda yolg‘iz (yalang‘och) sim bilan payvandlashda T_m = + 100 °C.

Azot misda erimaydi va misni payvandlashda ximoyalovchi gaz bo‘lib xisoblanishi mumkin.

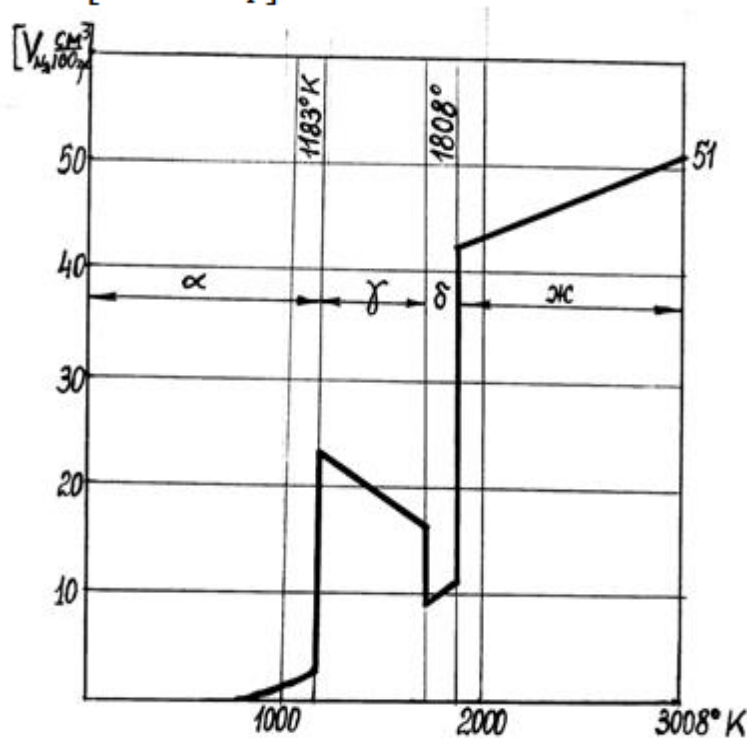
Payvand choklariga ta’sir qilishda azot kuchli austenizator bo‘lib, faqat zanglamaydigan po‘latlarni payvandlashda ta’sir ko‘rsatadi.



12.2-rasm. Azotni kam uglerodli po‘latlarni mexanik xossalariga ta’siri.

Azotning temirda eruvchanligi A.N. Morozovning tadqiqotlari ma’lumotlariga ko‘ra quyidagi empirik formula bilan ifodalanishi mumkin:

$$\log \left[V_{N_2} \frac{\text{cm}^3}{100\text{gp}} \right] = \frac{1}{2} \log P_{N_2} - \frac{203}{T} + 1,752$$



12.3-rasm. Azotni temirdagi eruvchanligi grafigi.

Azotning temirda eruvchanligining temperaturaga bog'liq grafigi, azot bosimi bir atmosfera bo'lganda xuddi vodoroddagi kabi o'ziga xos nuqtalarda eruvchanlikning katta miqdorda kamaishi kuzatiladi.

13 - MA'RUZA.

ELEKTR YOYI VA UNING ELEKTROD HAMDA PAYVANDLANUVCHI METALLARGA TA'SIRI.

Reja:

13.1. Gazlar va bug'larning ionlanishi.

13.2. Ionlashtirish turlari.

13.3. Termik ionlanish darajasi.

Elektr yoyi-gazlarda elektr razryadining turlaridan biri bo'lib, u boshqa turdagi razryadlardan gazning yuqori temperaturasi ($4000-15000^{\circ}\text{C}$), yuqori tok kuchi razryadiga va razryadda nisbatan kichik elektr maydon bilan farq qiladi.

Yuqori tok kuchlari ($1,0-2000\text{A}$), yoyda kuchlanish odatdagi tushishi ($10-60\text{V}$) razryad egallagan nisbatan kichik xajmlarda katta miqdordagi issiqlik energiyasining ajralishi imkonini ta'minlaydi.

Bu esa razryad ta'siri xududida payvandlanayotgan metallni yoy energiyasidan yuqori koeffitsient bilan foydalanib jadal eritishga imkon beradi, bu esa elektr yoyidan metallarni payvandlash uchun afzallik bilan foydalanishni ta'minlaydi.

Yoy fazasida gazlar o'rtasidagi xamda gazlar va metallar o'rtasidagi kimyoviy o'zaro ta'sir; yoki bu kimyoviy reaksiyalarning jadalligi asosan reaksiya xududining temperaturasi bilan belgilanadi.

Elektr yoyi xududida gazlarning yuqori temperaturalari endotermik reaksiyalarning ustuvor kechishini ta'minlaydi. Bunda biz N, O va N kabi atomlar gazlarning yoki NO, OH kabi birikmalarni kuzatamiz.

Elektr yoyi hududidagi yuqori temperaturalar yuz berayotgan reaksiyalarning tezligini ancha ortiradi. Elektr yoyida yangi aktiv gazlarning vujudga kelishi gaz fazasining metall bilan o'zaro ta'sirlashuv jarayonini tubdan o'zgartiradi, bu esa payvand choklarining va mos ravishda uning fizika-kimyoviy xossalarning katta o'zgarishlariga olib keladi.

Elektr yoyining asosiy elektr xususiyatlari razryad tokining katta zichlikda bo'lishi va razryad elektr maydonining nisbatan kichikligi xisoblanadi.

Razryadning zaruriy sharti gazda elektrning (tokning) razryad oralig'i orqali ko'chirilishi amalga oshiriladigan elementar elektr zaryadlangan zarrachalar (ionlar, elektronlar) ning albatta mavjud bo'lishi hisoblanadi.

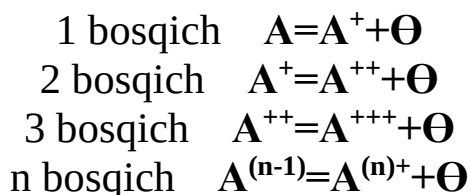
Ifodalangan zarrachalarning mavjudligi razryad oralig'ida gazlarning ionlanishi bilan ta'minlanadi.

13.1. Gazlar va bug'larning ionlanishi.

Gaz atomi yoki molekulasining ionlanishi deb tashqi elektronning atomdan yoki molekuladan uzilish va uning hosil bo'lgan ionning kuch maydoni chegarasidan tashqariga chiqadigan masofaga uzoqlashishi jarayoniga aytiladi. Bu jarayonni kimyoviy belgilar yordamida atom yoki molekulaning ion (musbat zaryadli) va elektronga dissotsiyanlashi jarayoni sifatida tasvirlash mumkin:



Bir necha elektronga ega atomlar yoki molekularlar bosqichli ionizatsiyani bo'lishdan kechirishi mumkin bo'lib, u elektronlarning atomdan yoki molekuladan ion zaryadining uzilib chiqqan elektronlar soniga karrali ortishi bilan ketma-ket uzilib chiqishi jarayonini ifodalaydi:



Ionlashtirish ishi. Elektronni atomdan yoki molekuladan ajratish uchun ma'lum miqdordagi energiyani sarflash zarur, bu energiya elektronni uzish va uni ionning kuch maydoni ta'siri soxasidan chiqarishga sarflanadi.

Energiyaning bunday sarfi ionizatsiya ishi deb ataladi. Atomdagi elektronning bog'lanish mustahkamligiga bog'liq holda u yoki bu miqdordagi energiyani sarflash kerak, shuning uchun turli xil moddalar uchun ionlashtirish (ionizatsiya) ishi turli xil bo'ladi.

Atom fizikasida ionizatsiya ishini elektron-volt bilan o'lchash qulaydir.

Bir elektron-volt bitta elektronning bir voltga teng potentsiallar ayirmasidan o'tishidagi kinetik energiyani ifodalaydi.

$1\text{e.v} = 1,602 \cdot 10^{-12} \text{erg}$; j ga aylantirganda:

$1\text{e.v} = 96,81 \text{ kJ/mol}$.

Ionlashtirish energiyasini e.v bilan emas balki potentsiallar ayirmasi bilan mazkur modda atomi yoki molekulasini ionlashtirish uchun zarur energiyani to'plash uchun elektronning o'tishi kerak bo'lgan potentsiallar ayirmasi bilan o'lchash mumkin. Bu kattalikni ionlashtirish potentsiali deb ataladi. U son jixatidan e.v da ifodalangan ionlashtirish ishiga teng. Misol tariqasida temir uchun ionlashtirish (u_i) va entalpiya ΔH_i potentsiallarini keltiramiz.

13.1-jadval

Ionlashtirish bosqichi	I	II
$U_i(\text{v})$	7,83	24,3
$\Delta H_i \left(\frac{\text{кж}}{\text{моль}} \right)$	758,1	1596

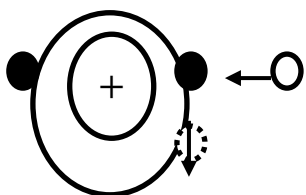
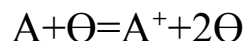
Jadvaldan ko'rinadiki xar bir keyingi elektronning uzilishi yanada katta miqdordagi energiyalarning sarflanishini talab etadi. Shuning uchun yoy razryadida odatda birinchi darajadagi ionlashtirish kuzatiladi.

13.2. Ionlashtirish turlari.

Gaz ionizatsiyasini turli xil yo'llar bilan amalga oshirish mumkin, shuning uchun ionlashtirishning bir necha turi farq qilinadi, ulardan asosiylari: **zarb bilan ionlash; foto ionlash; termik ionlash.**

Zarb bilan ionlashda bir zarrachaning kinetik energiyasi boshqasi bilan urilganda ikkinchi zarrachadan elektronni ajratishga sarflanadi. Elektronning atom yoki molekula bilan urilishida ionlanishning e'timoli ko'proqdir, chunki elektron o'zining kichik massasi tufayli eng xarakatchan elementar zarracha xisoblanadi.

Bunday jarayonni quyidagicha sxema bilan tasvirlash mumkin:



Θ - ion
O - elektron

Kinetik energiyaga ega bo'lgan elektron neytral atom yoki molekula bilan to'qnashib to'plangan kinetik energiyasini elementar zarrachani ionlashtirishga sarflab, ionlashtirish ishiga teng yoki katta bo'ladi.

Foto ionlashda zarur ionlashtirish energiyasi nur energiyasi (kvantlarining) fotonlar energiyasini berish yo'li bilan hosil bo'ladi. Ionlanish imkoniyati uchun nur energiyasi kvanti ionlanish ishiga teng yoki katta bo'lishi kerak:

$$h\nu \geq Q_i;$$

bu erda Q_i –ionlash ishi;

h – Plank doimiysi bo'lib, $6,623 \cdot 10^{-27}$ erg/cek ga teng.

Gazni yuqori temperaturalargacha isitganda termik ionlashtirish murakkab jarayon bo'lib, unda yuqorida tavsiflangan ionlashtirish turlarining ikkalasi ishtirok etadi. Temperatura orttirilganda termik ionlashtirishning asosiy sababi gaz elementar zarralari kinetik energiyasining ortishi hisoblanib, u ayrim zarrachalar uchun ionlashtirish ishiga teng kattalikkacha etadi.

13.3. Termik ionlanish darajasi.

Termik ionlanish jarayoni gomogen gaz fazasidagi kimyoviy jarayon sifatida ko'rib chiqilgan. Bunday jarayonni xisoblashni ?ind astrofizigi Meg-Nad-Shax taklif etgan, uning 1921 yilda taklif etgan gazlar va bug'larni ionlash darajasini xisoblash formulasi quyidagicha (adabiyotda odatda Saha formulasi deb ataladi):

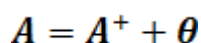
$$\frac{x^2}{1-x^2} \cdot P = 2,4 \cdot 10^{-4} \cdot T^{\frac{5}{2}} \cdot e^{\frac{eU_i}{kT}}$$

R – bosim, mm sim ust.

U_i – potentsial ionlanishi (V).

Formula qanday olingan:

Ionlanish jarayonini quyidagi kimyoviy simvol (ifoda) bilan ifodalash mumkin:



bu reaksiyaning muvozanat konstantasi

$$K_p = \frac{P_{A^+} \cdot P_{\theta}}{P_A}$$

Ionlanish darajasi deb ionlanuvchi atomlar yoki molekulalar sonining ularning dastlabki soniga nisbatini aytiladi. Odatda ionlanish darajasi “X” orqali belgilanadi.

Bir mol gaz uchun:

Ionlashgan gaz mollari miqdori:

$$n_i = X$$

Xosil bo'lgan erkin elektronlar mollari miqdori:

$$n_{\Theta} = x$$

qolgan gaz mollari miqdori:

$$n_A = 1 - x$$

Umumiy mollar soni:

$$\sum n = x + x + 1 - x = 1 + x;$$

Partsial bosim:

$$P_{A^+} = P_{\Theta} = \frac{x}{1+x} \cdot P;$$

$$P_A = \frac{1-x}{1+x} \cdot P;$$

Ionlanish darajasi orqali ifodalangan muvozanat konstantasi (doimiysi):

$$K_p = \frac{x^2 \cdot (1+x)}{(1+x)^2 \cdot (1-x)} \cdot P = \frac{x^2}{1-x^2} \cdot P$$

Bunda R – gaz aralashmasining umumiy bosimi.

Gaz bosimi kattaliklarini va doimiylarni bilgan xolda gazning ionlanish darajasini aniqlash mumkin.

Muvozanat doimiysini aniqlash uchun gaz aralashmasining entalpiya farqini va entropiya farqini topamiz:

$$\Delta N = Q_i$$

$$\Delta S = \Delta S_{A^+} + \Delta S_{\Theta} - \Delta S_A$$

Atom va ionning entropiyalari taxminan bir xil deb qabul qilib, $\Delta S = \Delta S_{\Theta}$ ni topamiz

Bir atomli gazning (bizning holda-elektron gazning) issiqlik sig'imi $5/2 R$

$$\lg K_p = \frac{-\Delta F}{19.15T} \quad (1)$$

$$\Delta F_T = \Delta H_{298}^0 - \Delta S_{298}^0 \cdot T + \int_{298}^T \Delta C_p dT - T \int_{298}^T \frac{\Delta C_p}{T} dT \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.$$

ga teng ekanini hisobga olib muvozanat doimiysining logarifmini aniqlaymiz.

$$\lg K_p = -\frac{\Delta H_i}{RT} - \frac{5}{2} \cdot \frac{R}{RT} \int_{298}^T dT + \frac{5}{2} \cdot \frac{RT}{RT} \int_{298}^T \frac{dT}{T}$$

Integrallarni aniqlab va xosil bo'lgan barcha doimiylarni bittaga birlashtirib, Saga formulasini hosil qilamiz:

$$\frac{x^2}{1-x^2} \cdot P = 2,4 \cdot 10^{-4} \cdot T^{\frac{5}{2}} \cdot e^{\frac{eU_i}{KT}}$$

eU_i – ionlanish ishi, erg hisobida,

K – Boltsman doimiysi bo'lib

$$1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{ж}}{\text{кисм} \cdot \text{град}} \quad \text{ga teng}$$

Standart kattaliklar yordamida odatdagi taʼribiy hisoblash usuli bilan etarlicha aniqlik darajasida quyidagini aniqlash mumkin:

$$\lg\left(\frac{x^2}{1-x^2}P\right) = \lg K_p = -\frac{\Delta H_i}{19,15T} + \frac{S_\theta}{19,15} + \frac{5/2 R}{19,15} \text{Mo} \quad (2)$$

$$S_{\theta 248}^0 = 20,7 \frac{\text{ж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}.$$

$$c_{p298}^0 = 20,83 \frac{\text{ж}}{\text{моль} \cdot \text{град}} \quad \text{deb qabul qilib,}$$

$$\lg\left(\frac{x^2}{1-x^2}P\right) = -\frac{\Delta H_i}{19,15T} + 1,082\text{Mo} + 1,08$$

ni xosil qilamiz.

Ayrim gazlar va bug'lar uchun ionlanish potentsiallari va ionlanish entalpiyasi:

13.2-jadval.

Modda	U_i (v)	$\Delta H_i \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$	modda	U_i (v)	$\Delta H_i \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$	modda	U_i (v)	$\Delta H_i \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$
He	24,5	2371	Si	8,15	785	Ca	6,1	588
Ar	15,7	1520	Fe	7,83	758,1	Ba	5,19	499
O	13,6	1310	Mn	7,7	739	Na	5,14	495
O ₂	12,5	630	Ni	7,6	735	K	4,32	420
N ₂	15,8	1512	Ti	6,85	655	Cs	3,9	378
H ₂	15,4	1495	Al	6,96	575			

Jadvaldan ko'rinishicha, eng kam ionlanish potentsialiga ishqorli metallar (K, Na, Cs, Ce), biroz yuqoriroq ionlanish potentsialiga esa ishqorli-erli metallar (Ba, Ca), yana yuqorirog'iga esa boshqa metallar va eng katta ionlanish potentsialiga ega gazlar ega bo'ladi.

Misol uchun temir bug'larining ionlanish darajasini turli temperaturalarda hisoblaymiz. Xisoblashni jadval shaklida amalga oshiramiz.

$$\lg K_p = -\frac{758100}{19.15T} + 1.082M_o + 1.08$$

13.3-jadval

T°K	$\frac{40000}{T}$	M_o	$1,082M_o$	$\lg K_p$	X
1000	40,0	0,508	0,552	-38,37	$6,6 \cdot 10^{-27}$
2000	20,0	1,05	1,14	-17,78	$1,29 \cdot 10^{-9}$
3000	13,3	1,41	1,53	-10,68	$4,56 \cdot 10^{-6}$
4000	10,0	1,69	1,84	-7,08	$2,9 \cdot 10^{-4}$
5000	8,0	1,88	2,05	-4,85	$3,63 \cdot 10^{-3}$
6000	6,65	2,05	2,23	-3,34	$2,13 \cdot 10^{-2}$
7000	5,7	2,19	2,38	-2,24	0,075
8000	5,0	2,34	2,55	-1,37	0,202
9000	4,44	2,43	2,64	-0,72	0,4
10000	4,0	2,53	2,75	-0,17	0,63

13.1-rasm. Temir bug'larini dissotsiatsiya darajasini haroratga bog'liqligi

14 – MA'RUZA. GAZ ARALASHMALARI IONLANISHI.

Agar gazlar aralashmasi mavjud bo'lsa, u holda aralashmadagi har bir gazning ionlanishi bitta gazga nisbatan boshqacha kechadi. Buning sababi shundaki ionlanish maxsuli elektron gaz aralashmadagi barcha ionlanuvchi gazlar uchun umumiy bo'ladi.

Aniq bir misol olaylik, faraz qilaylik, gaz temir va kaliy bug'lari aralashmasidan iborat bo'lsin. Gaz aralashmasidagi molyar ulushlar va ionlanish darajalari quyidagicha bo'lsin:

Temir bug'lari – A; x_{Fe}

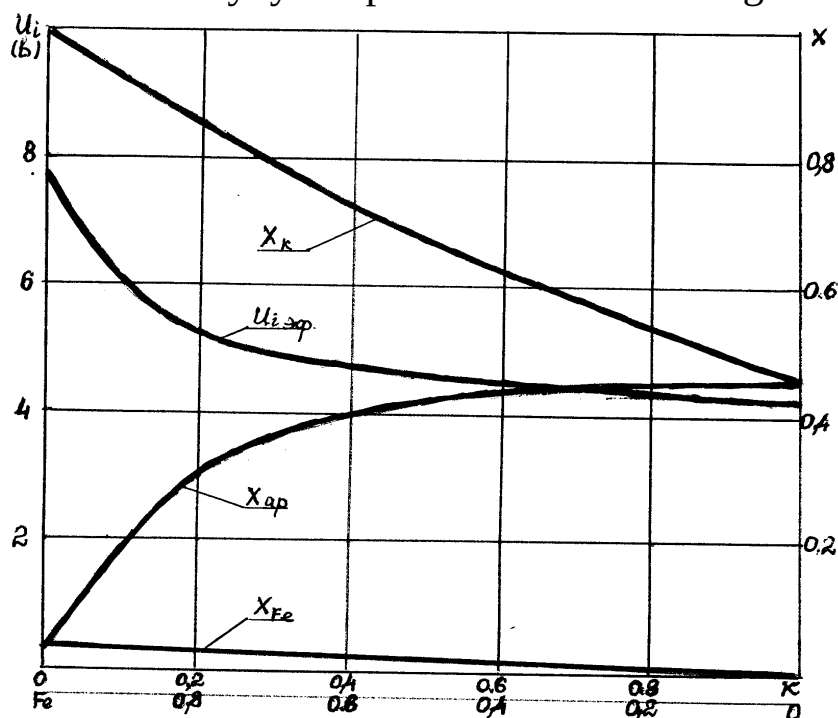
Kaliy bug'lari – V; x_k

$$X_{ap} = \frac{X_{Fe} \cdot A + X_K \cdot B}{A + B}$$

Qulaylik uchun samarali ionlanish potentsiali tushunchasi kiritiladi. Samarali ionlanish potentsiali **gazning ionlanish potentsiali** bo'lib, u berilgan temperaturada tadqiq etilayotgan gazlar aralashmasi kabi o'shanday ionlanish darajasini beradi.

Gaz aralashmasida Fe va K bug'lari miqdorining nisbatiga bog'liq holdagi ionlanishning samarali potentsiali, ionlanish darajasining umumiy va partsial darajasining o'zgarishi grafigi.

Hisoblashlar 5800 °K yoy temperaturasi uchun amalga oshirilgan.



14.1-rasm. Umumiy va partsial ionlash darajasini Fe va K parlarini nisbatiga bog'liq samaradorligini o'zgarish grafigi.

Grafikdan ko'rinishicha, oson ionlanuvchi modda (K) ning ionlanish darajasi uning molyar ulushi kamayishi bilan ortadi (birgacha bo'lgan chegarada).

Qiyin ionlanuvchi moddalar uchun (Fe) teskari xodisa kuzatiladi.

Aralashmaning ionlanish darajasi aralashmadagi ionlanuvchi modda ulushi ortishi bilan ko'tariladi.

Samarali ionlanish potentsiali oson ionlanuvchi moddaning nisbatan kichik ulushlaridayoq tez tushib, sof oson ionlanuvchi moddaning ionlanish potentsialiga asta sekin yaqinlashadi.

Manfiy ionlarning hosil bo'lishi. Ayrim gaz ortiqcha elektronni o'ziga biriktirib, bu bilan manfiy ionni hosil qilishga qodirlar. Manfiy ionda elektronning atom bilan bog'lanishi mustahkamligi atomning elektronga yaqinligi bilan belgilanadi, u elektronning atomga birikishi tizim entalpiyasining o'zgarishi bilan o'lchanadi.

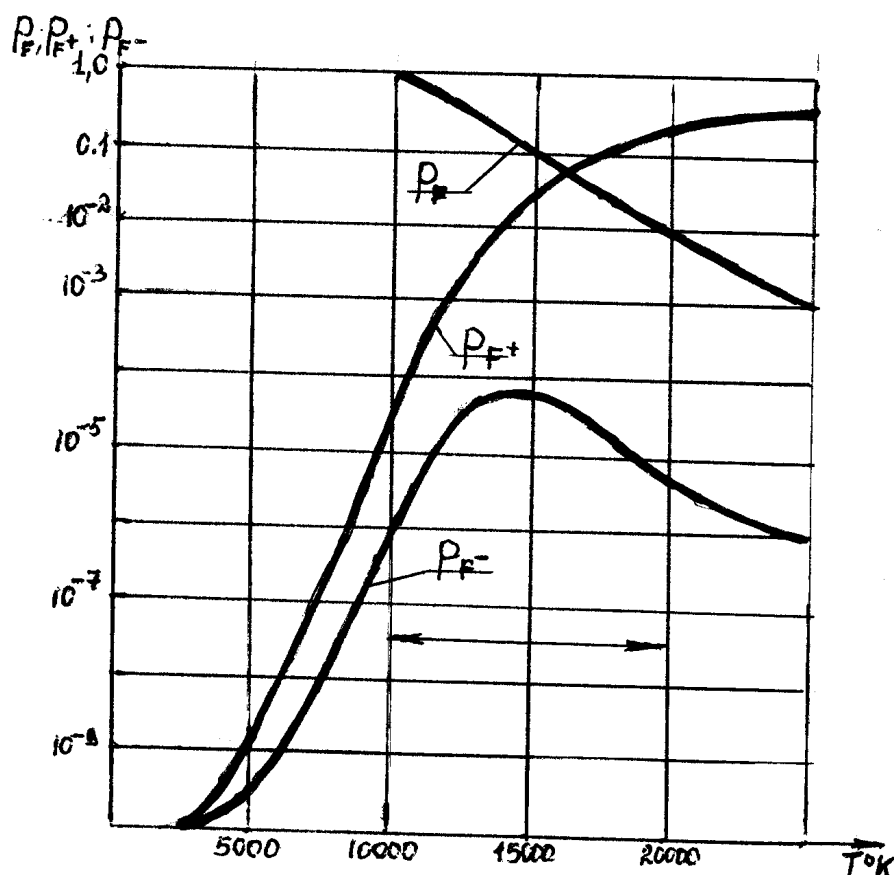
Ayrim gazlar uchun manfiy ionlar hosil bo'lishida entalpiyaning o'zgarishi kattaliklari.

14.1-jadval

Gaz	Cl	F	H	O	OH
$\Delta H \frac{\text{KЖ}}{\text{моль}}$	-256,2	-278,5	+146	+126	+160

Jadval ma'lumotlarining ko'rsatishicha, ftor elektronga eng ko'p yaqinlikka ega ekan. Ftorni ko'pincha yoy xududiga payvand choklari metallning g'ovakligini kamaytirish maqsadida kiritiladi, shuning uchun temperaturaga bog'liq holda ftorning manfiy ionlari miqdorini xisoblab chiqish qiziqish yo'qotadi.

Grafikdan ko'rinishicha, manfiy ifodalangan ionlar temperaturalarining keng oralig'ida paydo bo'ladi. Manfiy ionlarning maksimal partsial bosimi (10000-20000 °K) temperaturalar intervalida hosil bo'ladi. Bosimning absolyut kattaligi eng katta bo'lib (maks~10⁻⁵), biroq zaryadlangan zarrachalar miqdori yoy oralig'ida jarayonlarga ta'sir ko'rsatish uchun etarlicha katta bo'lib hosil bo'ladi.



14.2-rasm. Ftor atomini musbat va manfiy ionlarini partsial bosimini haroratga bog'liqligi

15-MA'RUZA. YOY RAZRYADIDA FIZIK JARAYONLAR.

Yoy razryadidagi elektr toki elektr zaryadlangan elementar zarrachalar, elektronlar va ionlar bilan ko'chiriladi. Agar zarrachalarni manfiy zaryadlangan zarrachalar elektronlarning xarakati yo'nalishida ko'chirish jarayoni qarab chiqilsa, yoy razryadining uchta o'ziga xos soxasini belgilash mumkin:

1. Katod sohasi
2. Yoy ustini sohasi
3. Anod sohasi

Katod sohasi. Metall o'tkazgichda elektr toki faqat elektronlar bilan tashiladi. Ionlar metall panjarada mustahkam bog'langan. Razryad oralig'iga elektronlarini beradigan elektrod - katod deb ataladi. Chegara soxasida katodning sirti - gaz razryadli oraliqda tokning chegaraviy sirt orqali o'tishini ta'minlovchi murakkab elektr jarayonlar yuz beradi.

Yoy ustuni. Yoy ustuni deb ataluvchi razryad oraliq sohasi orqali tokning o'tishi yoy ustunida gazning ionlanishi uchun etarli gazning yuqori temperaturasi mavjudligi bilan ta'minlanadi. Gaz - razryadli oraliqda vujudga keluvchi elektr maydon yoy ustunida ionlar va elektronlarning yo'naltirilgan xarakatiga sabab bo'ladi, bu esa gaz razryadli oraliq orqali barqaror elektr tokini ta'minlaydi.

Anod sohasi. Gaz - razryad oralig'ining chegaraviy sohasida - ikkinchi elektrod sirti-anod sohasi deb ataladi, tokni chegaraviy sirt orqali ko'chirish yoy ustuni sohasidan anod sirti orqali elektronlarning ichkariga xarakatlanuvchi elektronlar bilan ta'minlanadi. Katod soxasida yuz beradigan jarayonlarni mufassalroq ko'rib chiqamiz.

Yoy ustuni. Yoy ustuni chuda yuqori 6000 °K va undan yuqori temperaturalargacha qizitilgan.

$T_{youst}=810 \cdot U_{ef}$. Bunday temperaturada razryad oralig'ida gaz atomlari va molekulalarining sezilarli ionlanishi yuz berib, bunda musbat zaryadlangan ionlar va elektronlar katta miqdori paydo bo'ladi. Zaryadlangan elementar zarrachalar betartib issiqlik xarakatida bo'ladi.

Yoy ustunida to'plangan energiya zaxirasi atrof fazoga sarflanadi. Ustun energiyasining katta qismi nurlanishga sarflanadi; energiyaning bir qismi zaryadlangan zarrachalarning yoy ustuniga yaqin sohaga diffuziya tufayli yo'qoladi; energiyaning bir qismi yoy ustunida uchib chiquvchi neytral gaz atomlari olib ketiladi (issiqlik o'tkazish xodisasi)

va energiyaning yana bir qismi yoy ustunidagi endotermik, kimyoviy reaksiyalarda yo‘qoladi (murakkab molekulalar ionlashuvi, dissotsiatsiyasi va x.k).

Energiya yo‘qotishlari tashqi manba-tok generatori, yoy ustunida “ U_{us} ” kuchlanish tushish vujudga kelishi bilan to‘ldiriladi. Bunda tok manbai energiya sarflaydi:

$$W_{уст} = I_{ёй} \cdot U_{уст}$$

bunda $W_{уст}$ - ustundagi sarflangan energiya, vatt

$I_{ёй}$ –yoydagi tok kuchi, A;

$U_{уст}$ –ustunda kuchlanishning tushishi,

Shunday qilib: $J_E \cdot U_{ust} = R_{nur} + R_{dif} + R_{iss} + R_{kimyo}$

$$E_{уст} = \frac{U_{уст}}{L_{ёй}}$$

ga teng yoy ustunida elektr maydondan kuchlanganligi yoy ustunida zaryadlangan zarrachalarning yo‘naltirilgan oqimini yuzaga keltiradi. Bu yo‘naltirilgan xarakat zarrachalarning tartibsiz issiqlik xarakati bilan qo‘shiladi.

16 – MA’RUZA. YOY USTUNIDA IONLAR VA ELEKTRONLARNING XARAKATCHANLIGI.

Zaryadlangan elementar zarrachalarning elektr maydon yo‘nalishidagi xarakatlanish tezligi elektr maydon kuchlanganligiga proporsional ravishda ortadi.

$$W = b \cdot E \left(\frac{cm}{cek} \right)$$

bu erda W - zaryadlangan zarrachaning xarakatlanish tezligi,

E - elektr maydon kuchlanganligi,

B - proporsionallik yoki xarakatchanlik omili $\left(\frac{cm^2}{B \cdot cek} \right)$

Kuchlanganlik qancha katta bo‘lsa, dreyf tezligi shuncha katta bo‘ladi. Zaryadlangan zarrachalarning xarakatchanligi qancha katta bo‘lsa, ularni elektr maydonga ko‘chirish shuncha oson amalga oshiriladi.

Zaryadlangan elementar zarrachaning xarakatchanligi uning zaryadi kattaligiga, erkin yugurish kattaligiga, zarracha massasiga va uning issiqlik xarakatining eng katta extimolli tezligiga bog'liq. Bu bog'lanishni frantsuz olimi Pol Lanjeven tomonidan gazlarning klassik kinetik nazariyasi asosida aniqlangan edi:

$$b = \sqrt{\frac{3}{2\pi} \cdot \frac{e_0 \cdot \lambda}{m \cdot \bar{U}}} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{B} \cdot \text{cek}} \right)$$

bunda: e_0 - elektrostatik birliklar tizimi orqali ifodalangan zarrachaning elementar zaryadi,

λ - zarrachaning erkin yugurish yo'li (sm) da;

m - zarrachaning massasi;

$\bar{U}$ - zarrachalarning issiqlik harakati o'rtacha kvadratik tezligi, smG`sek xisobida.

Gazlarning kinetik nazariyasi ma'lumotlariga ko'ra zarrachaning erkin yugurish yo'li:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \cdot n \cdot \delta^2};$$

bu erda: n - 1sm³ dagi zarrachalar miqdori;

δ - gaz zarrachasining 1sm³ xisobidagi diametri, zarrachaning o'rtacha kvadratik tezligi zarrachaning o'rtacha energiyasidan aniqlanishi mumkin,

$$E = \frac{3}{2} KT = \frac{m \cdot \bar{U}^2}{2}; \quad \text{bundan}$$

$$\bar{U} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}.$$

bu erda K - Boltsman doimiysi, u $1.38 \cdot 10^{-6}$ erg/grad ga teng.

Elektronning biror gazda xarakatlanishi holida uning erkin yugurish yo'li uning massasi kichik bo'lganidan gaz molekulasining erkin yugurish yo'lidan katta bo'ladi. Kinetik nazariya quyidagi bog'lanishni beradi:

$$\lambda_0 = 4\sqrt{2} \lambda_m,$$

bu erda: λ_0 - elektronning erkin yugurish yo'li, sm

λ_m - gaz molekulasining erkin yugurish yo'li.

Keltirilgan ma'lumotlar elektron va ionning elektrik elementar zaryadining istalgan razryadi shartlari uchun ionlar va elektronlarning xarakatchanligini xisoblashga imkon beradi:

$e_0 = 4.8 \cdot 10^{-10}$ (CGSE) elektron massasi - $m_0 = 9,106 \cdot 10^{-28}$ g

proton massasi - $m_n=1,66 \cdot 10^{-24} \text{g}$

vodorodning atom og'irligi - $N=1,00813$

0 °C temperaturada va bir atmosferaga teng bosimda bir kub.sm gazdagi molekulalar miqdori: $n_0=2,68 \cdot 10^{19}$

Ayrim moddalarning atomlari va molekulalarning angstrom hisobidagi ($\text{\AA}=10^{-8}\text{sm}$) diametri.

16.1-jadval

Modda	δ angstrom	Modda	δ angstrom	Modda	δ angstrom
Ar	2,9	CO	3,23	Si	2,68
He	1,82	NO	3,09	Ca	2,54
H ₂	2,22	F ₂	3,18	Al	2,86
O ₂	3,02	C	1,72	Na	3,82
N ₂	3,22	Mn	2,62	Co	3,92

Yoy ustunida termik ionlash tufayli bir xil miqdordagi ionlar va elektronlar ishtirok etadi. Misol uchun temir bug'larida yoy razryadi holi uchun ionlar va elektronlarning xarakatchanligini taqqoslaymiz (Fe ning atom og'irligi 55,85)

$$\frac{b_{\theta}}{b_{Fe}} = \frac{e_0 \cdot \lambda_{\theta} \cdot m_{Fe} \cdot \bar{U}_{Fe}}{e_0 \cdot \lambda_{Fe} \cdot m_{\theta} \cdot \bar{U}_{\theta}}$$

$$\frac{b_{\theta}}{b_{Fe}} = 4\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{m_{Fe}}{m_{\theta}}} = 4\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{55,85}{1,0083} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-24}}{9,106 \cdot 10^{-28}}}$$

$$\frac{b_{\theta}}{b_{Fe}} \approx 1830$$

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, amaliy xolatdan yoy ustunida tokni ko'chirish faqat elektronlarga va 1G`1830 ga teng ion toki ulushi bilan amalga oshiriladi, uni xisobga olmasa xam bo'ladi.

Formulalarni birlashtirib va shuningdek bosimning ta'sirini xisobga olib elektronlarning xarakatchanligi uchun quyidagi oddiy bog'lanishni hosil qilish mumkin:

$$b_{\theta} = B \cdot \frac{\sqrt{T}}{\delta^2 \cdot p}; \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{B} \cdot \text{cek}} \right)$$

bu erda: b - $3,62 \cdot 10^{-13}$ ga teng doimiy;

T - temperatura, °C;

δ - gaz atomi yoki molekulasi diametri, sm da;

R - gaz bosimi, atm;

Elektronlarning xarakatchanligini bilgan xolda va ionlarning xarakatchanligini xisobga olmay, yoy ustunida tok zichligini xisoblash mumkin:

$$i_{yem} = e_0 \cdot n_{\theta} \cdot b_{\theta} \cdot \frac{U_{\theta y}}{L_{\theta y}}; \text{ bunda}$$

e_0 - elektron zaryadi ($1,6 \cdot 10^{-19}$ kulon)

n_{θ} - bir kub sm yoy ustunidagi elektronlar soni

U_{yoy} – yoy ustunida kuchlanishning tushishi, v xisobida.

L_{yoy} – yoy uzunligi, sm da

Katod soxasi. Katod soxasini nazariy jixatdan ikkita parallel tekislik bilan chegaralash mumkin: katod tekisligi va yoy ustuni tepasidagi chegaralovchi tekislik. Katod sohasida kuchlanishning ancha tushishi kuzatiladi - U_k , u katodli tushish deb ataladi. U taxminan gazning yoy ustuni potentsial ionlanishiga teng. Katodli tushish soxasi uncha katta emas va elektronning erkin yugurish uzunligi (10^{-5} sm) bilan o'lgandosh.

Shuning uchun katod soxasida elektr maydon kuchlanganligi juda katta qiymatlarni qabul qiladi ($\sim 10^6$ v/sm). Katod soxasining kichik qiymati shunga olib keladiki, bunda ionlar va elektronlar bu soxada to'qnashmasdan uchib o'tishadi. Shunday qilib, katod soxasida biz yig'indi tokni ionlar toki va elektronlar toki yig'indisidan topamiz. Katod soxasida odatda o'rinli bo'ladigan toklarning tengligida istagan paytda katod soxasida nisbatan katta massasi va mos ravishda kichik xarakat tezligi tufayli asosan ionlar mavjud bo'ladi;

Ionlar toki zichligi: $i_i = e_0 \cdot n_i \cdot w_i$;

Elektronlar toki zichligi: $i_{\theta} = e_0 \cdot n_{\theta} \cdot w_{\theta}$;

Ionlar va elektronlar katod soxasidan o'tib aynan bir xil miqdordagi kinetik energiyani to'plashadi:

$$\frac{m_i \cdot w_i^2}{2} = \frac{m_{\theta} \cdot w_{\theta}^2}{2} \approx e_0 U_k ;$$

bundan

$$w_i = \sqrt{\frac{2e_0 \cdot U_k}{m_i}}; \quad w_{\theta} = \sqrt{\frac{2e_0 \cdot U_k}{m_{\theta}}};$$

Biz $i_i \approx i_{\theta}$ deb qabul qildik, bundan:

$$\frac{n_i}{n_{\theta}} = \sqrt{\frac{m_i}{m_{\theta}}};$$

Katod soxasida amalda faqat ionlar bo'ladi. Bu ionlar xajmiy musbat zaryad yaratib, u katod soxasida yuqori elektr kuchlanganligining sababi xisoblanadi.

Katod soxasi chegarasiga issiqlik xarakati natijasida uchib o'tadigan yoy ustuni elektronlari katodning elektr maydoni tomonidan yoy ustuniga qaytarib tashlanadi (1-vaziyat). Yoy ustuni ionlari elektr maydoni tomonidan katod sohasiga tortiladi (2-vaziyat). Katod yoy ustuni yo'nalishida katod sohasida uchib o'tkan elektronlar katodning elektr maydonida $e_0 \cdot U_k$ ga teng va yoy uzunligi neytral molekulalarini ionlashtirish uchun etarli kinetik energiyani to'playdi (3-vaziyat).

Yoy ustuni-katod yo'nalishida katod soxasini uchib o'tgan va ushancha miqdordagi energiya to'plangan ionlar katodga urilib:

1. O'zining kinetik energiyasini katodga beradi shu bilan uni qizitadi;
2. Katoddan elektronni uzib oladi va uni biriktirib, katoddan neytral molekulasini xosil qiladi yoki ustuniga kiradi yoki katodda erib ketadi (4-vaziyat)

Chiqish ishi. Katoddan elektronni uzib olish uchun elektronning katod musbat ionlari tomonidan tortib turish kuchlarini engish kerak. Shuning uchun bu kuchlarni engish uchun ma'lum miqdorda ish sarflash zarur. Bu ish miqdori **chiqish ishi** deb ataladi va elektron-voltlarda o'lchanadi. Odatda chiqish ishi ϕ harfi bilan belgilanadi. Chiqish ishining kattaligi katodning materialiga va katodni qoplab turuvchi sirt plyonkalarining tarkibiga bog'liq. Agar kuchlanishning katodli tushishi chiqish ishining ikki karra kattaligidan katta bo'lsa, u xolda ion katoddan bitta emas balki ikkita elektronni urib olish uchun etarli energiya zaxirasiga ega bo'ladi. (6-vaziyat).

17 – MA'RUZA.

KATODDAN ELEKTRONLAR EMISSIIYASI.

Elektronlar katodni mustaqil tashlab ketishlari mumkin (5-vaziyat). Bunday jarayon elektron emissiyasi deb ataladi. Emissiyaning ikki turi farq qilinadi.

Termoelektron emissiya. Katod qizitilganda elektronlarning issiqlik xarakati kuchayadi va ayrim elektronlar chiqish ishidan ortiqroq bo'lgan kinetik energiya zaxirasiga ega bo'ladi. Bu xolda elektron katod sirti chegaralaridan tashqariga uchib chiqishi mumkin.

Termoelektron emissiyaning miqdoriy bog'lanishlari.

Richardson-Deshman formulasi bilan aniqlanadi:

$$j = AT^2 \cdot e^{-\frac{\varphi}{KT}} \left(\frac{A}{\text{cm}^2} \right); \quad \exp\left(-\frac{\varphi}{KT}\right)$$

bunda: j - termoelektron emissiya tokining zichligi;

φ - chiqish ishi, e-v xisobida,

K- Boltsman doimiysi, ($1,38 \cdot 10^{-23}$) j/grad xisobida;

A - Katod materialiga bog'liq doimiy ($\approx 62,2 \frac{A}{\text{cm}^2 \cdot \text{град}}$)

Formuladan ko'rinishicha termoelektron emissiya katodning xarorati ortganda kuchli ortadi.

Ayrim metallar uchun elektronning chiqish ishi:

17.1-jadval

Metall	Elektronlarning chiqish ishi, e-v	
	Toza sirt	Oksidli sirt
Kaliy	2,02	0,46
Natriy	2,12	1,8
Kal'tsiy	3,34	1,7
Bariy	2,29	1,59
Jelezo	4,74	3,92
Volfram	4,54	-

Shuni takidlash lozimki, katod sirtida ifloslanishlarning, ayniqsa oksidlar (K_2O , CaO , BaO) ning mavjud bo'lishi chiqish ishining kattaligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Avtoelektron emissiya. Katod sirti yaqinida kuchli elektr maydoni mavjud bo'lganda katoddan elektronlar emissiyasi engillashadi, ya'ni elektronning chiqish ishi kamayadi.

Bu xolda termoelektron va avtoelektron emissiyaning umumiy formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$j = A \cdot T^2 \exp\left(\frac{-\varphi - \Delta\varphi}{KT}\right); \quad \frac{A}{\text{cm}^2}$$

bunda

$$\Delta\varphi = e^{\frac{3}{2}} * E^{\frac{1}{2}}; \quad j = j_0 * e^{\frac{439\sqrt{E}}{T}}$$

Yoy razryadlarida termoelektron emissiya qiyin eruvchan katodlarda ustuvor o'rinni egallaydi (W, C). Boshqa katodlarda (Cu, Al, Fe va boshqalar) emissiyaning ikkala turi o'rinli bo'ladi.

Anod soxasi. Katod sohasidagi kabi anod sohasida ham kuchlanish tushishlari mavjud, anodda - U_a ; u elektronlarni anod tomonidan yutilishi tufayli ionlarning musbat xajmiy zaryad bilan vujudga keladi. Issiqlik xarakati natijasida anod soxasi chegarasiga uchib kelgan yoy ustuni ionlari anodlarning elektr maydoni tomonida qaytadan yoy ustuniga qaytarib tashlanadi (1-vaziyat). Yoy ustuni elektronlari uchib kelib anodning elektr maydoni tomonidan tortiladi (2-vaziyat) va kuchlanish tushishi anod soxasidan o'tishda kinetik energiyani to'plab, anodga urilib, bu energiyani anodga berib uni isitadi (3-vaziyat). Bunda elektronlar anod ichiga kiradi (4-vaziyat) bunda qo'shimcha ravishda chiqish ishiga teng ma'lum miqdordagi energiya ajratadi, u xam anodni qizdirishga sarflanadi.

Shunday qilib, anod sohasida xam elektr toki elektronlar tomonidan amalga oshiriladi.

18 – MA'RUZA.

YOYNING ENERGETIK BALANSI.

Yoyning energetik balansi va turli omillarning yoy balansi moddalarining o'zgarishiga ta'siri elektr yoyli payvandlash amaliyoti uchun muxim ahamiyatga ega, chunki elektrod materiallarining erish unumdorligini va payvandlanayotgan metallarning erishi jadalligini aniqlaydi.

Yoyning energetik balansini katod, yoy ustuni, anod sohalariga xos bo'lgan mos qismlarga bo'lamiz.

Katodda energetik balans.

Balansni qismlarga ajratamiz: kirim va chiqim, ular issiqlik muvozanati shartlariga ko'ra teng bo'lishi kerak: elektron tokni yoydagi tokga nisbatini f deb belgilaymiz.

$$f = \frac{J_a}{J_e} ;$$

J_{yo} - yoyning to'liq toki

$f \cdot J_{yoy}$ - yoyning elektron toki ulushi

$(1-f) J_{yoy}$ - yoyning ion toki ulushi

U_k, U_{ust}, U_a - katodli, ustunli, anodli kuchlanish tushishi.

U_i - ionizatsiya potentsiali, v-da;

ϕ - chiqish ishi, e - volt xisobida:

e_0 - elektron va ionning elementar zaryadi, birlik uchun qabul qilingan;

Energiyaning kirishi:

1. Ionlarning kinetik energiyasi:

$$(1-f)J_{ust} \cdot U_k$$

2. Ionlarni deionizatsiyalash energiyasi:

$$(1-f)J_{yo} \cdot U_i$$

1. Yoy ustuni nurlanishi ulushi:

$\Delta_k \cdot R_{yo}$ Δ_k - katodga to'g'ri keluvchi ustun nurlanishi ulushi.

4. Kiruvchi energiya yig'indisi:

$$(1-f)(U_k + U_i)J_{yo} + \Delta_k R_{yo}$$

Energiya sarfi.

1. Elektronlarning katoddan chiqishi uchun energiya sarfi:

$$I_e \frac{\varphi}{e_0}$$

2. Katod nurlanishiga energiya sarfi: R_k

3. Katodni qizitish uchun energiya sarfi: W_k

4. Yig'indi sarfi: $I_e \frac{\varphi}{e_0} + R_k + W_k$

Yoy balansi kirim chiqimiga teng:

$$(1+f)(U_k + U_i) \cdot I_{ey} + \Delta_k \cdot R_{ey} = \frac{\varphi}{e_0} \cdot I_{ey} + W_k + R_k$$

Yoy ustuni energiya balansi.

Energiya kirishi:

1. Tashqi tok manbai olib kirgan energiya: $J_{yo} \cdot U_{ust}$

2. Katodli kuchlanish tushishi soxasidan uchib o'tgan elektronlarning kinetik energiyasi:

$$f \cdot J_{yo} \cdot U_k$$

3. Yig'indi kirish: $J_{yo} \cdot U_{ust} + f \cdot J_{yo} \cdot U_k$

Energiya sarfi:

1. Katod soxasiga ketgan ionlar olib ketadigan energiya:

$$(1-f) \cdot U_i \cdot J_{yoy}$$

2. Nurlanishga sarflangan energiya:

$$R_{nyp} = \Delta_k \cdot R_{ey} + \Delta_a \cdot R_{ey} + \Delta_{atroph} \cdot R_{ey}$$

bu erda Δ_k , Δ_a , Δ_{atroph} katodni anodni qisman isitishga va atrof fazoga yo'qotiladigan umumiy nurlanish ulushlari.

3. Zaryadlangan zarrachalarning atrof fazoga diffuziyasiga sarflangan energiya: R_{dif}

4. Yoy ustuni neytral gazining issiqlik o'tkazuvchanligiga sarfi:

R_{issiqlik}

5. Yoy ustunida endotermik reaksiyalarga sarf: R_{kimyoviy}

Shunday qilib (1) formulaga nisbatan aniqlashtirilgan yoy ustuni balansi

$$I_{\text{ёй}} \cdot U_{\text{уст}} + f \cdot I_{\text{ёй}} \cdot U_K = (1 - f) I_{\text{ёй}} \cdot U_i + R_{\text{нурл}} + R_{\text{диф}} + R_{\text{иссиғ}} + R_{\text{кимёвий}}$$

Anoddagi energiya balansi.

Energiya kirishi.

1. Elektronlar olib kiradigan energiya:

$$I_{\text{ёй}} \left(U_{\text{уст}} + \frac{\varphi}{e_0} \right)$$

2. Yoy ustunining nurlanish energiyasi:

$$\Delta_a \cdot R_{\text{нурл}}$$

3. Yig'indi kirim:

$$I_{\text{ёй}} \left(U_{\text{уст}} + \frac{\varphi}{e_0} \right) + \Delta_a \cdot R_{\text{нурл}}$$

Energiya sarfi:

1. Anodning nurlanish energiyasi: R_a

2. Anodni isitishga sarflanadigan energiya: W_a

3. Yig'indi sarf: $R_a + W_a$

Anoddagi umumiy balans

$$I_{\text{ёй}} \left(U_{\text{уст}} + \frac{\varphi}{e_0} \right) + \Delta_a \cdot R_{\text{уст}} = R_a + W_a$$

Agar yoyning barcha uchta sohasi balansi yig'indisi olinsa, payvand yoyining foydali xarakati koefitsientini aniqlash mumkin.

Amaliyotda qo'llaniladigan payvand yoyi energiyasidan foydalanish xususiyatiga qarab payvandlash metodlarini quyidagi turlarga ajratish mumkin:

1. Mustaqil ta'sir ko'rsatuvchi yoy. Uning xususiyati shundaki, payvandlash uchun yoy ustuni nurlanish energiyasi ulushidan foydalaniladi.

2. Elektrodi erimaydigan to'g'ridan to'g'ri ta'sir ko'rsatuvchi yoy. Anodda yoki katodda qabul qilingan qutblanganlikka bog'liq holda payvandlanayotgan metallni qizitishga sarflanadigan energiyadan foydalaniladi.

3. Elektrodi eruvchi to'g'ridan to'g'ri ta'sir ko'rsatuvchi yoy. Asosan katodda va anodda ajraladigan energiya va qisman yoy ustuni nurlanish energiyasidan foydalaniladi.

4. Atom-vodorod alangasi. Bu metodda yoy volfram elektrodlar orasidagi vodorod atmosferasida yonadi.

Payvandlanayotgan metallni eritishga va eriyotgan elektrodning erishiga sarflanadigan energiyani foydali issiqlik deb qabul qilib, payvand yoyining FIK ni aniqlash uchun tenglama tuzish mumkin.

Mustaqil ta'sir qiluvchi yoy:

$$\eta_{\text{ей}} = \frac{\Delta_m \cdot R_{\text{нурл}}}{I_{\text{ей}} \cdot U_{\text{ей}}};$$

Bunda Δ_m – metallni payvandlashga sarflanadigan ustunning nurlanishi ulushi. $\eta_{\text{ей}}=0,2\div0,3$.

Elektrodi erimaydigan to'g'ridan to'g'ri ta'sir ko'rsatuvchi yoy:

$$\eta_{\text{ей}} = \frac{W_K + \Delta_m \cdot R_{\text{уст}}}{I_{\text{ей}} \cdot U_{\text{ей}}}; \quad \text{ёки} \quad \eta_{\text{ей}} = \frac{W_a + \Delta_m \cdot R_{\text{уст}}}{I_{\text{ей}} \cdot U_{\text{ей}}}$$

$$\eta_{\text{ей}} = 0,3\div0,4.$$

Elektrodi eruvchi to'g'ridan to'g'ri ta'sir ko'rsatuvchi yoy:

$$\eta_{\text{ей}} = \frac{W_K + W_a + (\Delta_a + \Delta_k) \cdot R_{\text{уст}}}{I_{\text{ей}} \cdot U_{\text{ей}}};$$

$$\eta_{\text{ей}} = 0,7\div0,9.$$

Atom vodorodli alanga:

$$\eta_{\text{ей}} = \frac{\Delta_m \cdot R_{\text{химёвий}} + \Delta_m \cdot R_{\text{нурл}}}{I_{\text{ей}} \cdot U_{\text{ей}}}$$

bunda Δ_m -payvandlanayotgan yoy ustuni nurlanishning ekzotermik reaksiyalari va energiyalari issiqligi ulushi.

$$\eta_{\text{ей}}=0,4\div0,5$$

Payvand yoyning eng katta FIK eruvchi elektrod bilan payvandlash metodi uchun hosil bo'ladi, shuning uchun u texnikada eng ko'p qo'llaniladi.

19-MA'RUZA.

ELEKTR YOYNING TEMPERATURASI VA VOLT-AMPER TAVSIFI.

Yoyning ta'sir ko'rsatish xududida ajraladigan energiya tok kuchining elektrodlar o'rtasidagi kuchlanishning tushishiga ko'paytmasi sifatida aniqlanishi mumkin:

$$W_{\text{yoy}} = J_{\text{yoy}} \cdot U_{\text{yoy}}$$

bunda W_{yoy} - yoy xududida ajraladigan energiya, vatt xisobida,
 J_{yoy} – tok kuchi, A da,

U_{yoy} – yoydagi kuchlanish.

Elektr yoyining xolatini yoyning to'rtta asosiy parametrlari bilan tavsiflash mumkin:

Tok kuchi - J_{yoy}

Tok zichligi - i_{yoy}

Yoydagi kuchlanish - U_{yoy}

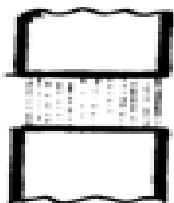
Yoy uzunligi - L_{yoy}

Elektrodlarning o'lchamlari va ular orasidagi masofalar doimiy bo'lganda yoyning elektr parametrlari elektrodlarning materialiga yoydagi gaz tarkibiga va yoy ustunida elektrodlar va gazning temperaturasiga bog'liq bo'ladi.

Elektrod o'lchamlarining va ular orasidagi masofani o'zgarishi o'z navbatida uning elektrik parametrlariga ta'sir qiladi. Shu tarzda yoyning elektrik parametrlari geometrik va fizik omillarga bog'liq bo'ladi.

Payvandlash amaliyotida geometrik omillarning ta'sirini elektr yoylarining quyidagi shakllari bilan tavsiflash mumkin:

a) Simmetrik yoy - bunda elektrodlar bir xil.



b) Assimetrik yoy- bunda elektrodlar o'lchamlari xar xil.



v) Erkin kengayuvchi yoy - bunda elektrodlar o'lchamlari yoy ustuni o'lchamlaridan katta.

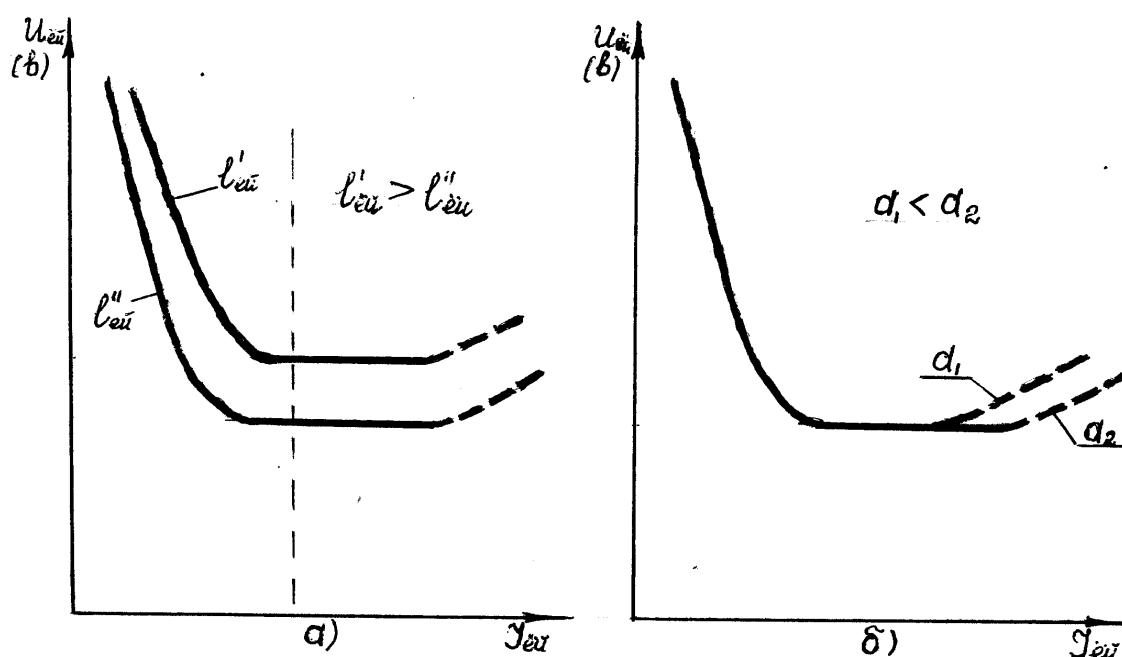


g) Siqilgan yoy - bunda yoy ustunining kengayishi imkoniyati bitta yoki ikkala elektrodning o'lchamlari bilan cheklanadi.



Elektr yoyini oqilona ta'minlash, elektrparametrlarni va yoyning elektrod'larga issiqlik ta'sirini avtomatik tartibga solish masalalarini xal qilishda yoyning juda muxim va qulay tavsifi yoyning statik-volt amper tavsifi xisoblanib, u yoyda tok kuchining o'zgarishiga bog'liq xolda kuchlanishning o'zgarishi tavsifini ifodalaydi.

Bu bog'lanishning o'ziga xos ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



19.1-rasm. Yoydagi kuchlanishni payvandlash toki ta'siri:
a - xar xil uzunlikda, b - elektrodni xar xil diametrlarida

Yoyning turli uzunligida va elektrod'larning turli diametrlarida yoydagi kuchlanishning tok kuchiga bog'liqligi.

Yoydagi tok kuchini uning kichik qiymatlarida ortirish kuchlanishni sezilarli darajada pasaytiradi.

Yoyni uzaytirish $J_{yoy} = \text{const}$ bo'lganda kuchlanishni oshirishga olib keladi. Tok kuchini bundan keyin xam oshirib borilganda (katodning diametri o'zgarimas bo'lganda, va tok zichligi ortirilganda) yoyning kuchlanishi deyarli o'zgarishsiz qoladi. Bunda katod dog'ining d o'lchami katod cheti o'lchamiga ortadi va uning bundan keyingi kengayishi qiyinlashadi (elektrodning yon sirtlariga ko'chish bilan

amalga oshirilishi kerak) va tokni yana xam orttirilganda kuchlanishning ortishi yuz beradi va volt-ampere tavsif oʻsuvchi boʻlib qoladi.

Boshqa teng sharoitlarda elektrodning diametri katta boʻlganda volt-ampere tavsifining oʻchuvchi tarmogʻi faqat tok kuchi katta boʻlganda vujudga keladi.

Nisbatan uncha katta boʻlmagan tok kuchida (zichligida) yoy kuchlanishi, tok kuchi va yoy uzunligi oʻrtasidagi bogʻlanish G. Ayrton formulasi bilan ifodalanadi:

$$U_{\text{ey}} = a + bL_{\text{ey}} + \frac{c + dL_{\text{ey}}}{I_{\text{ey}}}$$

Bunda a, b, c va d - elektrodning material iva gaz oraligʻi tarkibiga bogʻliq koeffitsientlar. Tok kuchi katta boʻlganda tenglamaning oxirgi xadi (bulagi) uncha katta emas va bogʻlanishni soddalashtirish mumkin:

$$U_{\text{ey}} = a + bL_{\text{ey}}; \quad a \approx U_K + U_A$$

20 – MAʼRUZA. ELEKTRODNING QIZISHI VA ERISHI.

Elektrod metalli issiqlikning ikki manbai orqali isitiladi:

1. Elektrod uchidagi yoy ajratadigan energiya bilan;
2. Elektrod orqali tok oʻtganda Joul-Lents issiqligi bilan.

Nisbatan kichik yuzada katta miqdordagi issiqlikning ajralishi va elektrodning uncha katta boʻlmagan massasiga kichik miqdordagi issiqlikning oʻtkazilishi elektrod uchidagi metallning kuchli qizishiga olib keladi.

Tajribalarning koʻrsatishicha, elektrod metalli qaynash temperaturasigacha qiziydi va qisman bugʻlanadi. Elektrodning uchida ajraladigan energiya miqdorini yoy energiyasi balansidan aniqlash mumkin. Xisoblashlarni soddalashtirish uchun elektrod uchi va yoy ustuni orasidagi nur energiyasi almashuvlarini xisobga olmaymiz. U holda toʻgʻri qutiblanishda (elektrod katod vazifasini bajaradi) payvandlash holi uchun:

$$W_k = \left[(1 - f)(U_k + U_i) - \frac{\varphi}{e_0} \right] \cdot J_{\text{ey}} \quad (1)$$

Teskari qutiblanishda (elektrod anod vazifasini bajaradi) payvandlash holi uchun:

$$W_a = \left(U_a + \frac{\varphi}{e_0} \right) \cdot I_{\text{ey}} \quad (2)$$

Oʻzgaruvchan tokda payvandlash xoli uchun:

$$W_n = \frac{W_a + W_k}{2} \quad (3)$$

Issiqlik muvozanati shartlaridan katod sohasi yoy ustuni chegarasida ion toki ulushini aniqlaymiz:

$$(1 - f) = \frac{U_k}{U_k + U_i}$$

va uning qiymatini (1) formulaga qo'yamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$W_k = (U_k - \frac{\varphi}{e_0}) \cdot I_{\text{ёй}} \quad (4) \quad W_n = \frac{U_k + U_a}{2} \cdot I_{\text{ёй}} \quad (5)$$

Elektrod ustida yoy ajratadigan energiya miqdorini va yoy qizitgan issiqlik miqdorini bilgan holda elektrod metallining erish unumdorligini doimo bilish mumkin:

$$g_{\text{эл}} = \frac{W_{\text{эл}}}{q}$$

bunda $W_{\text{эл}}$ – yoyning elektrod uchida ajratadigan energiya miqdori vatt xisobida;

q - elektrod metallini qaynashgacha qizitilgan issiqlik miqdori, $\frac{\text{BaTT} \cdot \text{ceK}}{\text{r}}$ xisobida;

$g_{\text{эл}}$ - vaqt birligi ichida (g/sek) yoy eritadigan elektrod metalli miqdori.

Ayrim metallarni qaynash temperaturasi gacha qizitilganda issiqlik miqdori to'g'risidagi ma'lumotlar (D.M. Rabkin, A\S N2, 1951y)

20.1-jadval

Metall		Fe	Al	Mg	Cu	Zn	Sn	Pb	W
Qaynash harorati	$^{\circ}\text{C}$	2735	2056	1110	2595	907	2270	1744	5930
Teplosoderj	$\frac{\text{BaTT} \cdot \text{ceK}}{\text{r}}$	2060	2570	1510	1410	513	543	266	1370

Payvandlash texnologiyasida payvandlash unumdorligini xisoblash uchun juda qulay kattalik bir soatda gramm xisobida eritilayotgan metallning tok kuchi birligiga bo'lingan miqdorini aniqlovchi $k_{\text{эп}}(\alpha_{\text{эп}})$ erish koeffitsienti xisoblanadi:

$$k_{\text{эп}}(\alpha_{\text{эп}}) = \frac{g_{\text{эл}} \cdot 3600}{I_{\text{ёй}}} = \frac{W_{\text{эл}} \cdot 3600}{I_{\text{ёй}} \cdot q} = \frac{U_{\text{эл}} \cdot 3600}{q} \left(\frac{\text{r}}{\text{A} \cdot \text{coat}} \right)$$

bu erda $U_{\text{эл}} = \frac{W_{\text{эл}}}{I_{\text{ёй}}}$ elektrodda kuchlanishning foydali tushishi deb ataladi.

U to'g'ri qutblanishda payvandlash uchun:

$$U_{\text{э}} = U_k - \frac{\varphi}{e_0}$$

Teskari qutblanishda payvandlash uchun:

$$U_3 = U_a + \frac{\varphi}{e_0}$$

O'zgaruvchan tokda payvandlash uchun:

$$U_3 = \frac{U_k + U_a}{2}$$

Agar temir dastaki payvandlash uchun me'yoridagi toklarda (160-200amp)

$$U_k \approx 10B; \quad U_a = 2,5B \pm 0,5 \quad (\text{Rabkin D.M bo'yicha})$$

$$\frac{\varphi}{e_0} = 4,18 \text{ V}; \quad q = 2060 \frac{\text{BATT} \cdot \text{CEK}}{\text{rp}} \text{ deb qabul qilinsa.}$$

Erish koeffitsienti uchun amaliy kattaliklarga yaqin quyidagi ma'lumotlarni olamiz:

20.2-jadval

Tok turi va qutblanganlik	O'zgarmas		O'zgaruvchan
	to'g'ri	teskari	
$K_{p3} \frac{r}{\text{амп} \cdot \text{coat}}$	11,7	17,1	14,4

Elektrodga ionlanish potentsiali past bo'lgan oson ionlanuvchi moddalar (masalan kaltsiy tuzlari) ni kiritish erish koeffitsientini pasaytiradi. Masalan, yupqa oxak qoplangan elektrodlar uchun:

$$\frac{\varphi}{e_0} = 3,0 B; \quad U_k = 9,0 B; \quad U_a = 2,5 B; \quad q = 2060 \frac{\text{BATT} \cdot \text{CEK}}{\text{rp}};$$

20.3-jadval

Tok turi va qutblanganlik	O'zgarmas		O'zgaruvchan
	to'g'ri	teskari	
$K_{p3} \frac{r}{\text{амп} \cdot \text{coat}}$	9,6	11,4	10,5

Elektrod orqali tok o'tganda elektrod Joul-Lents issiqligi bilan qiziydi. Bunda yoy bilan qizitishdan hosil bo'ladigan issiqlik Joul-Lents issiqligi bilan qo'shiladi va elektrodning erish koeffitsienti ortadi. Elektrodning erimagan qismini elektrod qulochi (vo'let) deb ataymiz.

Bu qulochning biror nuqtasida ajralgan energiya miqdori uning uzunligi birligida Joul-Lents qonuniga muvofiq quyidagicha teng bo'ladi:

$$W = I_{\text{ей}}^2 \cdot R t = i^2 \cdot F_{\text{эл}} \cdot \rho \cdot t \cdot l \quad (8)$$

bunda J_{yoy} - tok kuchi;

R - elektrod uzunlik birligining om xisobidagi qarshiligi;

ρ - elektrod metallining Om sm xisobidagi solishtirma elektr qarshiligi;

F_e - elektrod kesimining sm^2 xisobidagi yuzi;

t - ko'rib chiqilayotgan uchastkani tok ostida o'tishi vaqti, sek xisobida.

Ko'pchilik xollarda ρ temperaturaga kuchli bog'liq bo'ladi. Xisoblashlarni soddalashtirish uchun ρ ning temperaturaga bog'liq bo'lmagan xolni olamiz (amalda bunday xol austenit, xrom-nikel elektrodlar bilan payvandlashda bo'lishi mumkin) va konvektsiya xamda nurlanishga yo'qotishlarni hisobga olmaymiz.

Elektrodning qulochi (vo'let) har bir uchastkasida uning temperaturasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$T = \frac{i^2 * \rho * t}{c\gamma} \quad (9)$$

bunda s - metallning issiqlik sig'imi, $\frac{\text{BATT} * \text{cek}}{\text{r}}$

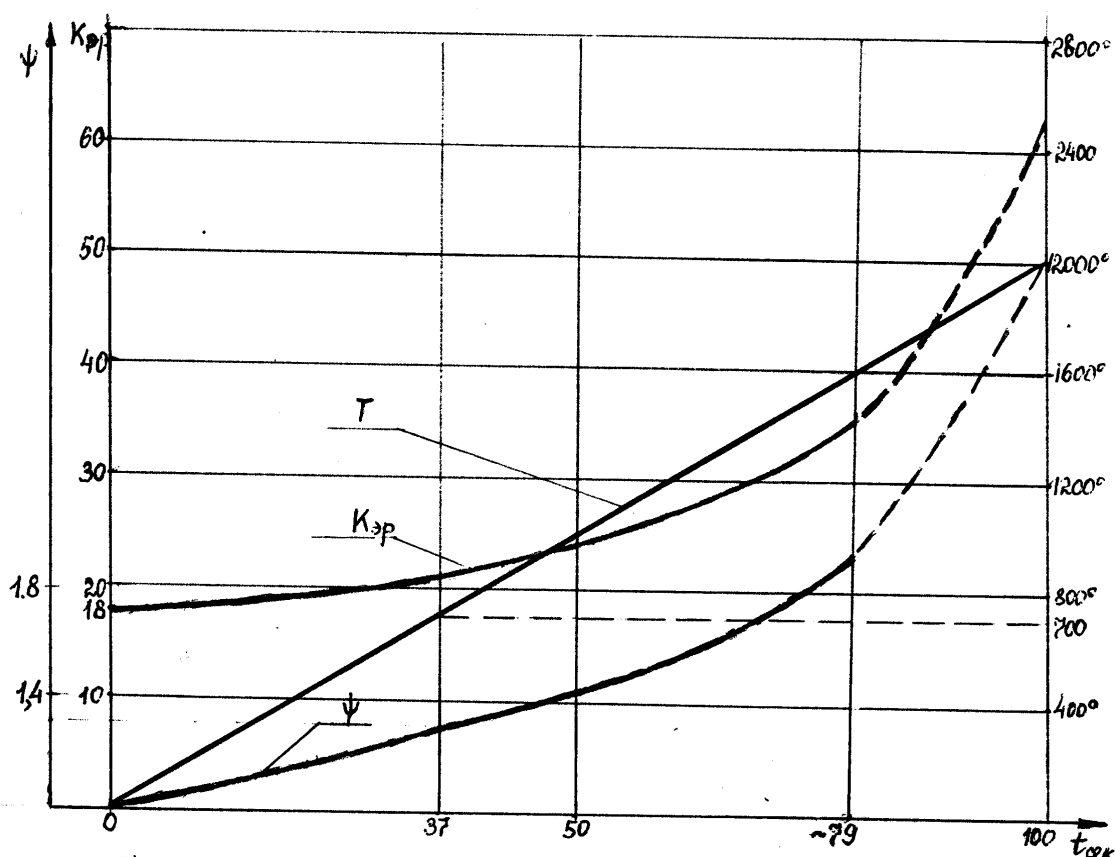
γ - metallning solishtirma og'irligi, g/sm^3

(9) formuladan ko'rinishicha, elektrod qulochining (vo'let) biror uchastkasidagi temperatura uning tok ostida bo'lishi vaqtiga proporsionaldir.

Temperaturaning vaqtga bog'liqligi tok zichligi $1000 \frac{\text{A}}{\text{cm}^2}$ va boshlang'ich erish koefitsienti $18 \frac{^\circ\text{P}}{\text{A} \cdot \text{coat}}$ bo'lganda austenitli, xromnikelli elektrodda payvandlash holi uchun $\rho = 10^{-4} \text{ om sm}$.

Elektrod eriy boshlashidan taxminan 79 sek dan so'ng tok keltiriladigan joyda (tokopodvod) elektrodning temperaturasi metallning erish temperaturasiga teng bo'lib qoladi. Bunda keyincha payvandlah mumkin bo'lmay qoladi, chunki bu joyda elektrod yoy bu joyga etmasidan oldinroq eriy boshlaydi.

Grafikdan ko'rinishicha elektrodning K_{er} juda kuchli o'zgaradi. K_{er} koefitsientining bunday o'zgarishi metallning choki bir tekis yotqizilishi buzadi, bu esa payvandchining chok bo'ylab yoyni xarakatini tezlashtirishga majbur etadi.



20.1-rasm. Erish koefitsientini va ψ tga bo'liqligi grafigi

Bu o'z navbatida yoyning payvandlanayotgan metallga beriladigan issiqlik miqdorini kamaytiradi va mos ravishda chetlarining erishini kamaytiradi. Shuning uchun sifatli payvand chokini olish uchun tokning yo'l qo'yiladigan zichliklari va elektrodlar uzunliklari kattaligini cheklash zarur.

Tokning chegaraviy zichliklari va elektrodlar zichliklarini xisoblash uchun juda qulay kattalik erish notekislari koefitsienti deb ataluvchi oxirgi va boshlang'ich erish tezliklari nisbati yoki erish koefitsienti xisoblanadi:

$$\psi = \frac{v_{\text{эп.ок}}}{v_{\text{эп.бощ}}} = \frac{K_{\text{эп.ок}}}{K_{\text{эп.бощ}}} \leq 1,3$$

Amaliyotda payvandlash sifatini ta'minlash uchun erish notekislari koefitsienti $\psi=1.3$ kattalikdan ortmasligi kerak. Grafikda bu koefitsient payvandlash boshlangandan so'ng 37 sek dan keyin xosil bo'ladi, bunda elektrodning (tok keltiruvchi nuqtasi) yo'l qo'yiladigan qizish temperaturasi 700 °C dan ortiq bo'lmasligi kerak (tokopodvodda).

21 – MA'RUZA.

YOYDA METALLNI KO'CHIRISHNI TADQICHLANISH METODLARI VA KO'CHIRISHNING ASOSIY SHAKLLARI.

Elektrodning eriyotgan metallni elektrodan asosan suyuq metall tomchilari ko'rinishida, va qisman bug' ko'rinishida payvandlash vannasiga ko'chadi. Yoyning yonish sharoitlaridan ko'chirilayotgan tomchilarning o'lchami xam kuchli darajada bog'liq bo'ladi.

Metallni ko'chirish jarayoniga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

- 1) Elektrod materiallari, yoy oralig'idagi qoplamalar va gaz tarkibi.
- 2) Rejimning asosiy tashkil etuvchilari: elektrod diametri, tok kuchi, yoydagi kuchlanish, tokni turi qutblanganlik.

Elektrodni eritishda katta elektrodinamik kuchlar va metall bug'larining reaktiv bosimi kuchlari vujudga kelib, ular tomchi xosil bo'lish jarayonlarini, tomchining elektrodan uzilishini va yoy oralig'i orqali ko'chishini ancha qiyinlashtiradi.

Yoyning yonishi jarayonida payvandlash rejimi asosiy parametrlarining ancha katta tebranishlari yuz beradi. Bu tebranishlar gazlarning yoy ustunidagi xarakati va metall tomchisining vujudga kelishi jarayonida tebranishlari bilan paydo bo'ladi. Bu tebranishlar juda qisqa vaqt oraliqlarida sodir bo'ladi. Masalan, yoy oraliqining qisqacha tutashuvlari bilan kechadigan metall tomchilarining ko'chishi payvand yoyining yonish sharoitlariga bog'liq xolda sekundiga 5 dan 150 martagacha yuz beradi.

Jarayonning bunday qisqa vaqtda sodir bo'lishi jarayonning iker chikirlarini o'rganishini ancha murakkablashtiradi.

Tadqiqot metodlari: 1. Svetograf yordamida payvandlashda qisqa tutashuvlar chastotasini tadqiq etish. E.O. Paton nomidagi IES da 1938 yilda svetograf deb ataluvchi asbob yordamida o'rganilgan. Asbobning ishlash g'oyasi yorug'likka sezgir qog'ozga metallni ko'chirishda yoyning yonishi va uchishi momentlarini yozib olishdan iborat.



1-электр ёйи;

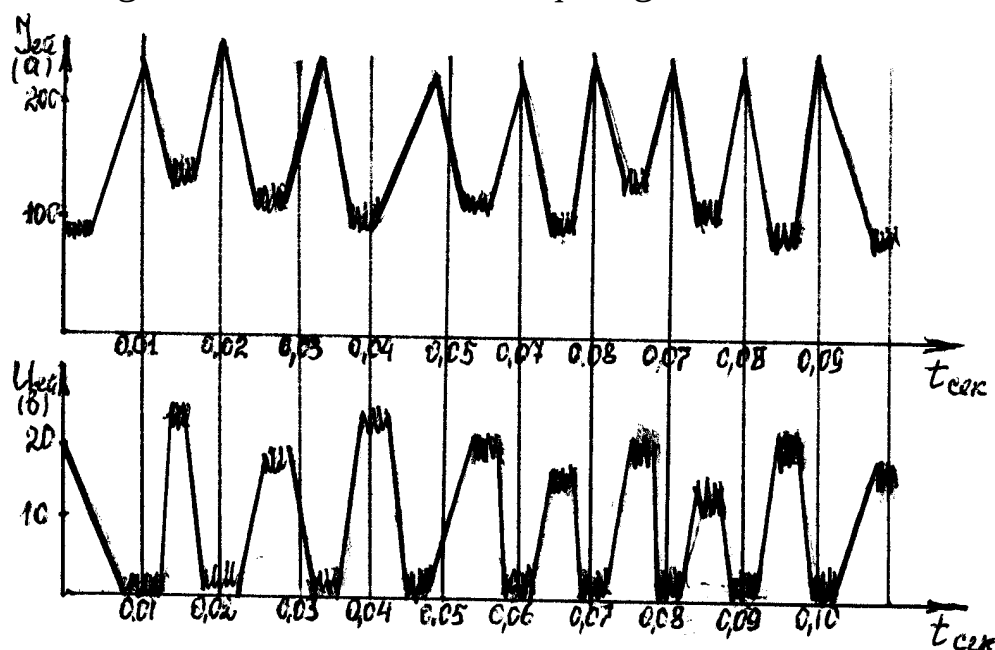
2-линза;

4-барабан;

3-ёруғликка сезгир қоғоз,

Ostsillograf yordamida tadqiqot o'tkazish. Vaqt bo'yicha payvandlash rejimi ($J_{yoy} \cdot U_{yoy}$) elektr parametrlarining o'zgarishini ostsillograf yordamida yozish faqat, qisqa tutashuvlar chastotasini aniqlashgina

emas, balki yoy orqali metallni ko‘chirish jarayoni vujudga keltirgan bu parametrlarning tebranishlarini xam aniqlashga imkon beradi.



21.1-rasm. Tok va kuchlanishni elektrod metalini elektr yoyi orqali ko‘chirish ostsillogrammasi.

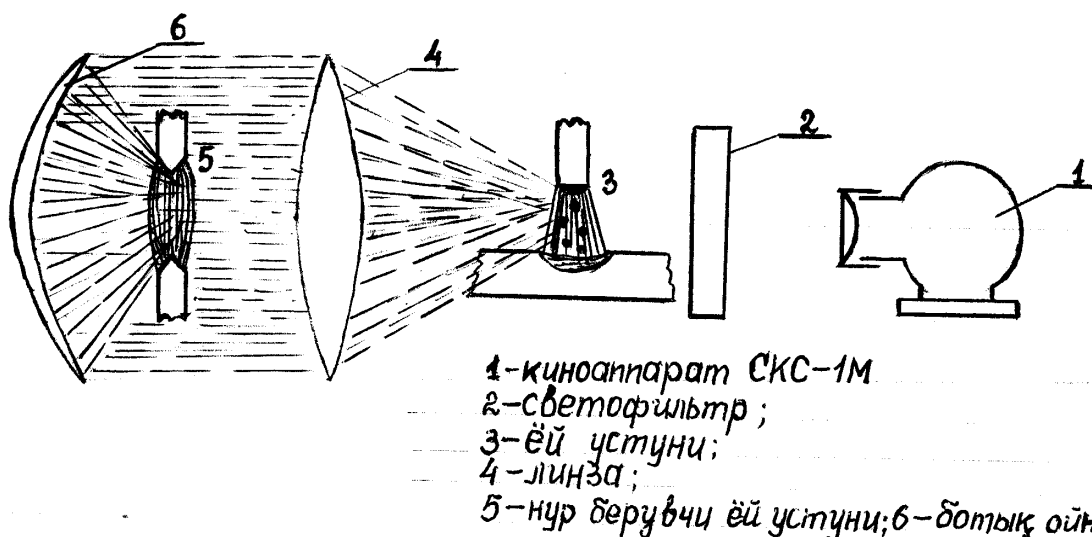
Tok va kuchlanish ostsillogrammasi bo‘yicha fakat tomchilarni uzilishlar (tutashishlar) bilan kesuvchi kuchirish bilangina emas, balki qisqa tutashuvsiz ko‘chirish bilan o‘rganish mumkin.

Yoydan bevosita tutib olinadigan tomchilar o‘lchamlarini tadqiq etish. Ko‘chirishning mayda tomchili jarayonini metallni tadqiq etish yoydan tomchini bevosita tutib olishi mumkin. Bunday uslublarga quyidagilar kiradi:

- a) tomchilarning suvga tushishida tutib olish metodi;
- b) tomchilarning parafin bilan qoplangan plastinaga tushishida tutib qolish metodi;
- v) massiv plastinaga erib tushishida tutib olish metodi;

Kinos‘emka yordamida ko‘chirish jarayonlarini tadqiq etish. Tomchi xosil bo‘lishi va uning payvand vannasiga ko‘chirilishi jarayonini bevosita kuzatish payvandlashda yoyning yonish jarayonini kinos‘yomka qilishni qo‘llanishda mumkin bo‘ladi. Aloxida kino kadrlarni ularning ketma-ketligida o‘rganish, tomchilarning o‘lchamlarini, ularning yoy oralig‘i orqali uchish tezligini aniqlashga, yoyning yonish shartlarining ko‘chirish jarayoniga ta‘sirini aniqlashga imkon berdi.

Xodisa istiqbollari sinxron kinos‘yomkaning qo‘llanishi va payvandlashning elektr rejimi ostsillogrammasi.

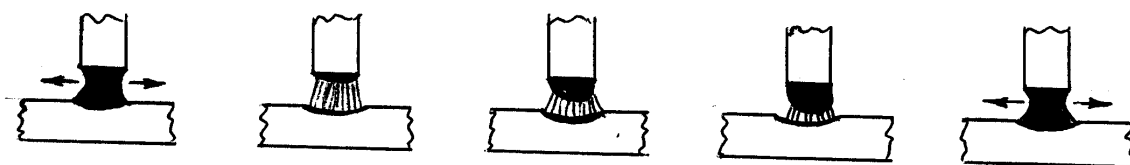


21.2-rasm. Elektrod metallini payvand yoyi orqali ko‘chishini tezkor kino ko‘rinish sxemasi

Metallni payvandlash yoyida ko‘chirish shakli. Payvandlash sharoitlariga tok egri chizig‘i, kuchi, zichligi va shakli, ximoyalash turi, yoyning qutblanganligiga bog‘liq xolda to‘rtta shakli farqlanadi:

1. Qisqa tutashuvli tomchili ko‘chirish;
2. Qisqa tutashuvsiz tomchili ko‘chirish;
3. Oqimli mayda tomchili ko‘chirish;
4. Nobarqaror tomchili ko‘chirish;

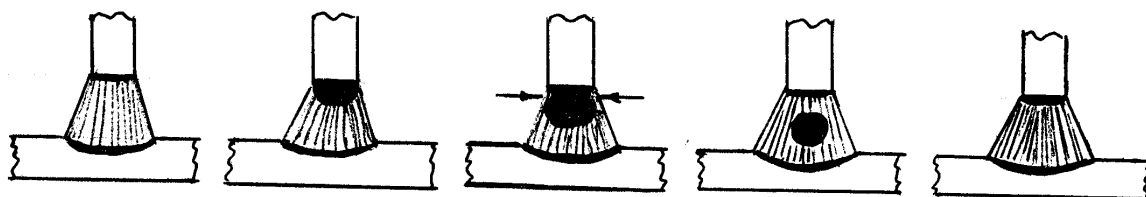
Qisqa tutashuvli tomchili ko‘chirish-ko‘chirishning eng ko‘p uchraydigan shakli bo‘lib, bunda payvandlash yoyning kichik uzunligida amalga oshiriladi. Tok kuchi kichik bo‘lganda qisqa tutashuvlar chastotasi kichik bo‘ladi. Tok kuchi oshirilganda chastota sekundiga 150-ga va undan ortiqqa ortadi.



21.3-rasm. Elektrod materialini qisqa tutash bilan ko‘chishi.

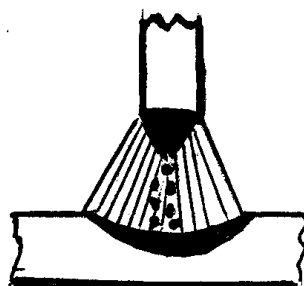
Qisqa tutashuvsiz tomchili. Ko‘chirishning bu shakli ko‘chirilayotgan tomchining o‘lchami yoy oralig‘i uzunligidan kichik bo‘lganda, payvandlashning yuqori rejimlarida payvandlash xollarida xosil bo‘ladi.

Bu shakl flyus ostidagi avtomatik va yarimavtomatik payvandlash xolatlari uchun va kislota qoplamali elektrodni dastaki payvandlash uchun me'yorida bo'ladi ($j \geq 10 \text{ a/mm}^2$)



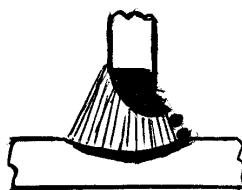
21.4-rasm. Elektrod materialini qisqa tutashsiz ko'chishi.

Oqimli mayda tomchili ko'chirish. Ko'chirishning bu shakli konus elektrodni uchida suyuq erigan metall xosil bo'lishi bilan xos bo'lib, unda metallning mayda tomchilari uzluksiz uzilib turadi. Inert gazlarda payvand qilish $j \geq 10 \text{ a/mm}^2$ da o'ziga xos xususiyati payvandlash rejimining elektr parametrlarining mutloq barqarorligi xisoblanadi. Oqimli mayda tomchili ko'chirish barcha xollarda, tokning yuqori zichliklarida am alga oshirilganda xosil bo'ladi. Amalda ko'chirishning bu shakli inert gazlarda (argon, geliy) payvandlashda foydalaniladi.



21.5-rasm. Oqimli mayda tomchili ko'chirish.

Nobarqaror oqimli ko'chirish. Tokning zichligi yanada oshirilganda elektrod metallning oqimli mayda tomchili ko'chirilishi nobarqaror oqimli ko'chirishga o'tadi. Bu shakl shunisi bilan o'ziga xoski, bunda elektrod uchidagi suyuq metall konusi nobarqaror bo'lib qoladi, fazoda tartibsiz xarakatlanib, ko'pincha elektroddan uzilib turadi. Bunda payvandlashning elektr rejimi barqarorligi buziladi, metallni ko'chirishning bunday shakli amaliy payvandlash uchun yaramaydi.



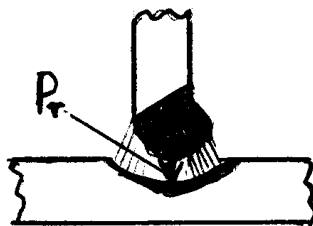
21.6-rasm. Nobarqaror oqimli ko'chirish

22 – MA'RUZA. YOYDA AMAL QILUVCHI KUCHLAR.

Metallni ko'chirish xususiyati metallni sachratish jarayoni barqarorligiga, chokning shakllanishiga, metallning sachrab sochilishiga, yoyda va vannada metallurgik jarayonlarning jadalligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'pchilik xollarda oqimli ko'chirish maqsadga muvofiq, u chokning yaxshiroq shakllanishini va sifatini ta'minlaydi. Yoydagi erigan metallga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy kuchlar quyidagilardir:

1. Og'irlik kuchlari; 2. Sirt jaranglik kuchi; 3. Suyuq o'tkazgichdagi elektrodinamik kuchlar; 4. Reaktiv kuchlar; 5. Elektrostatik kuchlar.

Og'irlik kuchlari. Metallning quyi holatda ko'chishiga imkon beradi va yuqori (ship) xolatida ko'chishiga qarshilik qiladi. Ular kichik toklarda payvandlashda, elektrodinamik kuchlar xali nisbatan uncha katta bo'lmaganda eng katta ta'sir ko'rsatadi.



Sirt taranglik kuchlari. Suyuqlik tomchilariga (boshqa kuchlar bo'lmaganda) sferik shakl beradi, tomchilarni shipda tutib turadi va metall tomchilarini suyuq payvand vannasiga so'rib oladi. Bunda sirt jaranglik suyuqlik ichida ortiqcha bosim xosil qiladi:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R}$$

σ - sirt jaranglik koefitsienti bo'lib u $\sigma = \frac{\Delta F}{\Delta l}$ ga teng, bunda ΔF - chegarada ta'sir etuvchi kuchlar; Δl - uzunlik;

22.1-jadval

Metall	Mg	Zn	Al	Cu	Fe	Ti	Mo	W
$\sigma \frac{\text{дин}}{\text{см}}$	650	770	900	1150	1220	1510	2250	2680

σ - temperatura oshishi bilan uncha katta o'zgarmaydi va shuning uchun doimiy kattalik deb xisoblash mumkin.

Metallning chok metallida eruvchi gazlar bilan birikishi va u bilan kimyoviy birikma xosil qilishi sirt jaranglik kuchi kattaligini

o'zgartiradi. Masalan, xromnikelli austenitli po'latda azot miqdorining sirt jaranglik kattaligiga ta'siri quyidagi qiymatlarga ega (Dyatlov V. I.):

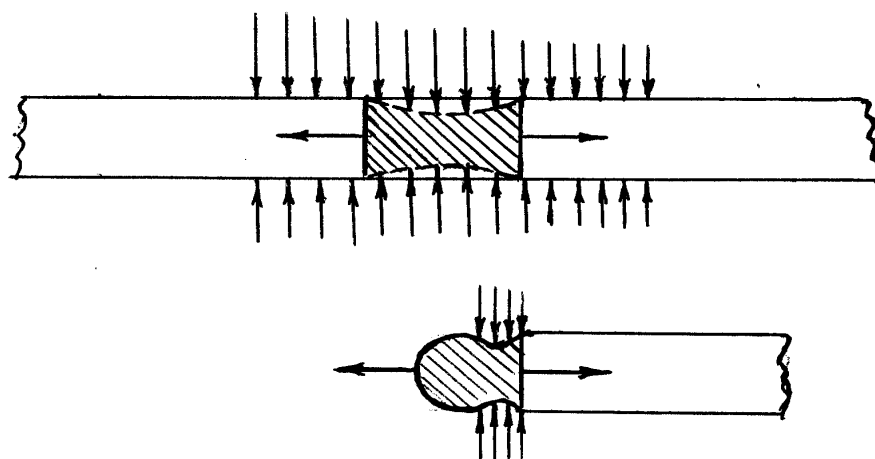
22.2-jadval

Xromnikelli austenitli po'latda N miqdori, %	Sirt taranglik
0,02	1100
0,08	1430
0,16	2100
0,23	2500

Kislorod sirt jaranglikni pasaytiradi. Kislorod bilan to'yingan Fe ning sirt jarangligi 1030 din/sm ga teng. Agar metall shlak bilan qoplansa, fazalararo sirt tarangligi asosan kamayadi. Shlak qoplangan po'lat uchun bu kattalik 875 dan 900 din/sm gacha o'zgaradi. ??-shlaklar uchun 300 dan 400 din/sm chegaralarda o'zgaradi. Agar elektrod uchidagi tomchi shlak qatlami bilan qoplangan bo'lsa u xolda shlak metall chegarasida va sirt tarangligi chegarasida fazalararo sirt taranglikning yig'indi ta'sirini xisobga olish zarur.

Bu xolda tomchidagi yig'indi sirt taranglik 1175 dan 1250 din/sm gacha bo'ladi.

Elektrodinamik kuch (Pinch-effekt kuchlari). O'tkazgich orqali elektr toki o'tganda bu o'tkazgichni siquvchi elektrodinamik kuchlar vujudga keladi. Bu kuchlar o'tkazgichni deformatsiyalash uchun kichik bo'lib, lekin suyuq o'tkazgichni deformatsiyalashga etarlidir. Faraz qilaylik, qattiq o'tkazgichda suyuq metall qismi mavjud bo'lsin. Bu o'tkazgichdan tok o'tganda uning butun uzunligi bo'yicha o'tkazgichni siquvchi elektrodinamik kuchlar vujudga keladi. O'tkazgichning suyuq qismida bu kuchlar gidrostatik bosimning oshishini vujudga keltiradi, shu bilan birga o'z navbatida o'tkazgichning qattiq qismlarini bir biridan itaruvchi o'qiy kuchlarini vujudga keltiradi.



22.1-rasm. Payvandlashda elektrodinamik kuchlarni xosil bo'lish sxemasi.

O'tkazgichning bir qattiq uchastkasi (qismi) olib tashlanganda bu kuch suyuq qismni qattiq qismdan ajratadi. O'qiy elektrodinamik kuchining tok kuchiga bog'liqligini akad. K.K. Xrenov nazariy jihatdan xisoblab chiqdi.

$$P_{\text{э.к}} = A \cdot I^2$$

A - proportsionallik ko'effitsienti bo'lib, $u0,005 \text{ din/sm}^2$. Agar o'tkazgich turli xil kesimlarga ega bo'lgan xolda, o'tkazgichning kichik kesimidan katta kesimiga tomon yo'nalgan qo'shimcha o'q kuchi vujudga keladi, K.K. Xrenovning xisoblariga ko'ra bu kuch:

$$P_{\text{э.к}} = A \cdot I^2 \cdot \ln \frac{F_2}{F_1};$$

Bunda F_2 va F_1 - o'tkazgichlarning katta va kichik kesimi. Shunday qilib natijalovchi elektrodinamik kuch quyidagicha teng bo'ladi:

$$P_{\text{э.к}} = A \cdot I^2 (1 + \ln \frac{F_2}{F_1});$$

A - proportsionallik ko'effitsienti bo'lib, u $0,005 \text{ din/sm}^2$.

Payvandlashda elektrod metallini ko'chirish xolda biz suyuq o'tkazgichning o'zgaruvchan kesimiga doim ega bo'lamiz. Tok kuchi kichik bo'lganda elektrodinamik kuchning kattaligi uncha katta bo'lmaydi va uning metallni ko'chirishga ta'siri uncha katta emas.

Tok kuchi katta bo'lganda elektrodinamik kuchning ta'siri xal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi. mm

Reaktiv kuchlar. Bug'larning reaktiv bosimi odatda tomchining boshlang'ich uzilishiga qarama-qarshi ta'sir ko'rsatadi. Teskari qutblanganlikda payvandlashda bug'larning reaktiv bosimi to'g'ri chiziqdagiga qaraganda kichik. V.I. Dyatlov CO₂ muxitda payvandlashda metall tomchisiga ta'sir etuvchi bug'larning reaktiv

bosimi kuchi aniqlangan. Bunda bug'larning vannaga bosim kuchi singari u payvand toki kvadratiga proportsional:

$$P_n = K \cdot J^2 \quad k = 0,0125 \div 0,05$$

Elektrostatistik kuchlar yoyning o'tuvchi soxalarida ayniqsa, katod yonida (bu erda E ning qiymati $10^5 \div 10^7$ v/smga etishi mumkin) katta gradientga (maydon kuchlanganligiga) ega bo'lishi oqibatida vujudga keladi.

Yoy ustunida $E_{yoy} < E_k$ (1000 marta) bo'lgani uchun bosimlar farqi vujudga keladi. Bosimlar farqi quyidagi formulaga ko'ra baxolanishi mumkin:

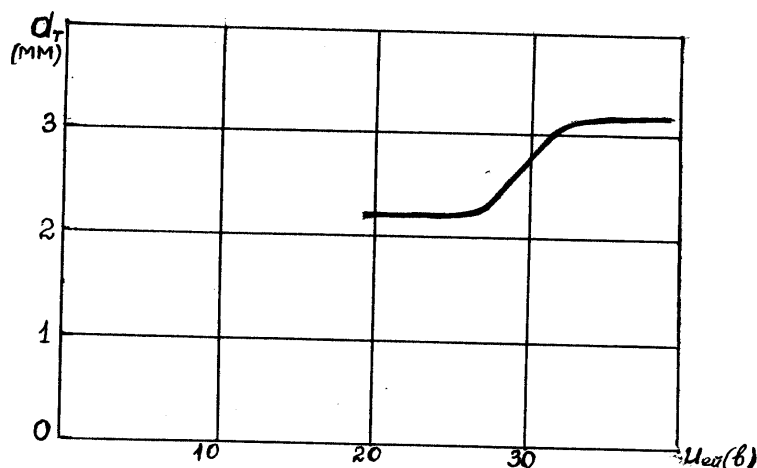
$$\Delta P = P_k - P_{\text{ёй}} = \frac{1}{8\pi} (E_k^2 - E_{\text{ёй}}^2) \text{ мм сим уст.}$$

Bosim bir qancha mm sim ust.ga etadi. Masalan, yuqorilikdagi elektr maydoni vannadagi metallni teskari qutblanganlikda katoddan anod tomon konus ko'rinishida cho'zib uni deformatsiyalashi mumkin. Ko'p atomli gazlar (N_2, CO_2) muxitda payvandlashda amaliy jixatdan metallni oqimli ko'chirish juda qiyin. Buni nisbatan past haroratlarda bunday gazlarda paydo bo'ladigan dissotsiatsiya sterjenining xosil bo'lishida uni sovutish xisobiga payvand yoyini siqish darajasini oshirib tomchi ustiga dog'ni tortish bilan izoxlash mumkin.

23 – MA'RUZA.

PAYVAND TOKI VA KUHLANISHNING KO'CHIRISHGA TA'SIRI.

Yoydagi kuchlanishning ko'chib o'tuvchi tomchilar o'lchamiga ta'siri (payvandlash CO_2 da, $d=1,6$ mm li simda, simni uzatish tezligi 154 m/soat bo'lganda amalga oshiriladi). V.I. Dyatlov va Sun-Tszi-Tsen tajribalari.



23.1-rasm. Ko‘chayotgan tomchi diametrini yoydagi kuchlanishga bog‘ligi.

Grafikdan ko‘rinishicha, yoyda kuchlanish kamayishi bilan (yoy oralig‘i kamayishi bilan) tomchining o‘lchami kamayadi. 32V kuchlanishda qisqa tutashuvlar boshlanadi va yoyda kuchlanishning bundan keyingi pasayishi bilan tomchilarning o‘lchami 2 mm gacha kamayadi. Metallni ko‘chirishning bu shakli dastakni payvandlashda va CO₂ muxitida yarim avt payvandlashda ko‘pincha uchraydi.

Teskari qutblanishda CO₂ da payvandlashda simni uzatish tezligi 252 m/soatda diametri 0,8 mm bo‘lgan sim bilan payvandlashda metallni ko‘chirishga yoydagi kuchlanishning ta‘siri to‘g‘risida keltirilgan.

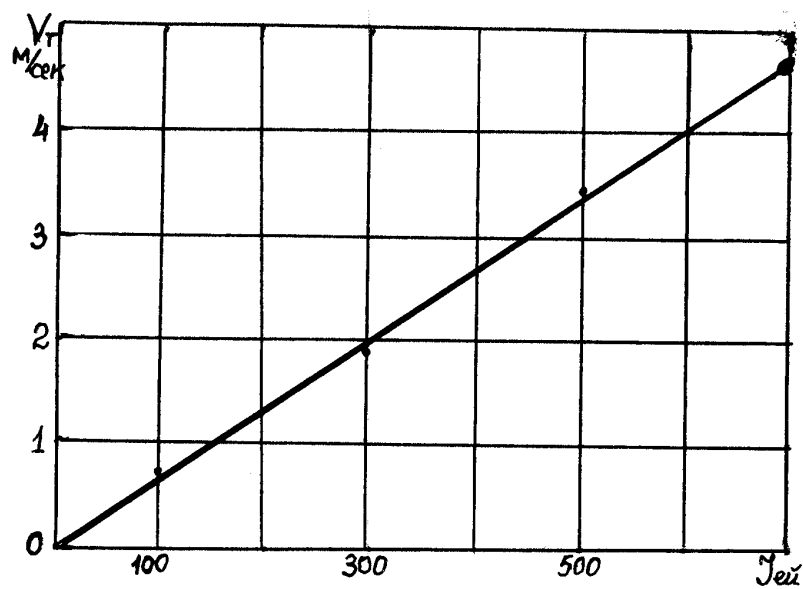
23.1-jadval

Metallni ko‘chirish tavsifi	Yoydagi kuchlanish		
	17 V	20 V	24 V
Yoy yonganda qaror topgan tok	40	50	65
Yoyning uzunligi (mm)	0,8	1,1	1,8
1 sek-da elektroddan vannaga o‘tadigan tomchilar soni	150	100	28
Tomchilarning maksimal diametri	0,8	0,9	1,34

V.I. Dyatlov tajribalari. Turli tok kuchida tomchilarning uchish tezligini o‘lchash tok kuchi erishishi bilan tomchilarning uchish tezligining ortishini ko‘rsatadi.

Teskari qutblanganlikda CO₂ da $d_c=0,8\div1,6$ mm li sim bilan payvandlash.

Grafikdan ko‘rinishicha, 500A ga teng tok kuchida tomchini uchish tezligi 3 m/sek dan oshardi.



23.2-rasm. Tomchilarni ko‘chish tezligini payvand tokini kuchiga bog‘liqligi.

21 – MA’RUZA.
PAYVANDLASH METALLURGIYASI.
KARBONAT ANGIDRID MUHITIDA KAM UGLERODLI
PO‘LATLARNI ELEKTR YOYI BILAN PAYVANDLASH
USULI.

Payvandlanayotgan muxitda atmosfera ta’sirlaridan payvandlanuvchi moddalarni ximoya qilishda metallurgik ta’siri bo’yicha turlicha gazlar qo’llaniladi: inert gazlar, masalan, *Ar*, *He*, xamda aktiv gazlar – CO_2 , N_2 . Inert gazlar payvandlanuvchi moddada erimaydi va asosiy metall bilan va uning tarkibiga kiruvchi legirlovchi elementlar bilan kimyoviy birikmalar hosil qilmaydi. Inert gazlar himoyasida payvandlashda payvandlanayotgan modda metalli havodan ajratilgan (izolyatsialangan) holda bo’lgani uchun metallurgik reaksiyalar faqat vannadagi elementlar orasidagina kechishi mumkin.

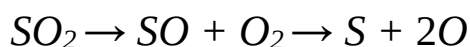
Aktiv gazlar yoki ularning dissotsiatsiyalanishi maxsulotlari payvandlash jarayonida payvandlash metalli bilan unda erib ketadi yoki u bilan va legirlovchi element bilan kimyoviy birikma hosil qiladi, yoki hosil bo’lgan birikmada eriydi.

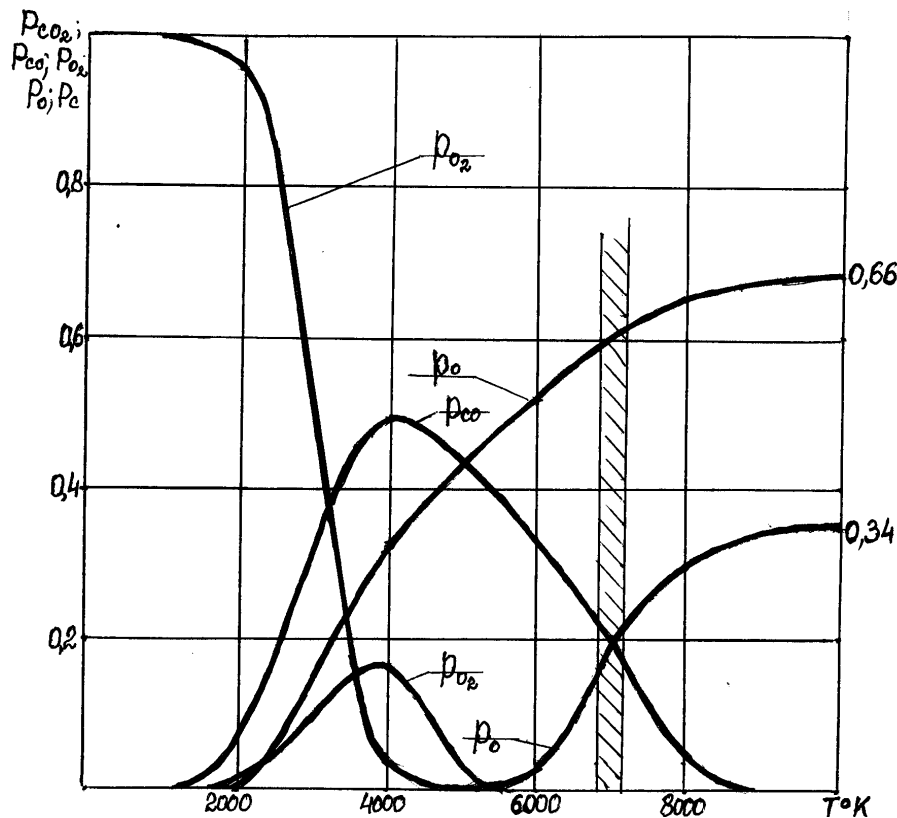
Aktiv karbonat angidrid gazi kam uglerodli po‘latlarni yoy bilan payvandlashda suyuq metallni havo ta’siridan himoya qilishining samarali va juda tejamli vositasi ekan.

Ayrim tadqiqotchilarning CO_2 dan eruvchi elektrodlar bilan kam uglerodli po‘latni payvandlashda qo’llanish dastlab chok metallida bo’shliqlarning hosil bo’lishi tufayli ijobiy natija bermadi.

K.V. Lyubavskiy va N.M. Novojilov payvand chokida bo’shliqlar paydo bo’lishining sabablarini o’rganishdi, payvandlashda CO_2 ning suyuq metall bilan o‘zaro ta’sirlashuvini tadqiq etishdi va CO_2 da eruvchi elektrod bilan po‘latlarni payvandlashning qoniqarli variantini topishdi. CO_2 da payvandlashning o‘ziga xos xususiyati kislorodga kimyoviy jihatdan ancha yaqin bo’lgan elementlarning (*S*, *Al*, *Ti*, *Mg*, *V*, *Si*, *Mn*...) nisbatan kuchli yonishidir.

Yonib tugashi uning CO_2 sifatida xam, yoyning yuqori temperaturasi ta’sirida CO_2 ning dissotsiatsiyasi natijasida hosil bo’ladigan atomlar kislorod hisobiga ham yuz beradi.





24.1-rasm. Karbonat angidridni tarkibini temperatura oshishi bilan o'zgaruvchanlik grafigi.

Grafik bo'yicha: payvand yoyning temperaturasida:

$R_{so} \approx 0,2 \text{ atm}$
 $R_s \approx 0,2 \text{ atm}$
 $R_o \approx 0,6 \text{ atm}$

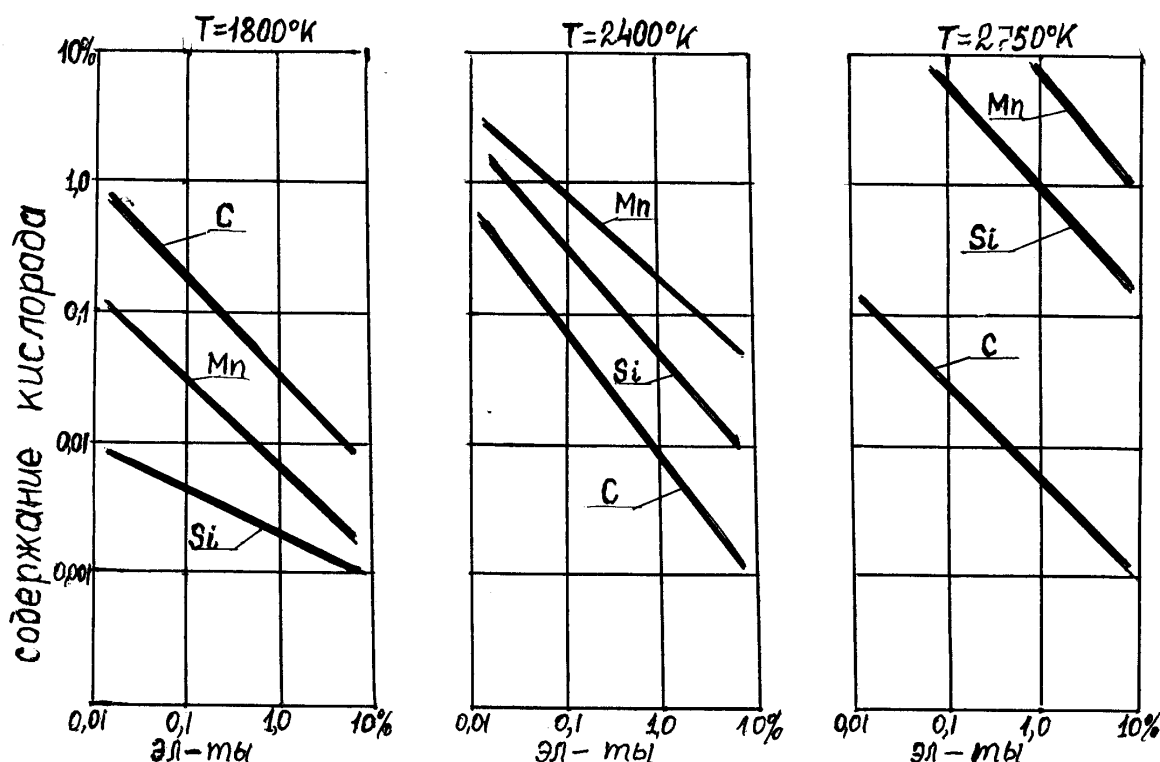
1 atm

Bunda asosan atomar kislorod bo'lishi ko'rinadi. Payvandlashda suyuq metall va gazning o'zaro ta'sirlashuvi ularning bir biri bilan aloqasi qisqa muddatli bo'lishiga qaramay, juda jadal yuz beradi.

Bu xolat payvandlash hududida avj oluvchi nihoyatda yuqori temperaturalar va kislorodga bog'liqligiga yaqin bo'lib, u o'z navbatida temperaturaning o'zgarishi bilan har bir element uchun o'zgaradi.

Kislorodni yo'qotish (erigan metallardan chiqazib tashlash) qobiliyati bu temirdan yoki boshqa materialdan O_2 ni olib qo'yish qobiliyatidir, chunki po'latning qotishidan past temperaturalarda (1535°C) eng kuchli kislorodni yo'qotuvchi (tortib oluvchi) Si xisoblanadi, undan keyin V, Cr, Mn, C keladi.

Temperatura ortishi bilan elementlarning kislorodni yo'qotish kuchi o'zgaradi. Metallning qotishidan yuqori temperaturalarda (2200°C).



24.2-rasm. Elementlarning kislorodni yo‘qotish kuchini temperaturaga bog‘liqlik grafigi.

Si ning kislorod yo‘qotish qobiliyati kamayadi, bundau Al, Ti va C dan orqada qoladi.

Eng yuqori temperaturalar oralig‘ida (yoy oralig‘ida va bevosita yoy ostida suyuq vannada) Al, Ti, C kislorodga eng yaqinlik qiladi. Metallda Al va Ti bo‘lmaganda payvand moddalarining asosiy kislorodni yo‘qotuvchisi - C, Si va Mn hisoblanadi. Shunday qilib payvandlash xududida quyidagi reaksiyalar yuz berishi mumkin:

1. $[Fe]_{\text{sp}} + CO_2 \rightleftharpoons [FeO] + CO \uparrow$
2. $[Fe] + O \rightleftharpoons [FeO]$
3. $[FeO] + [C] \rightleftharpoons [Fe] + CO \uparrow$
4. $[FeO] + [Si] \rightleftharpoons \left(\frac{SiO_2}{I}\right) + [Fe]$
5. $[FeO] + [Mn] \rightleftharpoons \left(\frac{MnO}{I}\right) + [Fe]$

Reaksiya xududidan xavoga (SO) yoki shlakka (MnO); (SiO_2) C, Si, Mn oksidlovchilarning va achitqilarning boshqa elementlarining uzluksiz chiqib ketishi reaksiyalarining oksidlanish yo‘nalishida kechishiga imkon beradi. 3-chi reaksiya eng noqulay reaksiyadir, chunki SO chok metallida bo‘shliqlar paydo bo‘lishiga imkon beradi.

K.V. Lyubavskiy va N.M. Novojilov 3-chi reaksiyani o'rganib uglerod yonib ketmasligi uchun, payvandlashni kremniy-marganetsli sim bilan olib borishni taklif etishdi. Shunda 3-si reaksiya bo'lmaydi, hamda sim orqali kiritilgan kremniy va marganets vannadagi kislorodni shlakga olib chiqadi. Bajarilayotgan asosiy talablardan payvand chokida legirlovchi elementlarni miqdori yani *Si* va *Mn* ni 0,5?0,7% bo'lishi shart.

Kremniy-marganetsli simning kimyoviy tarkibi

24.1-jadval

Simning markasi	<i>S</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
Sv-08GS	< 0,1	0,7-1,0	1,0-1,3	< 0,2	< 0,3	< 0,03	< 0,04
Sv-08G2SA	< 0,1	0,7-0,95	1,8-2,1	< 0,2	< 0,3	< 0,03	< 0,035

Sim tarkibida *Si* miqdorini orttirishda 3-chi reaksiya o'rniga 4-chi reaksiya ro'y beradi.

Zanglamas po'latlarni karbonat angidrid muxitida payvandlash mumkinmi? Mumkin. Payvand simi markasi-12X18H10T bo'lishi shart, va shu sim orqali kislorodga aktiv elementlarni miqdori ko'proq va karbid xosil qiluvchi elementlar xam bo'lishi shart.

Kompozitli mikrolegirlangan payvandlash simlari.

24.2-jadval

Simning markasi	Qutb	Yoy yonishining tavsifi	Tarqoqlik koeff.	Payvand chokining mexanik xossalari			
				δ_B ; MPa	ψ ; %	δ , %	α_K , $\frac{\text{Ж}}{\text{CM}^2}$
CB-08Г2C	Teskari	Barqaror tarqoqlik koeff. yuqori	10÷16	585÷590	58÷68	24÷30	96÷155
CBK-09Г2CTC	Teskari	Barqaror	3÷6	560-640	60÷68	24-32	140÷160
CBK-14Г2CCH	To'g'ri	Barqaror oqimli	1,5÷3	580-650	63÷69	26-33	125-169

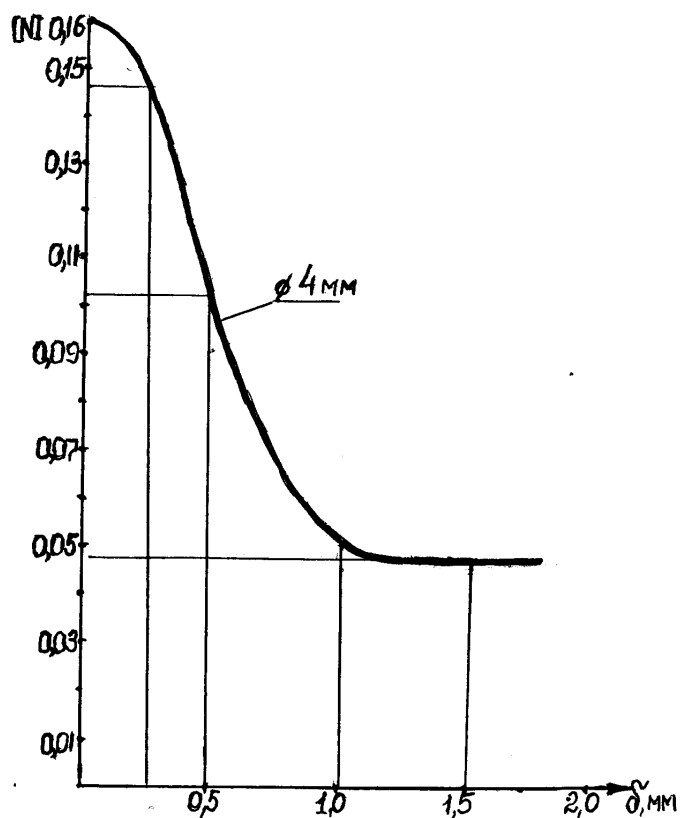
22 – MA'RUZA.

QOPLANGAN ELEKTROD BILAN PAYVANDLASHNI METALLURGIYASI.

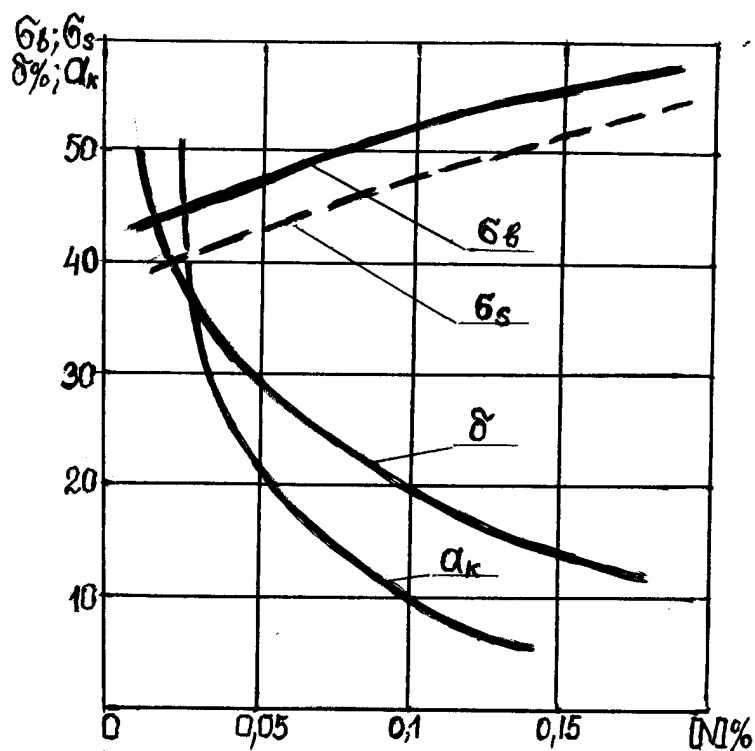
Bu metodni birinchi marta N.G. Slavyanov taklif etdi. U eritib payvandlash vannasiga maydalangan shisha kukunini qo'shishni taklif etdi. Yalang'och sim ustiga qoplama yuritilgan-elektrodlar bilan va metallurgik jarayonlarni tadqiq etishga oid dastlabki tajribalarni frantsuz olimi D. Seferian o'tkazdi. Seferianning birinchi tajribalari quyidagilardan iborat edi. U aynan bir xil diametrli simlar olar va asosan shlak hosil qiluvchilardan, turli qalinlikda surtib chiqaradi, lekin bunda hech qanday achitqisiz (raskislitel) va gaz xosil qiluvchilarsiz eritishni amalga oshirar edi. Keyin surtilgan qoplamaning xar bir qalinligi uchun eritilgan metallda (chokda) azot miqdorini aniqlar edi. U elektrod qoplama qalinligining azot miqdoriga bog'liqligining quyidagi grafigini hosil qiladi.

Azot ba'zi metallarda (*Cu*, *Ni*, kumush *Ag*) amaliy jihatdan erimaydi, shu munosabat bilan u himoya qiluvchi neytral (inert) gaz sifatida qo'llanishi mumkin.

Marten pechlarida eritiladigan po'latlarda azotni miqdori - 0,005?0,008%.



25.1- rasm. Elektrod qoplama qalinligining azot miqdoriga bog'liqligi grafigi.



25.2-rasm. Azot miqdorini metall chokining mexanik hossalarniga ta'siri.

Temirda (temir qotishmalarida) azot eriydi va kimyoviy birikmalar-nitridlarni (Fe_2N va Fe_4N) xosil qiladi. Azot titanda kuchli ravishda

eriydi. Alyuminiy va boshqa metallar va po‘latlardagi legirlovchi (Cr) qo‘shimchalar bilan azot kimyoviy birikma xosil qiladi.

Grafikdan ko‘rinishicha (rasm-3), elektrodلarni ortiqcha qalin qoplama bilan qoplash kamroq samara beradi. Shuning uchun N_2 miqdorini (0,04?0,05% - bu ko‘rsatgich o‘n barobar ko‘p) kamaytirish zarur. Chok metallidagi erigan azot miqdorini chokni mexanik xossalariga ta’siri (rasm 4). Qoplamani qalinligi optimal bo‘lishi kerak.

Shuning uchun xisoblashlarda (elektrod qoplamalarda) qoplamaning nisbiy og‘irligi tushunchasi kiritilgan:

$$G_{\text{нисб}} = \frac{G_{\text{копл}}}{G_{\text{ст}}} * 100\%;$$

bunda $G_{\text{ст}}$ - sterjenning qoplama surtilgan qismi og‘irligi;

G_{qopl} - surtilgan qoplamaning og‘irligi.

Bu nisbat payvandlash elektrodلar uchun 20% ? 40% chegarasida o‘zgarib turadi.

Eritma koeffitsientini unumdorligini oshirish uchun qoplamaga temir kukuni qo‘shiladi. Shuning uchun qoplamaning nisbiy og‘irligi 100%?200% chegaralarida o‘zgarib turadigan elektrodلar mavjud bo‘lib, ular katta unumdorlik beradi, ammo ularning texnologikligi yomonlashadi.

D. Seferianning tajribalarini prof. N. Kuzmak takrorladi. U qoplama qalinligining azot miqdoriga bog‘liqligi bilan bir vaqtda azotning mexanik xossalariga ta’sirini xam bir vaqtda o‘lchadi.

25.1-jadval

$\delta, (\text{mm})$	0	0,1	0,5	1,0	1,5
$[\% N]$	0,17	0,16	0,08	0,04	0,038
σ, Mpa	275	300	400	420	420
$\delta, \%$	3	4	18	<u>28</u>	20,0
$\alpha_{\kappa'} \frac{\text{Ж}}{\text{CM}^2}$	10	15	110	<u>140</u>	100

Elektrodلar qoplamasining qalinligi optimal deb hisoblanadi, chunki qoplama qalinligi xaddan ortiq bo‘lganda eritilgan metallning mexanik xossalari pasayadi (jadvalda tagiga chizilgan, qiymatlarga qarang).

D. Seferianni tajribalarini shuningdek V.I. Dyatlov va prof. I.I. Frumin takrorladilar.

Tomchilar tirqishdan uchib o‘tib, parafinda qolib ketadi; keyin elektrod metall tomchilari parafindan olinib, ularning o‘lchamlari, surma

qalinligi oʻlchanadi. Tomchilar esa kimyoviy tahlil qilishga (N_2 miqdorini aniqlashga) joʻnatiladi.

Bu eksperiment xam D. Seferianning tajribalarini tasdiqlaydi.

Keyinroq (50-yillar oxirida) prof. G.L. Petrov quyidagi tajribalarni oʻtqazdi: turlicha diametri ochiq (qoplamasiz) elektrodni olib, eritishni amalga oshirdi. Keyin esa sof elektrodning diametriga bogʻliq holda azot miqdorini aniqladi.

Sof elektrodning oʻzi bilan erishida metallidagi [% N] miqdori:

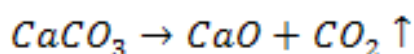
25.2-jadval

Elektrod (sof) diametri, mm	6	4	2	1
Eritilgan metallidagi [% N] miqdori	0,105	0,13	0,18	0,218

Nima uchun diametri 1 mm simni (elektrodni) eritganda azot miqdori ikki barobar koʻpayadi, diametri 6 mm ga nisbatan. Sirtning solishtirma kontakt qarshiligi katta boʻlgani uchun. Juda muhim va qiziqarli tajribalar. Keltirilgan maʼlumotlardan kichik diametrli elektrodlar bilan payvandlashda azot kuchliroq erishi koʻrinadi (kuzatilmoqda).

D. Seferianni egri chiziqini koʻrib chiqib, qoplama ogʻirlik koeffitsientini (yoki qoplama qallinligini) maʼlum bir darajada oshirishini uning himoyaviy taʼsirining yanada jiddiy ortishiga olib kelmasligi kelib chiqadi. Bundan tashqari, ogʻirlik koeffitsienti xaddan ortiq boʻlsa elektrodning qoʻllanilishi ularning texnologik xossalari pasayishiga olib keladi. Shuning uchun faqat bitta shlak hosil etuvchi qoplama hisobiga metall chokida azot miqdorini 0,04-0,05% dan kam olish imkoni boʻlmaydi.

Qoplamaning ximoyaviy taʼsirini jiddiy yaxshilashga uning tarkibiga elektrodni erish jarayonida katta miqdorda gaz ajratishga qodir gaz hosil qiluvchi komponentlarni kiritish bilan erishiladi. Gaz hosil qiluvchi komponentlar sifatida chit matolar, oziq-ovqat uni, dekstrin, sellyuloza, mramor kiritiladi.



Ajralayotgan SO_2 temir metallini atmosfera havosi taʼsiridan himoyalovchi hisoblanadi.

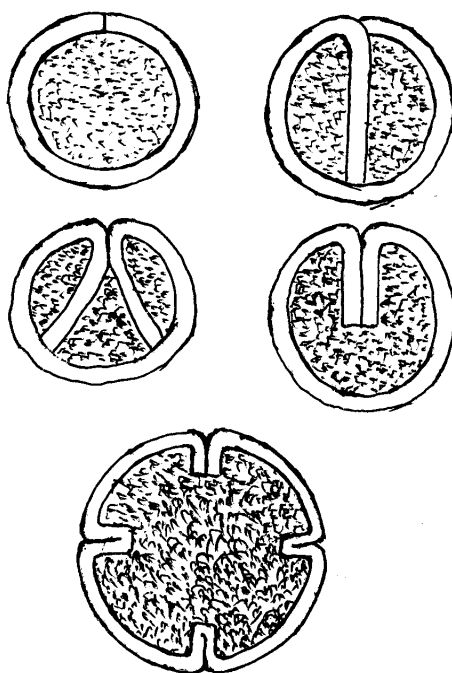
Ochiq (yalang'och) sim bilan payvandlash (1962-63 y.) usuli ixtiro etilgan. Bu simlar Kievda akademik E.O. Paton nomidagi Payvandlash Institutida ishlab chiqilgan. Bunday simlar tarkibida nodir metallar bilan legirlangan bo'lib, hamda kuchli oksidlovchilar (kislorod xaydovchilar) - *Ti*, *Al*, *Zr* va boshqalar kiritiladi, ular oltingugurt va fosfor bilan birikadi va metallning tuzilishini (strukturasi) maydalaydi. Nodir metallar (strontsiy, lantan, seriy, ittriy) miqdori taxminan 0,14%. Bunday ochiq (yalang'och) legirlangan simlar bilan payvandlashda mexanik xossalarni qoplangan elektroddek hosil bo'ladi. Mexanik xossalarni, plastiklik, qovushqoqlik, bo'shliklar va issiq yoriqlarning paydo bo'lishiga qarshi mustahkamligi oshadi, chok atrofidagi xududda yoriqlar bo'lmaydi, yoyning yonish barqarorligi ortadi, (tseriy, lantan, ittriy - chiqishishi **kam-φ**). Po'lat (ochiq elektrod uchun) markasi – 20ГЧОТ (tarkibida - 0,14% nodir metallar).

Modifikatorlar - tuzilmani (strukturani) maydalaydi. Legirlovchilar fizik-mexanik xossalarni oshirish uchun kiritiladi. Yonishning barqarorligini oshirish uchun ionlovchi moddalar kiritiladi. $\frac{SiO_2}{Na_2O}$ – shisha moduli deyiladi. Eng yaxshi vositalarni $Na_2O \cdot SiO_3$ va $K_2O \cdot SiO_3$ aralashma turli nisbatlarda eng yaxshi xossalarni beradi.

Qoplamalar tasnifi

25.3-jadval

Shlak xosil qiluvchilar (oksidlar)				Gazsimonlar	Legirlovchilar	Kisloroddan tozalovchi	Modifikatorlar	Ionlovchilar	Elimlovchilar	Forma beruvchilar
kislotali	asosli	amfoterli	tuzlar							
SiO_2 TiO_2 B_2O_3	FeO MnO MgO CaO	Al_2O_3 Cr_2O_3	CaF_2	Torf Kraxmal Tsell - yuloz a va unlar	Cu Ni Cr V Nb Mn	Mn Si Al Ti Zr	Al Ti Zr Nb	Na_2O K_2O Ba_2O	Silikat kleyi $K_2O \cdot SiO_2$ $Na_2O \cdot SiO_2$ dekst rin	Kaolin bentonit



25.3-rasm. Payvandlash va eritib qoplash uchun kukunli simlar.

Oksidlarning fizik xossalari

25.4-jadval

Modda	Zichligi g/sm ³	Erish temperaturasi, T _{er} °C
<i>SiO₂</i>	2,9	1710
<i>TiO₂</i>	3,0	1560
<i>FeO</i>	5,9	1370
<i>MnO</i>	5,0	1600
<i>MgO</i>	3,2	2800
<i>CaO</i>	3,4	2570
<i>Al₂O₃</i>	4,0	2050
<i>Cr₂O₃</i>	5,0	1980
<i>CaF₂</i>	3,16	1375

Elektrod qoplamalariga zarur talablar qo'yiladi:

- payvand yoyining barqaror yonishi;
- metall elektrodini-tomchilarini sachramasdan tekis ko'chirish;
- chok materialini kesiklarsiz, oqovalarsiz va kerakli profilda bo'lishini uchun metallni yaxshilab xo'llash;
- erigan metallda zich choklar, yoriqsiz va g'ovaksiz;
- xosil bo'ladigan shlak eritilgan valikdan (qotgan valikdan) oson ajralishi kerak;

- kimyoviy, mexanik xossalari, shuningdek kimyoviy-fizik xossalari davlat standartining texnik talablarini qoniqtirishi kerak;

- qoplamalar odam uchun zararli gazlarni ajratmasligi kerak. (TCM-7 elektrod qoplamalari – zararli, payvandlashda bu elektrodlar marganets bug'larini ajratib, kasallikni chaqiradi). YOHI-13/55 qoplamanı ftorli birikmalarnı ajratadi, ular tish qobiqlariga zararli ta'sir ko'rsatadi. YOHI 13/55 qoplamasi o'zgarıas tokda payvandlashda juda yaxshi sifatga erishiga imkon beradi. Elektrod qoplamalari tarkibiga ko'ra davlat standarti bo'yicha tasnıflash mumkin: I-kon oksidli (qoplama tarkibiga asosan Mn, Fe, Si ning oksidlari; OMM-5, TCM-7, YHI-1, ME3-04 kiradi; gaz ximoyasi elektrodning erishi jarayonida ajraluvchi organik komponentlar bilan vujudga keladi). II. Ftorli-kaltsiyliturdagi qoplamalar temir va marganetsning oksidlariga ega emas. Ularning asosi kaltsiy-kabonati (mramor) va eruvchan shpat (flyuorit) xisoblanadi.

Gaz ximoyasi qoplamanı erish jarayonida kaltsiy karbonatini dissotsiatsiyalash natijasida yaratiladi. Kislorod haydovchilar (raskislitel) sifatida qoplama ferrosilitsey, ferromarganetsni o'z ichiga olishi mumkin, bunday turdagi elektrodلarga - YOHI 13/45, TCY-1, TCF-7, TCJ-9 kiradi.

III. Dala shpati, magneziy va boshqa shlak xosil qiluvchi komponentlarnı qo'shish bilan asosan rutilda (TiO_2) da yasalgan rutil turdagi qoplamalar. Bu turdagi qoplamalar amalda temir oksidini o'z ichiga olmaydi. Gaz ximoyasini yaratish uchun qoplamalarga organik moddalar (tsellyuloza, dekstrin) va karbonatlar kiritiladi, kislorod haydovchi (raskislitel) uchun esa ferro-marganets kiritiladi.

IV. Organik qoplamalarga 50% gacha gazsimon moddalar (ozi'a uni, sellyuloza). BCY-2; OMA-2; BCJ-1 markalash - xar bir turdagi elektrodلarga xarflar biriktirilgan: rutilalarga – «T», ftorli-kaltsiylı- «Φ», kon oksidlilarga – «P», organikلarga - «O». Yangi standart bo'yicha qoplama turi: A - kislotalı, B - asoslı, II - tsellyulozalı, P -rutilli.

Ayrim elektrod qoplamalari tarkibi

25.5-javal

Qoplam a turi	Kremne zem	Kon (rudalar)	Karbon atlar	Ferroqo tishmal ar	Temir kukuni	Organi k moddal ar	Qopl nisbiy og'irlig i
Kon-	25-35	30÷35	0÷15	20÷30	-	0-5	10÷30

oksidli							
Rutilli	5÷10	$\frac{30 \div 50}{TiO_2}$	15÷25	10÷25	-	2÷8	30÷50
Ftorli-kaltsiyli	5÷20	$\frac{30 \div 50}{CaF_2}$	30÷50	20	10÷30	-	30÷50
Organik	5÷10	$\frac{15 \div 30}{TiO_2}$	0÷5	10÷20	0÷10	40÷50	10÷15
Yuqori unumdorli elektr	Do 10	10÷15	Do 10	6÷10	Do 60	0÷3	100

23 – MA’RUZA.

PAYVAND SHLAKLARINING FIZIK-KIMYOVIIY XOSSALARI.

Payvandlash flyuslari yoki elektrod qoplamalarini eritishda xosil bo‘ladigan payvand shlaklari, shuningdek oksidlash tiklash reaksiyalari natijasida CO_2 da payvandlashda ularni odatdagi metallurgik shlaklardan (po‘lat eritish jarayonida) farq qiluvchi bir qator o‘ziga xos xossalarga ega bo‘lishi kerak.

Payvand shlaklariga qo‘yiladigan asosiy talablar shundan iboratki, ular payvand choki metallning ma‘lum tarkibdagi va xossaga ega bo‘lishni ta‘minlashi kerak.

Ikkinchi talab payvandlashning texnologik jarayonini ta‘minlash yoy razryadining barqarorligi, chokning yaxshi shakllanishi va shlak qobig‘ining oson ajralishi xisoblanadi.

Fizik xossalari:

1. Qoplamalarning solishtirma og‘irligi;
2. Qoplamaning erish temperaturasi;
3. Shlakning qovushqoqligi.

Shlakning solishtirma og‘irligi komponentlarning solishtirma og‘irligiga va uning miqdoriga bog‘liq.

A, V - komponentlar

a, v - komponentlar miqdori

γ_A ; γ_V – solishtirma og‘irlik

Shlak qalqib chiqishi uchun shlakning solishtirma og'irligi payvandlanayotgan metallning solishtirma og'irligidan kamroq bo'lishi maqsadga muvofiq. Aks xolda payvand chokida shlaklar-nuqsonlar bo'lishi mumkin.

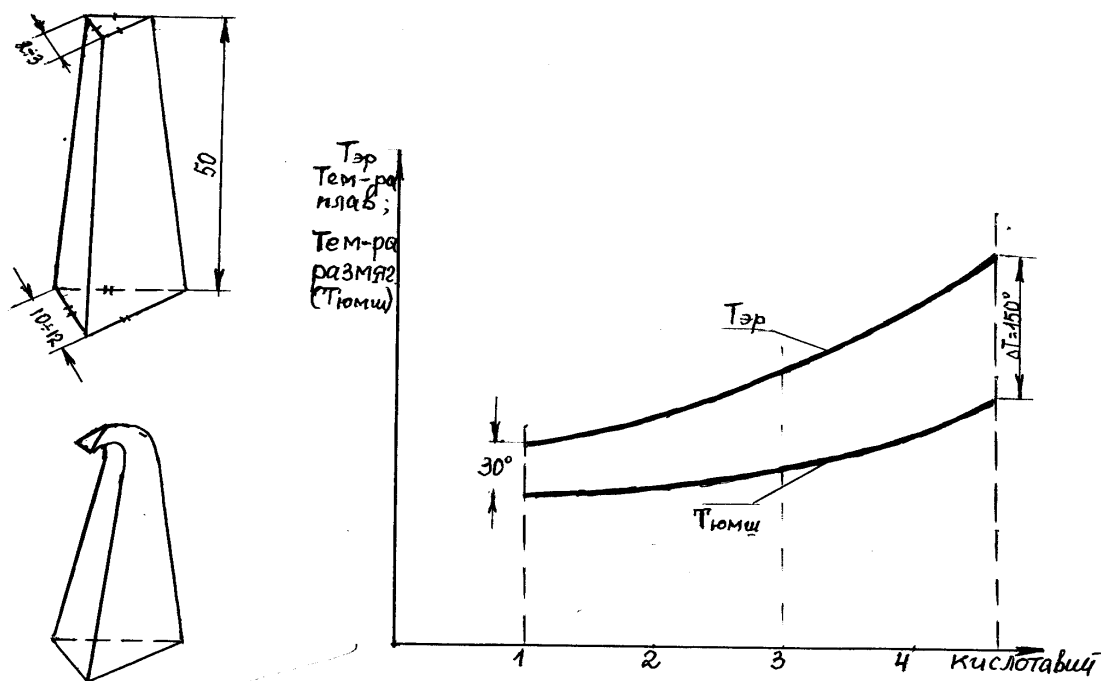
Erish temperaturasi. Shlaklar shishasimon moddalardan iborat va doimiy erish temperaturasiga ega emas, erish esa asta-sekin ikki temperatura kiritirilishi bilan amalga oshiriladi: 1 - yumshatish temperaturasi; 2 - eritish temperaturasi;

Ular orasidagi farq shlakning temperatura intervali deyiladi. Qisqa va uzun shlaklar farq qilinadi.

Qisqa-kichik intervalga ega bo'lgan shlaklar (suyuq holat intervali qisqa).

$$\text{Shlakning (kislotnost) kislotalikligi} = \frac{\sum c \cdot \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3}{\sum c \cdot \text{FeO} + \text{MnO} + \text{CuO}};$$

Shlakning asosiyli - kislotalikligi teskari kattalik.



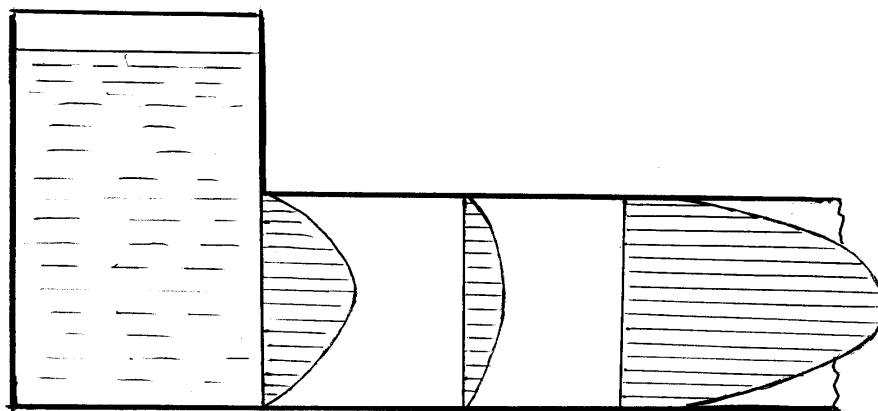
26.1-rasm. Shlaklarning temperatura intervaliga bog'liqligi.

Vertikal va shipdagi choklarni payvandlash uchun qisqa shlaklarga ega bo'lish kerak. Yumshashtirish va eritish temperaturasi Zeger metodi yoki konusi bilan aniqlanadi.

Bunday konus qoplamadan tayyorlanadi, olovga bardosh taglikga (podkladka) qo'yiladi va pechga joylanadi. Keyin temperatura asta-sekin ko'tariladi.

Konus yumshay bohlaydi va uchi bukiladi va shu harorat yumshash harorati bo'ladi. Yana isitishni davom ettiramiz va konus to'liq eriganda, u holda bu temperatura erish temperaturasi bo'ladi.

Yumshash harorati va erish harorati aniqlamasa ham bo'ladi, qovushqoqlikni aniqlash etarli, qovushqoqlikka teskari bo'lgan kattalikni oquvchanlik deyiladi.



26.2-rasm. Shlaklarning oquvchanlik tezligini epyurasi.

$$P = \eta * F * \frac{dV}{dS}; \frac{dV}{dS} - \text{tezlik gradienti};$$

F – kesim yuzi;

η – qovushqoqlik koefitsienti;

P – kuch.

Suyuqlikning bir qatlami xarakatlanishining boshqa qatlamiga nisbatan qarshiligi – qovushqoqlik. 1 puaz = $1 \frac{\text{r}}{\text{cm} \cdot \text{sek}}$ yoki qisqacha-santipuaz deyiladi. Po'lat uchun shlakning temperaturasi 1100?1400 °C bo'lishi, ya'ni kristallanish haroratidan kichik bo'lishi kerak.

Qovushqoqlik puazlarda o'lchanadi- $\frac{\text{дин сек}}{\text{см}^2}$

Suv 20,5 °C da dists $\eta = 0,017$ puaz

Po'lat T_{er} 1600 °C $\eta = 0,025$ puaz

Cho'yan T_{er} 1400 °C da $\eta = 0,012$ puaz

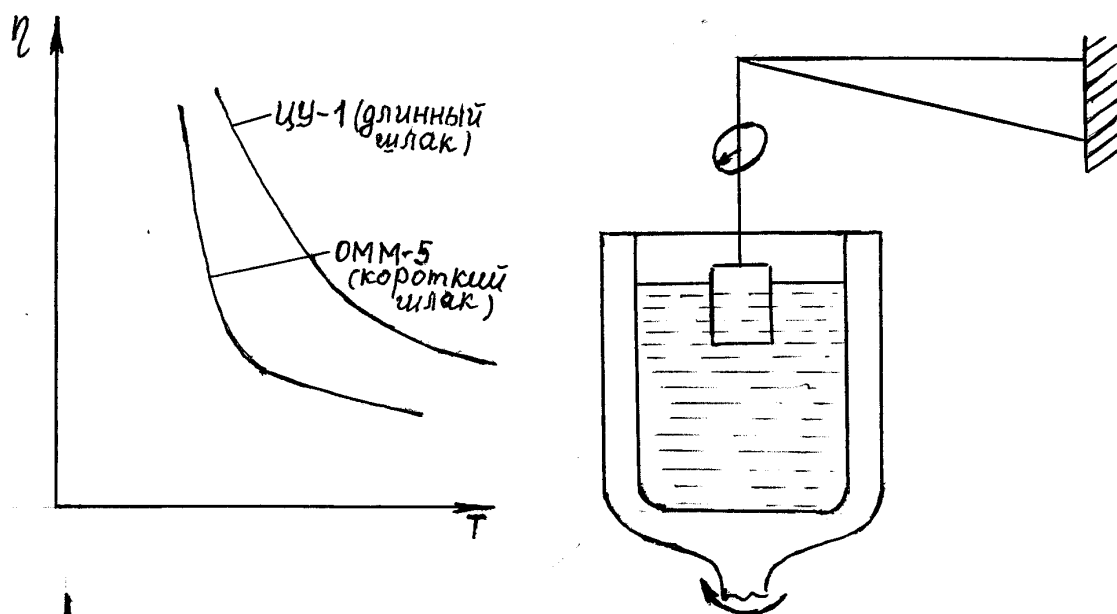
Glitserin normal harorat $\eta = 7 \div 8$ puaz

Oquvchan shlaklar $\eta = 5 \div 10$ puaz

Quyuq shlaklar $\eta = 15 \div 20$ puaz

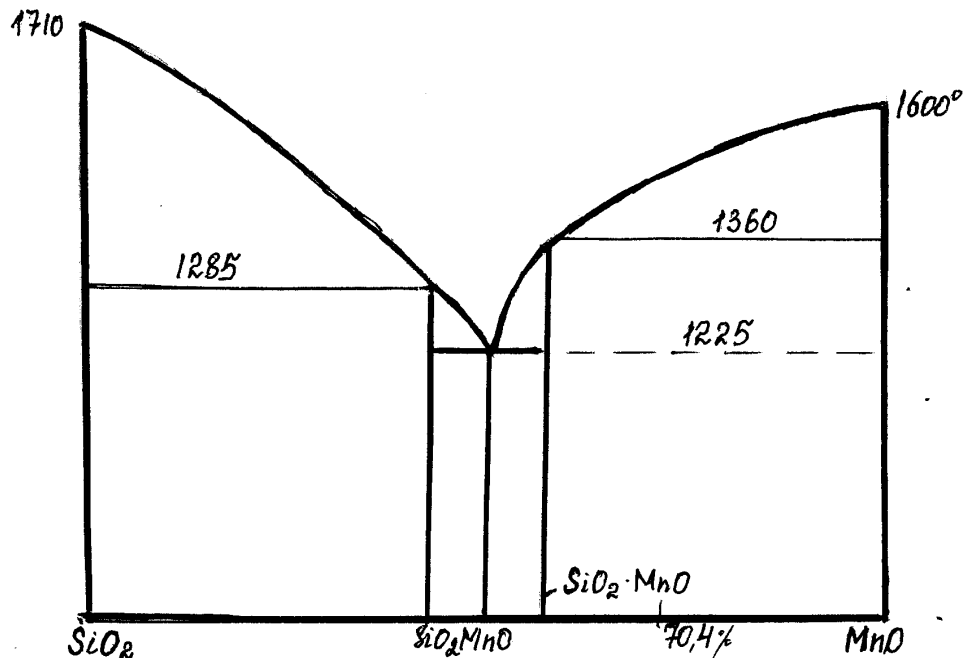
Oqmaydigan shlaklar $\eta > 20$ puaz

Qovushoqlikni aniqlash. Shlaklar uchun qovushoqlik Morgulius metodi bilan aniqlanadi.



26.3-rasm. Shlaklarning qovushqoqligini Morgulius metodi bilan aniqlash.

Qovushqoqlik qancha katta bo'lsa, tor shuncha kuchliroq buraladi. Erigan shlakda yuqoridan silindrlilik bog'langan ip seziladi. Silindirning suyuqlik bilan strelka bo'yicha buralganlik burchagi va qovushqoqlik koeffitsienti aniqlanadi.



26.4-rasm. $\text{SiO}_2\text{-MnO}$ ko'p qo'llaniladigan shlaklarni tanlash diagrammasi.

Uning haroratga bog'likligi

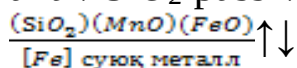
TCY-1 (uzun shlak) Ftorli-kaltsiyli qoplamalar. OMM-5 (qisqa shlak) kon - oksidli.

SiO_2 - MnO - bu tizim shlaklarni tanlahda tez-tez qo'llaniladi.

Bu diagramma bo'yicha ikki karrali shlaklar tanlab olinadi, uch karralilari xam bo'ladi. CaF_2 -shlakni kuchli suyuqlantiradi.

24-MA'RUZA. AKTIV OKSIDLARNING O'ZARO MUNOSABATLARI NAZARIYASI.

Shlaklar kimyoviy xossalariga ko'ra aktiv va passiv shlaklarga bo'linadi. Oksidning aktivligi reaksiyada faol ishtirok etuvchi oksidning ulushini ko'rsatadi. Aktiv oksidlarga – SiO_2 ; MnO ; FeO ; CaO ; Na_2O ; K_2O kiradi. Agar bu oksidlar shlakda mavjud bo'lsa, u holda ular payvand vannasining suyuq metalli bilan albatta ta'sirlanadi, miss uchun aktiv SiO_2 passiv oksid hisoblanadi.



1. $(MnO) + [Fe] = [Mn] + (FeO)$
2. $(SiO_2) + 2[Fe] = [Si] + 2(FeO)$
3. $[C] + [FeO] = [Fe] + CO_2 \uparrow$

Bu reaksiyalar muvozanat bo'lmaguncha yuz beradi.

4. $(FeO) = [FeO]$ bu reaksiya uchun muvozanat konstantasini yozamiz:

$$K^{IV} = \frac{[FeO]}{(FeO)}; \text{ bundan } [FeO] = K^{IV} * (FeO).$$

Bu reaksiyadan shlakda temir oksidi qancha ko'p bo'lsa, metallda temir oksidi shuncha ko'p bo'lishi ko'rinadi, bu esa maqsadga muvofiq emas.

(1) reaksiyaning muvozanat konstantasini yozamiz: $K' = \frac{[Mn] * (FeO)^2}{(SiO_2)}$;
 $[Mn] = K' * \frac{(Mn)}{(FeO)}$;

Bu reaksiyadan ko'rinadiki, Mn oksidi qancha ko'p bo'lsa va shlakda temir oksidi qanchalik kam bo'lsa, u holda payvand choki metallida Mn shunchalik ko'p bo'ladiki, 2 va 3 reaksiyalar uchun muvozanat konstantalarini yozamiz:

$$K'' = \frac{[Si] * (FeO)^2}{(SiO_2)}; [Si] = K'' * \frac{(SiO_2)}{(FeO)^2};$$

Bu reaksiyadan ham ko‘rinadiki, kremniy oksidi qancha ko‘p bo‘lsa va shlakda temir oksidi qanchalik kam bo‘lsa, u holda payvand choki metallida Si shunchalik ko‘p bo‘ladi.

SiO_2 , MnO , FeO oksidlar eritmada joylashgan deb yuqorida aytgan edik. Agar ular eritmada bo‘lsa, u holda bir biri bilan o‘zaro ta’sirlashuvga kirishishlari mumkin:

$(SiO_2) + (FeO) = (SiO_2 * FeO)$ - temir silikati;

$(SiO_2) + (MnO) = (SiO_2 + MnO)$ - marganets silikati;

$(TiO_2) + (FeO) = (TiO_2 + FeO)$ - temir titati.

27.1-jadval

Silikatlar	$Na_2O * SiO_2$	$2CaO * SiO_2$	$MnO * SiO_2$	$FeO * SiO_2$
$\Delta H \left(\frac{\text{KКАЛ}}{\text{МОЛЬ}} \right)$	$-286 \left(\frac{\text{KКАЛ}}{\text{МОЛЬ}} \right)$	$-144 \left(\frac{\text{KКАЛ}}{\text{МОЛЬ}} \right)$	$-63 \left(\frac{\text{KКАЛ}}{\text{МОЛЬ}} \right)$	$-47 \left(\frac{\text{KКАЛ}}{\text{МОЛЬ}} \right)$

Bu reaksiyalar ekzotermik; u xolda temperatura oshirilganda albatta silikatlar parchalanadi (emiriladilar).

$$K = \frac{(FeO * SiO_2)}{(SiO_2) * (FeO)}; \quad (FeO * SiO_2) \rightleftharpoons (SiO_2) + (FeO)$$

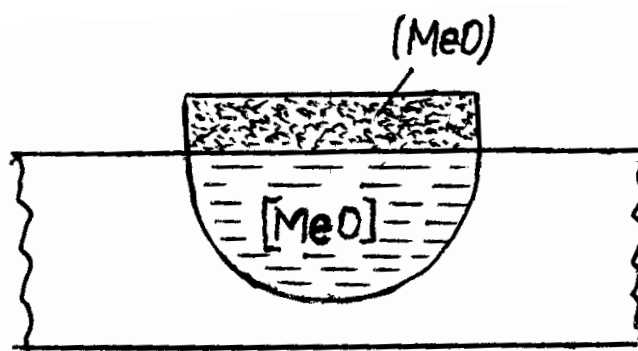
Emirilishda hosil bo‘ladigan oksidlar miqdori erkin oksidlar deb ataladi.

Moddada bo‘lgan (qolgan) oksidlar miqdori bog‘langan oksidlar deyiladi. Kimyoviy metallar bilan faqat erkin oksidlar o‘zaro ta’sirlashadi. Temir silikatini olamiz $FeO * SiO_2$ va unga harorat qanday ta’sir ko‘rsatadi.

27.2-jadval

Temperatura	0 °C	1500 °C $T_{er.m}$	2000 °C vannaning o‘rtacha harorati	2500 °C tomchi harorati
$(FeO * SiO_2)$	100	76	68	16
(SiO_2)	0	7	9,0	24
(FeO)	0	17	23	60

Harorat ortganda shlakdagi erkin oksidlar miqdori ortadi. Quyidagi tajriba amalga oshiriladi.



27.1-rasm. Diffuzion kislorodni yo‘qotuvchiligini haroratga bog‘liqligi.

Elektrod uchidan ajralgan tomchini tahlil qilishadi.

Barcha asosiy reaksiyalarning 80% bo‘lib o‘tgani (yana elektrod uchida tomchi hosil bo‘layotgan davri va yoy oralig‘ida oqib o‘tayotganda); 20% reaksiyalar suyuq payvand vannasida bo‘lib o‘tar ekan.

Payvand choki metallida gazlar miqdori beradigan elektrod turlari

27.3-jadvali.

Qoplama turlari	[%O]	[%N]	$[H_2]_{\frac{cm^3}{100gp}}$
Quruq (ochiq) elektrod	0,2÷0,3	0,15÷0,2	1,5÷2,0
Kislotaviy “A”	0,1÷0,12	0,015÷0,025	15
Rutilli “P”	0,08÷0,09	0,015÷0,025	25 gacha
Asosli “B”	0,03÷0,05	0,01÷0,02	4 gacha
Tselyullozaviy “II”	0,02÷0,03	0,02÷0,03	30 gacha

25- MA'RUZA.

KISLORODNI ERIGAN METALLDAN CHIQARISH (QAYTARISH) NAZARIYASI.

Kislorodga katta yaqinlikka ega bo'lgan elementlar metalldagi kislorodni olib qo'yadigan jarayonga kislorodni yo'qotish deyiladi (suyuq payvand vannasidan). Jarayonni sxematik tarzda quyidagicha ifodalaymiz:

$$[FeO] + [R] = [Fe] + [RO]:$$

$$K = \frac{(RO)}{[FeO] * [R]}; [FeO] = \frac{1}{K} * \frac{(RO)}{[R]}$$

Metalldagi kislorod miqdori kislorod qaytaruvchi oksidi qancha kam bo'lsa shuncha kam bo'ladi. $\frac{1}{K}$ - kislorod qaytaruvchining kislorodga yaqinligini xisobga oladi; ΔN - kislorod qaytaruvchining qobiliyatini tavsiflaydi.

Turli xil kislorod yo'qotuvchilar uchun ma'lumotlar

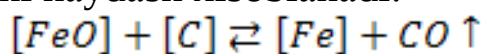
28.1-jadval

R kislorod qaytaruvchi	Cr	Mn	V	Si	Ti	Zr	Al	Mg	Ca
$\Delta H\left(\frac{KJ}{MOL}\right)$	- 106,7	-115	-142	-161	-210	-285	-286	-336	-365

Eng noaktiv kislorod qaytaruvchi - Cr xisoblanadi. Odatdagi po'latlarda u kislorod qaytaruvchi bo'lmaydi. Mg va Ca oson bug'lanadi; payvand choki metallga tushirish (kiritish) juda qiyin.

Zr - juda qimmatbaho metall, shuning uchun kislorodni xaydashda (qaytaruvchi sifatida) juda kam qo'llaniladi. Al - kuchli kislorod qaytaruvchi, lekin u kuchli (tez) oksidlanadi va erishi qiyin Al_2O_3 (oksid) asosiy metallni ifloslantiradi. Shuning uchun ko'pincha kislorod qaytaruvchi sifatida Si, Mn, Ti dan foydalan

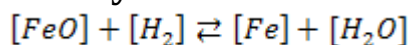
Reaksiyalarni gazsimon maxsulotlarini olib achitish (kislorodni xaydash). Bu turdagi eng ko'p o'ziga xos xususiyatga ega reaksiya uglerod bilan kislorodni haydash xisoblanadi:



Erigan temirda CO ning eruvchanligi juda kam; amaliy jixatdan uni erimaydigan deb xisoblash mumkin. Buning natijasida CO payvand vannasidan chiqib ketishiga intiluvchi puffakchalar ko'rinishida ajraladi.

Yuqori temperaturalarda uglerodning kislorod haydovchi sifatidagi ta'sirining aktivligi juda yuqori bo'ladi, temperatura pasayganda uglerodning kislorod haydovchi qobiliyati pasayadi.

Vodorod bilan kislorod haydash.



Vodorodning kislorod haydovchi sifatidagi kamchiligi uning metallarda yuqori darajada eruvchanligi xisoblanadi, bu esa bo'shliq va yoriqlar (sovuq darzlar) xosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Payvand birikmalarining xossalriga miss va qotishmalarini payvandlashda vodorod bilan kislorodni xaydash ham ayniqsa kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Metallni reaksiyaning kondensatsiyalangan maxsulotlarini beruvchi kislorod haydovchi bilan kislorod haydash darajasi bir qator omillarga bog'liq bo'ladi. Kislorodni qaytarish darajasi quyidagilarga bog'liq:

a) materialdagi kislorod qaytaruvchi kontsentratsiyasiga;

b) aktiv kislorodga oksidlash miqdori (RO)ga;

Materialda, binobarin shlakda xam RO miqdorining ortishi, R kislorod haydovchi ta'sirini susaytiradi.

Masalan, temir asosdagi qotishmalarni payvandlashda payvand vannasining achishi Mn, Si, Ti va Al bilan amalga oshiriladi. Bu elementlarning oksidlari yuqori erish temperaturasiga ega, taxminan 1650° dan 2050 °C gacha. Payvand vannada xosil bo'ladigan oksidlar qattiq yoki erigan xolda bo'ladi.

Payvand vannasi xajmining eng katta qismida bu oksidlar qattiq xolatda uchraydi. Asosan bu metall eritmasidagi mayda, dispers qattiq zarrachalardir.

Kislorod qaytaruvchi elementlarning vazifasi metallda erigan kislorodni faqat bog'lashgina emas, balki metalldagi oksidlarni shlakka yo'qotish xamdir. Payvand vannasida kristallanish davrida qiyin eruvchi, kam koagulyatsiyalanuvchi oksidlarni beruvchi, dispers xolatda qoluvchi shlaklar va kislorod qaytaruvchilar qo'llanishi maqsadga muvofiq emas.

29.1-jadval

Mn	Si	Ti	Al
$T_{er}=1244\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\gamma=7,46\text{ g/sm}^3$ MnO-metallda erimaydi	$T_{er}=1440\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\gamma=2,37\text{ g/sm}^3$ SiO ₂ -metallda erimaydi	$T_{er}=1750\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\gamma=4,54\text{ g/sm}^3$ TiO ₂ -metallda erimaydi	$T_{er}=658\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\gamma=2,7\text{ g/sm}^3$ Al ₂ O ₃ -metallda erimaydi

Diffuzion kislorod qaytaruvchi usuli.

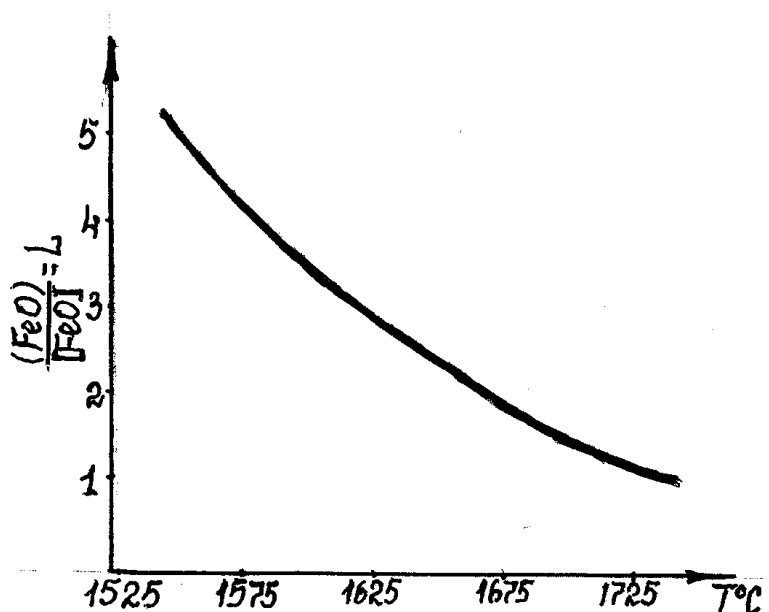
Kislorod haydashning bu turi temir kislorod qaytaruvchi suyuq materialdan shlakka qisman o'tishiga asoslangan, chunki uni bu ikki faza orasida taqsimlash Nernst taqsimlash qonuniga bo'ysunadi, ya'ni $\frac{(FeO)}{[FeO]} = L$, bunda L -taqsimlash konstantasi bo'lib, FeO ning metall dan shlakka o'tish darajasini belgilaydi. Achitishning bu turini rivojlantirish uchun shlakdagi erkin temir oksidini kontsentratsiyasi kamayib borishi muximdir; shunda temirning yangi oksid portsiyalari metall dan shlakka o'tadi.

Shlakka temirning erkin oksidi kamayishiga quyidagi yo'llar bilan erishiladi.

1. Temirning erkin oksidini kislotavi oksidlar birikmasi kompleksiga bog'lash bilan (silikatlar xosil qilish bilan).
2. Shlaklarni kimyoviy jixatdan neytral bo'lgan qo'shimchalar bilan aralashtirish.

Temperatura ortishi bilan L kamayadi. Buning ma'nosi - yuqori temperaturalarda temir oksidi past temperaturalardagiga qaraganda kamroq miqdorda metall dan shlakka o'tishi mumkin. Kislorod qaytaruvchilarning bunday ko'rinishida FeO ni metall dan shlakka o'tqazish shlak-metall chegarasida diffuziya yo'li bilan yuz beradi.

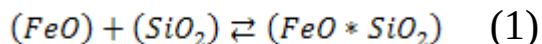
Diffuzion kislorod qaytaruvchi jarayoni elektrodda tomchi paydo bo'lishida va uni ko'chirishda eng ko'p sezilarlidir, chunki bunga ancha yuqori temperatura, tomchi metallini jadal aralashtirilishi va kontakt sirtining kattaligi imkon beradi.



29.1-rasm. Diffuzion kislorodni yo‘qotuvchiligini xaroratga bog‘liqligi.

Metallni kislotaviy shlaklar yordamida kisloroddan tozalash

Kislotaviy shlaklar bilan FeO ni metallda erimaydigan temir silikatlariga bog‘lash reaksiyasi kuzatiladi:



$$K = \frac{(FeO * SiO_2)}{(FeO) * (SiO_2)} \quad (2)$$

FeO ni silikatlariga bog‘lash temir oksidining metalldan shlakka qo‘shimcha o‘tishini vujudga keltiradi. $\frac{(FeO)}{[FeO]} = L$

$$(FeO) = L * [FeO] \quad (3)$$

3 tenglamani 2 tenglamaga qo‘yamiz:

$$K_c = \frac{(FeO * SiO_2)}{L[FeO] * (SiO_2)}; [FeO] = \frac{(FeO * SiO_2)}{(SiO_2)} * K'$$

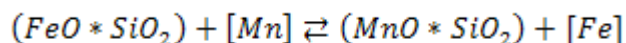
Shunday qilib, metallda FeO ni kamaytirish uchun kislotaviy shlaklardan foydalanishda shlakda (SiO₂) kislotaviy oksid miqdorini o‘rttirish lozim, ya’ni shlakning oksidlanishini oshirish va shu bilan bir vaqtda shlakda xosil bo‘ladigan temir silikatlar miqdorini kamaytirish lozim.

Ammo shlakda SiO₂ miqdorining oshishi shlakning fizik, demak texnologik xossalari ancha yomonlashishiga olib keladi, shlak uzun, quyruq bo‘lib qoladi, uning aktivligi keskin pasayadi, payvandlash jarayonining barqarorligi xam buziladi.

Shuning uchun shlaklarning yuqori kislotaviy qobiliyatini saqlab qolish uchun:

1. SiO₂ ni qisman yoki to‘liq TiO₂ (titan ikki oksidi) bilan almashtirish; bu yo‘l bilan shlakning kerakli oksidlash darajasini saqlab qolish, uni yanada suyuq oquvchan va qisqa qilish mumkin bo‘ladi;

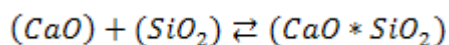
2. Bunday shlaklarga yo‘l-yo‘lakay asosiy oksidlarni beruvchi kislorod qaytaruvchi elementlar kiritish maqsadga muvofiq. Ularning roli temirni silikatlardan tiklashga va shlakda (FeO*SiO₂) miqdorini kamaytirishiga keltiriladi.



Asosiy shlaklar yordamida metallni kisloroddan tozalash.

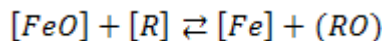
Asosiy shlaklarda, kislotaviy shlaklardan farqli ravishda asosiy oksidlar mavjud bo‘lib, ulardan eng kuchlisi CaO xisoblanadi. Shuning uchun bunday shlaklar diffuzion kislorod qaytaruvchi qobiliyatiga ega bo‘lmaydilar, chunki ularda juda kam miqdorda mavjud bo‘lgan SiO₂

(yoki TiO_2) shlakning asosiy oksidlari bilan kompleks birikmaga bog'lanadilar



ya'ni va shlak metallidan FeO ni ajratib olmaydi. Metallni achitish va unda foydali legirlovchi elementlarni saqlab qolish uchun asosiy shlaklarga maxsus qo'shimchalar-aktiv elementlar (kislorodga aktiv elementlar) qo'shiladi.

Aktiv elementlar o'zlarini metallning odatdagicha kislorod qaytaruvchidek tutishadi, maxsulotlari esa shlakka o'tadi.



26 - MA'RUZA. CHOK METALLINI LEGIRLASH

Legirlash metallga legirlovchi elementlarni kiritish jarayoni bo'lib, bu elementlar chok metalliga maxsus xossalar beradi. Payvandlash vannasida u yoki bu elementning xolatini baxolash uchun uning oksidi dissotsiatsiya elastikligi qiymati bo'yicha aniqlanadigan kislorodga yaqinligini bilish zarur.

Ayrim elementlarni kislorodga o'sib boruvchi yaqinlik bo'yicha quyidagi qatorga joylashtirish mumkin ($1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturagacha):

$Cu, Ni, Co, Fe, W, Mo, Cr, Mn, N, Si, Ti, Zr, Al...Ca$

Bu qatorda temirdan chap tomonda joylashgan elementlar payvand vannasining legirlovchi elementlari sifatida amalda to'la o'zlashtirib olinadi. SHuning uchun oksidlovchi sharoitlar mavjud bo'lganda payvand vannasida masalan, Al va Ti kabi elementlar bilan legirlash qiyin.

Payvandlash vannasida etarlicha to'la o'zlashtirilgan elementlar kislotlovchi (achituvchi) sharoitlarni iloji boricha kamaytirilganda (Ar da, vakuumda payvandlash) oson oksidlanadi.

Legirlangan qo'shimchanning o'tish koeffitsienti-chok metalliga o'tgan bitta legirlangan qo'shimchanning uning legirlovchi elementining metallga kiritayotgan umumiy miqdoriga nisbati.

30.1-jadval

Legirlovchi elementlar	Cu	Ni	Co	W	Mo	Cr	V	Mn	Si	Ti
η turli po'latlar	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,75	0,7	0,5	0,4	0,2

uchun turlicha; elektrod qoplamadan o'tish koef.										
η sim orqali		0,95	anchagina yuqori		0,97	0,8		0,62		

Chok metallini legirlash yo'llari

1. O'tkazuvchi elektr sim xisobiga legirlash barqaror natijalar olish nuqtai nazaridan (chok tarkibining o'zgarmasligi) ishonchli metodlardan biridir.

Bunda legirlovchi qo'shimchalar yoki o'tqazish materiali sterjeni metallida bo'lishi yoki o'zaqda (serdechnik) mavjud bo'lgan kukun ko'rinishida kiritiladi.

2. Elektrod qoplamasiga yoki flyusga kukunsimon metall qo'shimchalarining kiritilishi sifatli elektrodlar bilan payvandlashda legirlashning eng keng tarqalgan usulidir.

3. Metallarni oksidlaridan tiklash. Bu usul kislorodga temirga nisbatan kamroq yaqinligi bo'lgan elementlar (Cu, Ni) uchun foydalanish eng oson.

27 - MA'RUZA.

PAYVANDLANAYOTGAN CHOKLAR METALLARINI MODIFIKATSIYASI.

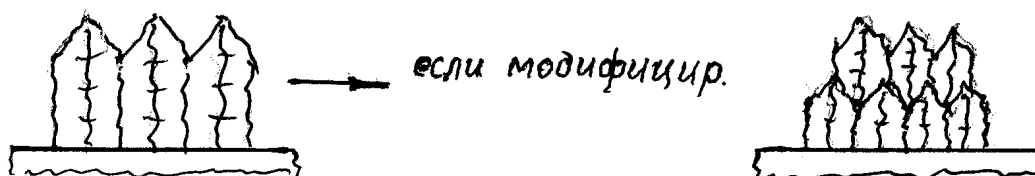
Modifikatsiya deb ishlov berishning metallurgik usuliga aytilib, bu usulda chokning birlamchi tuzilmasini maydalashga erishiladi.

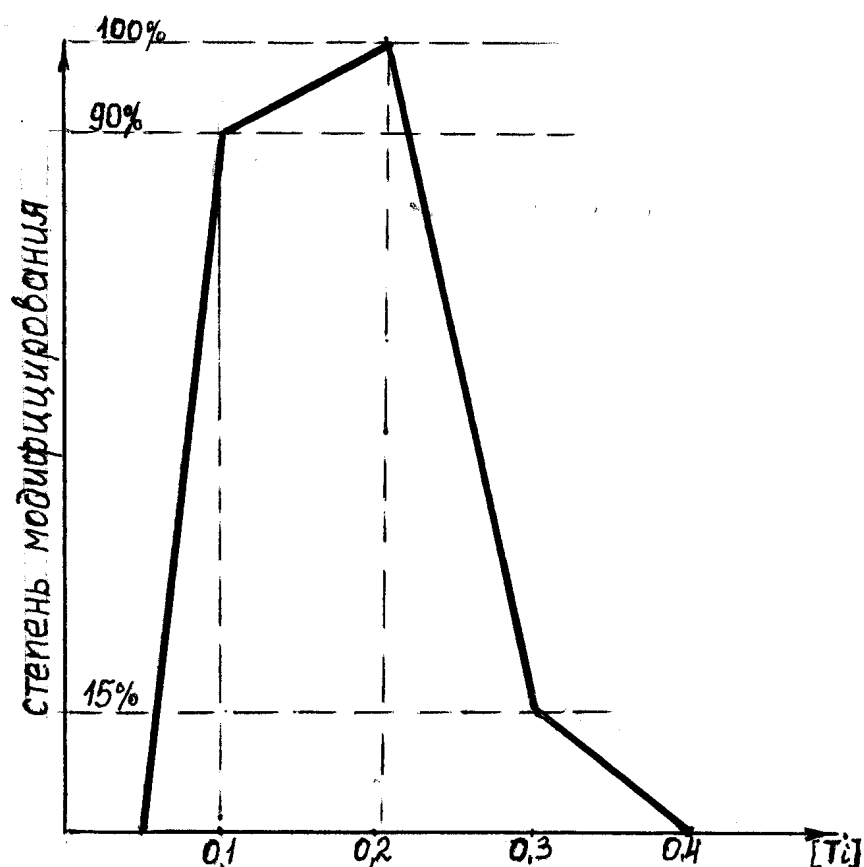
Maydalanganlarni xosil qilish chok metallining birlamchi tuzilmasi mo'ljalini buzib, mexanik xossalarning oshishiga imkon beradi, chok metallni anizotropiyasini minimumga keltiradi, shuningdek chok metallida issiq darzlar xosil bo'lish qarshiligini oshiradi.

Zamonaviy qarashlarga muvofiq modifikatsiyalash jarayoni quyidagi xollarda o'rinli:

1. Suyuq metallda qo'shimchalar (inokulyator) ning mayda zarrachalari bo'lib, ular sovutilganda kristallarning qo'shimcha markazlari bo'lib qoladi, buning natijasida kichik o'lchamdagi juda ko'p miqdorda kristallar xosil bo'ladi. Ti, V, Al va boshqa elementlar aktiv modifikator bo'lib xizmat qiladi.

2. Qorishmaga sirtqi aktiv aralashmaning uncha katta bo'lmagan miqdori qo'shib, ular kristallanish jarayonida ularning ustiga qarshilik ko'rsatib, adsorbtsiyalanadi. Mg, Ca, Na, K - modifikatorlar bo'lib ular sirt tarangligini kamaytiradi.





31.1-rasm. Modifikator miqdorining modifikatsiya samaradorligiga ta'siri.

Modifikatsiya samaradorligiga nima ta'sir ko'rsatadi:

- 1) modda modifikatsiyasi miqdori;
- 2) payvand vannasining o'ta qizishi;

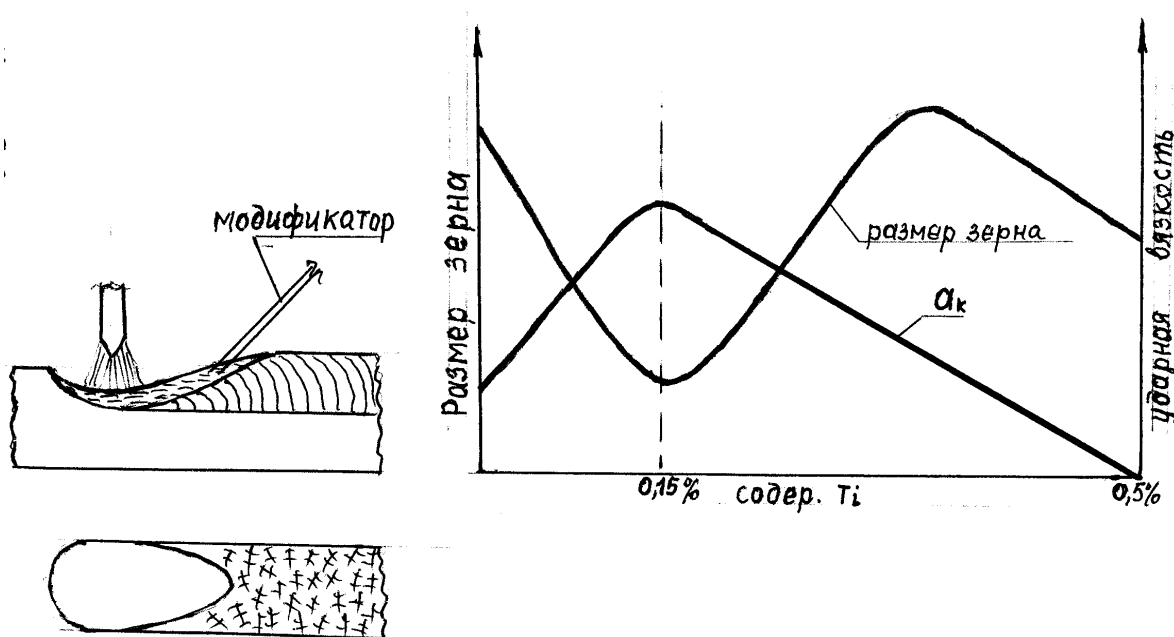
misol. Modda modifikatori miqdorining ta'siri. (zanglamaydigan po'lat modifikatsiyasi tajribalari. Xrenov-Kushnarev)

Modifikatsiya juda murakkab jarayon. Grafikdan ko'rinishicha, modifikatsiya juda tor orliqda va oz miqdorda yuz beradi.

Ko'pchilik tadqiqotchilarning ishlari bilan o'ta qizishning modifikatsiya jarayoniga salbiy ta'siri aniqlangan.

Masalan, Terai sof alyuminiyni modifikatsiyalash jarayonini zarur miqdordagi Ti ni qo'shish yo'li bilan agar xarorat likvidus chizig'ini 70-90 °C dan ortiq bo'lmagan xolda modifikatsiya effekti ravshan ifodalanishini aniqladi.

Modifikatorlarni elektrod sim orqli kiritganda choklar modifikatsiyasining bo'lmashligini extimol o'ta qizishning salbiy ta'siri bilan izoxlash mumkin. (Movchan B.A.)



31.2-rasm. Modifikator miqdorining metall chokining mexanik xossalriga ta'siri.

Elektrod metalli tomchilari o'tadigan yoy oralig'ining yuqori temperaturasi, shuningdek simdan modifikator tushadigan payvand moddasi markaziy qismining yuqori temperaturasi o'ta qizish va dezaktivatsiya uchun sharoit yaratadi.

Modifikatorlarning eng yaxshi xossalari ular flyus (eritib olingan yoki eritmasdan keramik) orqali kiritilganda yoki suyuq payvand vannaga bevosita kiritilganda namoyon bo'ladi.

Modifikatorlar elementlarini flyus orqali kiritishda shuni hisobga olish zarurki bunda modifikatorlarning ijobiy ta'siriga faqat ma'lum bir, odatda ularning kichik miqdorida eritiladi.

Masalan, Ti va Al miqdorining chok metallida optimal miqdordan oshirish ko'pincha teskari effektni asosiy qovushqoqlikning keskin pasayishini va birlamchi strukturasining yiriklashuvini vujudga keltiradi (K.K. Xrenov - Yu.A. Yuzvenko).

28- MA'RUZA.

KRISTALLANISH TO'G'RIDA ASOSIY NAZARIY MA'LUMOTLAR.

Metall qotish jarayonida kristallar xosil bo'lish jarayoni kristallanish deyiladi. Kristallanish jarayoni ikki bosqichdan iborat:

1. Kristall kurtaklarining yokikristallanish markazlarining xosil bo'lishi.

2. Keyingi o'sishi (bu markazlardan kristallarnging o'sish jarayoni).

Shuning uchun kristallanish jarayoning kinetikasi ikki kattalik bilan tavsiflanadi: kurtaklar (kristallanish markazlari) ning hosil bo'lishi tezligi va kristallarning o'sish tezligi. Eritmadan kristallarning ajralishi uchun zarur shart o'ta to'yinish va o'ta sovushning mavjudligidir.

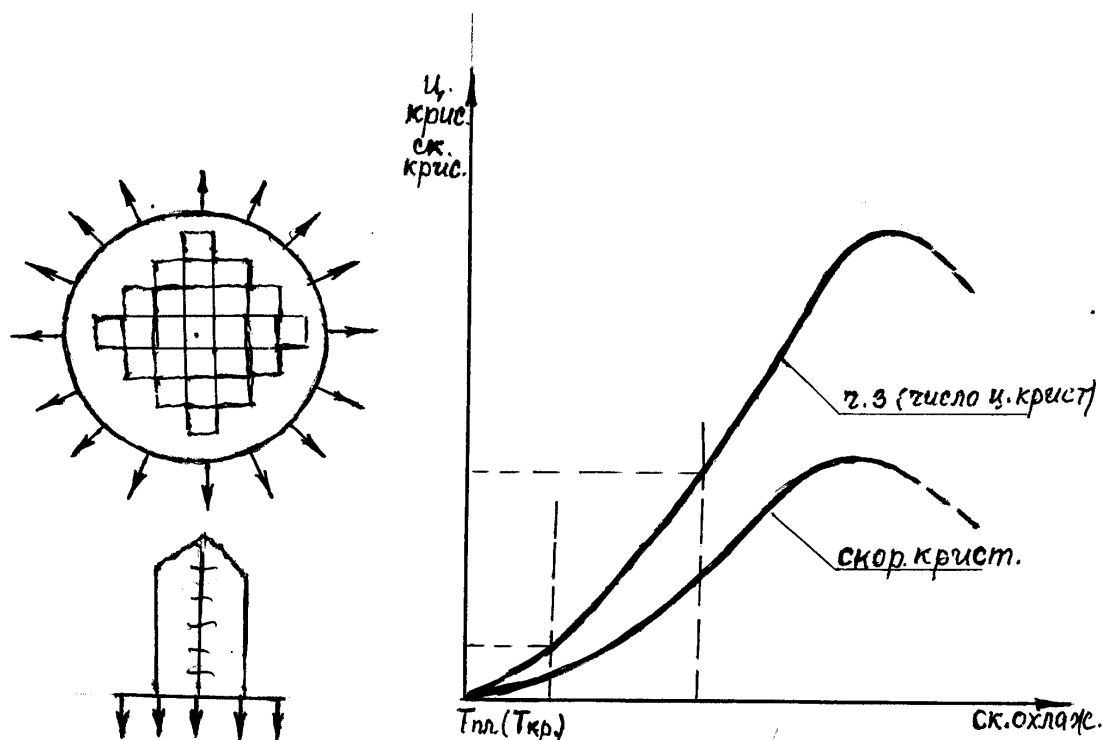
Metallning tuzilmasiga kristallanish markazi ta'sir ko'rsatadi. Kristallanish markazlari miqdori tushunchasi kiritiladi. Kristallanish markazlari soni - 1sm^3 dagi kurtaklar miqdoridir. Kristallanish tezligi deb o'sayotgan devorning markazdan uzoqlashishni aytish qabul qilingan: $\Delta S \left(\frac{\text{CM}}{\text{CEK}} \right)$.

O'zgarmas temperaturada kristallanish markazlar miqdori doimiy qoladi. Metall kristallanish uchun metallni sovutish kerak. O'ta sovutish yuzaga kelishi bilan biz kristallanish markazlarining ortganini xosil qilamiz. Kristallanish iarkazlari miqdori va kristallar tezligi o'ta sovitishga bog'liq.

O'ta sovitish o'rniga ko'pincha sovitish tezligini o'lchash qulay.

O'tasovitish va sovitish tezligi orasida bevosita bog'liqlik mavjud. O'ta sovitish o'zgarishi bilan kristallanish markazlari miqdori va kristallanish tezligi o'zgaradi. Bu bog'liqlik akad. Tomman bog'liqligi deb ataladi. Bu egri chiziqlar Tomman tomonidan metallar uchun emas, balki kichik kristallanish tezligiga ega bo'lgan organik moddalar uchun olingan edi.

Biroq keyinnchalik oson eruvchan metallarning kristallanishini kuzatishlar bu nazariyaning metallar uchun xam to'g'ri ekanligini tasdiqladi. kichik sovitish (rasm. q) tezligi. Bu xolda kam miqdorda kristallanish markazlarini olamiz (xosil qilamiz) yirik donador tuzilma xosil bo'ladi, sovitish tezligi katta, bu xolda kristallanish markazlari (km) ko'payadi va kristallanish tezligi ortadi (mayda donali tuzilma xosil qilinadi).



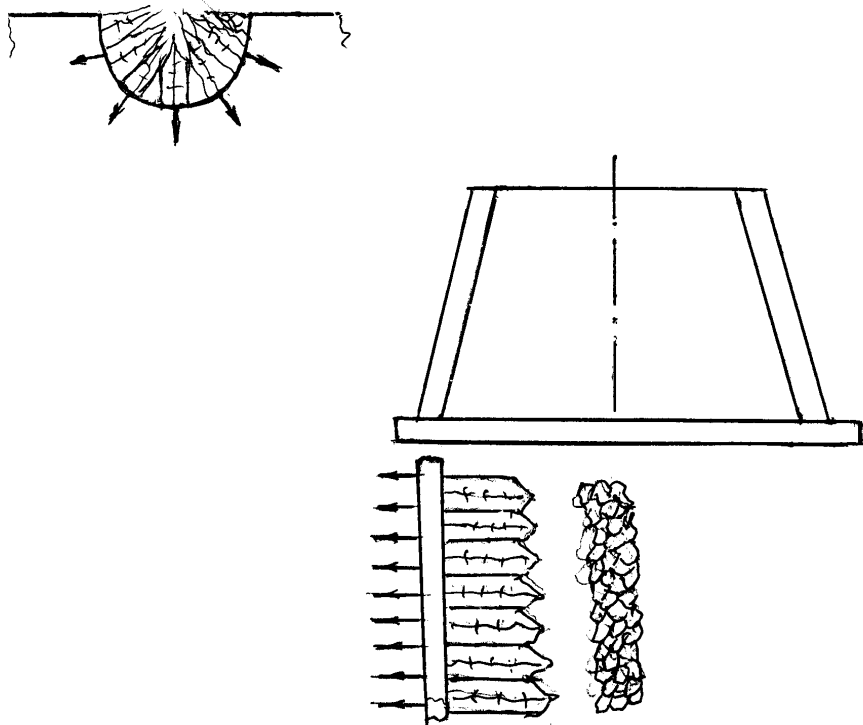
32.1-rasm. Sovutish tezligini kristallanish tezligiga va strukturasiga ta'siri.

Quymalarda metallarning kristallanishi.

Faraz qilaylik issiqlik ajratish bir tekis bo'lsin. Dendritni bir tekis sovutishda tekis yuza xosil bo'ladi.

Issiqlikni notekis ajratilish xolati. Bu xolda birinchi tartibli o'q tezroq o'sadi, keyin ikkinchi o'qlar vujudga keladi, lekin uzunligi qisqaroq bo'ladi. Bu dendrit ustunsimon dendrit deb ataladi.

Dendritning yo'nalishi issiqlik ajralishi yo'nalishiga doimo perpendikulyar bo'ladi. Dendrit issiqlik ajraladigan tomonga qarama-qarshi o'sadi.



32.2-rasm. Metall kristallanishini quymalarida ko‘rinishi.

X o‘qi yaqinida dendrit teng o‘qli bo‘ladi. Agar mis quymasini olsak, u xolda teng o‘qli dendritlarni X o‘qida kuzatmaymiz.

Payvandlash vannasi, uning xosil bo‘lishi va asosiy tavsiflari.

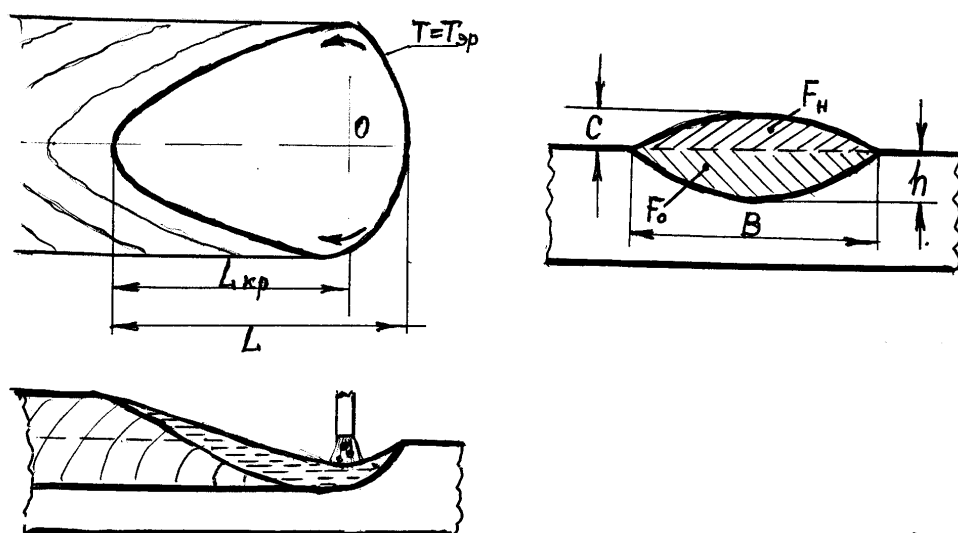
Payvandlovchi issiqlik manbalari ta’siri natijasida asosiy payvandlanuvchi metall eriydi. Izotermik sirt bilan chegaralangan metall $T=T_{er}$ erigan metallning payvand vannasini xosil qiladi.

Eritib payvandlashning ko‘pchilik xollarida bu xududga erigan qo‘shimcha metall kelib tushadi, u atrof muxit bilan o‘zaro ta’sirlashuv natijasida u yoki bu turdagi o‘zgarishlarga duch keladi.

F_0 - payvand chokini erigan metall bilan to‘ldirib payvandlash yuzi.

F_N - eritib qoplangan yuza (F_q)

Eritiladigan vannada uning old qismidan kelib tushadigan asosiy metall va eritib qoplanadigan metall aralashtiriladi.



32.3-rasm. Payvand vannasi xosil bo'lishi va asosiy o'lchamlari.

Issiqlik manbai orasida ma'lum bir masofada temperaturaning pasayishi kuzatiladi va erigan metall qota boshlaydi. Shu munosabat bilan payvand vannasini bosh va dum qismlarga ajratish mumkin.

Gaz oqimlarining yoki elektr tabiatli kuchlar masalan, yoyli payvandlash ta'siri natijasida suyuq metallda odatda chuqurcha (krater) xosil qilib, surib chiqariladi. Bunda suyuq metall vannaning bosh qismidan ancha sovuq bo'lgan dum qismiga ko'chadi.

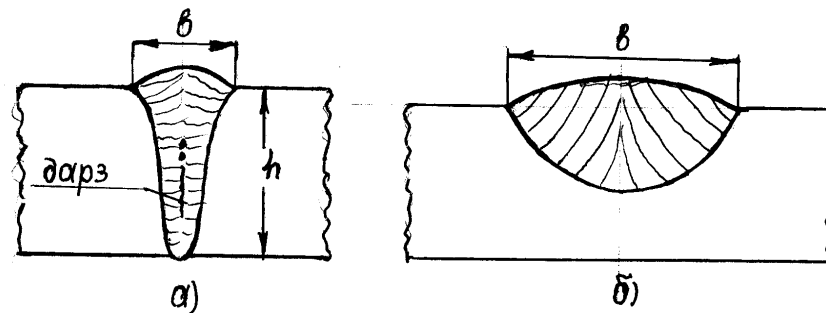
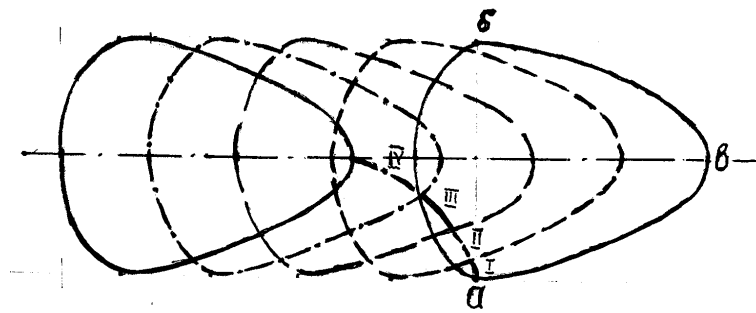
O'ta eritish va eritib qoplash xududlarining chegaralari tavsiflari qizitish uyg'otadi.

Asosiy metallning o'ta erish (proplavlenie) xududlari chegaralari erish shakli ko'effitsientini tavsiflaydi: $\varphi_{np} = \frac{B}{h}$

Eritib qoplash xududi chegaralari valik shakli ko'effitsienti bilan tavsiflanadi. $\Psi_B = \frac{B}{c}$

Vanna uzunligining eniga nisbati vanna shakli ko'effitsienti deyiladi

$$\varphi = \frac{L}{B}$$



32.4-rasm. Payvand vannasining chuqurligi va kengligi oʻrtasidagi nisbati.

a - tor va chuqur; b - keng va chuqur boʻlmagan.

Payvandlash vannasining issiqlik manbai orqasidagi uzunligini (uzunligining asosiy qismi) $L = \frac{q}{2\pi\lambda T_{\text{эп}}}$ formula boʻyicha xisoblash mumkin.

Eritib quyish chuqurligi kuch quvvatiga proporsional:

$$h = \frac{q}{4\pi\lambda T_{\text{эп}} * \varphi}$$

Payvandlash vannasi uchun juda muxim tavsiflar boʻlib uning xajm va metallning suyuq xolatda boʻlish vaqti xisoblanadi.

Tez taʼsir koʻrsatuvchi issiqlik manbai uchun temperaturaning integral tenglamasi bilan V.I. Dyatlov payvandlash vannasining $V(\text{sm}^3)$ xajmi uchun quyidagi ifodani xosil qildi:

$$V_{\text{эб}} = \frac{q^2}{4\pi\lambda * \gamma * v_{\text{п}} * T_{\text{эп}}}$$

Vannada metallning turli xajmlarda erigan xolatda mavjud boʻlish vaqti bir xil emas. Jumladan, erish chegarasiga yaqin joyda hozirgina erigan metall deyarli darxol qotadi. Erish chegarasidan vannaning markaziy qismiga tomon uzoqlashgan sari metallning erigan xolatda boʻlishi uzoqligi ortib boradi.

Vannaning markaziy qismida joylashgan metall erigan xolatda maksimal vaqt davomida bo‘ladi: $t_{max} = \frac{L}{v_n}$

Payvandlash vannasida metallning kristallanishi xususiyatlari.

Erigan metall payvandlashda bayon qilingan shakldagidan boshqacha kristallanadi:

1. Vanna materiali xam issiqlik manbai xam vannaning sovigan devorlarining bir vaqtdagi ta’siri ostida bo‘ladi, bunda kristallanish fronti issiq manbaining ko‘chirilishi bilan bog‘liq.

2. Vannada erish chegarasida asosiy metallning donalari ko‘rinishidagi kristallanish markazlarining cheklangan miqdorda bo‘lishi.

3. Vanna metalli xajmi bo‘yicha temperaturaning bir tekis tarqalmaganligi.

4. Vanna metallining ancha aralashishi.

5. Vanna xajmining kichikligi, metallning erigan xolatda uzoq muddat bo‘lmasligi, metallning kristallanishi kristall o‘shining o‘rtacha tezliklarida yuz beradi.

Qaror topgan payvandlash jarayoni uchun vaqt birligida kelayotgan issiqlik miqdori qattiq metallga ajratiladigan issiqlik miqdoriga teng. Kristallning o‘sh tezligi uning vanna erish chegarasidan markaziga tomon o‘sa borishiga qarab o‘zgarishi quyidagi formula bilan aniqlanishi belgilangan:

$$v_{kp} = v_n * \cos \alpha$$

bunda v_n –payvandlash tezligi (issiqlik manbaining chiziqli ko‘chish tezligi);

v_{kr} – kristallning o‘rtacha o‘cish tezligi, sm/sek;

α - xar bir kristallanish momentida kristallning o‘sh yo‘nalishi bilan issiqlik manbaining ko‘chish yo‘nalishi orasidagi burchak.

B-nuqtada burchak $\alpha=90^\circ$ ekanini ko‘rish qiyin emas, yani erish chegarasida kristallning o‘sh tezligi v_{kr} nolga teng, kristallning o‘sh tugallangandan so‘ng X o‘qi yaqinida $\alpha=0^\circ$ va bu xolda v_{kr} payvandlash tezligi v_p ga teng bo‘lib qoladi.

Demak, chetdan markazga tomon qotishmalarning kristallanishi kabi kristallar o‘shining sekinlanishi emas, balki v_{kr} ning erish chegaralari yaqinida noldan vanna markazida maksimal qiymatlarga. Biroq vannada kristallanishda kristallarning o‘sh tezligi monoton (bir tekis) o‘zgarmaydi, ularning tezkor o‘sh davrlari sekinlashish yoki

to'xtashlar bilan almashinib turishi mumkin. Metallning kristallanish jarayonini uzlukligi chokning qatlam qatlam bo'lishi sabablidir.

Payvand choklari birlamchi kristallanishini tartibga solish metodlari.

Chokning birlamchi tuzilmasi eritilgan metallning ko'pgina xossalriga aynivcf keyinchalik unga termik ishlov berilmasa, katta ta'sir ko'rsatadi.

Shuning uchun birlamchi tuzilmasi mayda donali va imkoni boricha teng o'qli, uncha katta bo'lmagan kimyoviy nobirjinslikka ega bo'lishi muximdir; shunda metallning xossalari etarlicha yuqori va keyingi ishlovlarsiz bo'ladi. Birlamchi kristallanish jarayonlarini tartibga solish yo'llarini ko'rib chiqamiz.

1. Kimyoviy nobirjinslikni kamaytirish va metallning kristallik yoriqlar xosil bo'lishiga mustaxkamligini oshirish uchun payvand vannasining chuqurligi va kengligi o'rtasidagi nisbatni to'g'ri tanlash zarur. Vanna kengligi (ϵ) v ning chuqurligi h ga nisbati eritish shakli koefitsienti Ψ deyiladi: $\Psi = \frac{b}{h}$ eritish shakli koefitsienti ko'pgina omillarga bog'liq payvandlash usuliga va rejimiga, metall tarkibiga, payvandlash materiallari tarkibiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi. Eritishni ikkita o'ziga xos shaklini keltiramiz: a - tor va chuqur; b - keng va chuqur bo'lmagan.

Tor va chuqur vanna ($\Psi < 2$) metall kristallanishining noqulay sxemasini beradi. Buning sababi shu bilan izoxlanadiki, sovitish sirtiga o'tkazilgan normal bo'yicha o'suvchi kristallar chokning markaziy qismida kuchsiz (slabina) xududni xosil qilib muqarrar uchrashadi. Shuning uchun ko'rsatilgan sxema bo'yicha kristallanuvchi choklar kristallik yoriqlarni xosil qilishga moyil bo'ladilar. a - vannada chet qotishmalar qiyinroq bartaraf etiladi. aksincha keng va uncha chuqur bo'lmagan vannada ($\Psi > 2$) kristallanish sharoitlari ancha yaxshi, chunki suyuq metallning qo'shimchalar bilan eng ko'p ifloslangan portsiyalari o'sayotgan kristallar tomonidan chokning eng yuqori qismiga siqib chiqariladi va metallda xavfli sust xududni yaratmaydi.

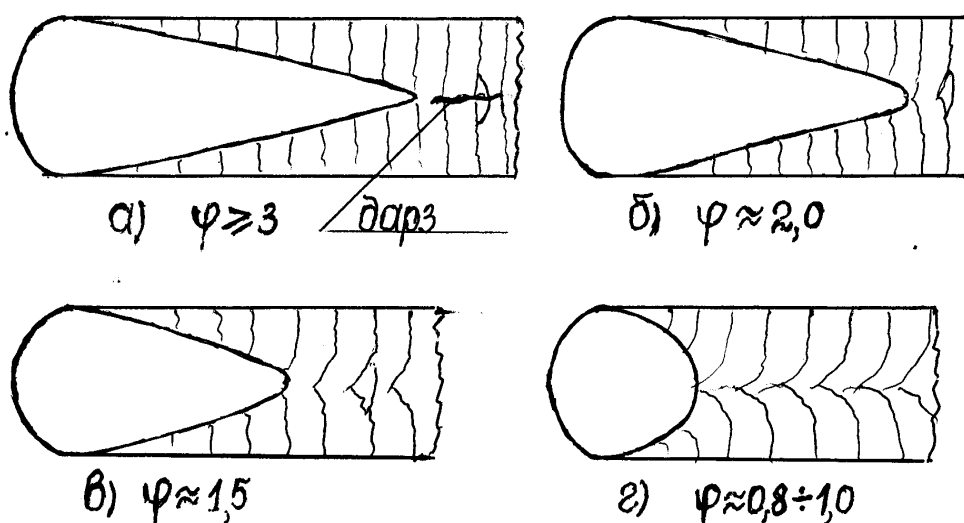
Ustunli kristallarning payvand vannasi shakliga bog'liq xolda o'sish yo'nalishining o'zgarishini ko'rib chiqamiz.

Vanna shakli koefitsientga bog'liq xolda radial yo'nalishda o'suvchi ustunli kristallar bir biri bilan chetlari orqali (a), o'tmas burchak bilan (b) yoki o'tkir burchak bilan (v) uchrashadi.

Ammo kristallar shuningdek o'q yo'nalishida o'sib, buralib (bukilib) faqat yon yoqlari bilan (g) uchrashadilar. Dastlabki ikki xolatga (a va b) vanna shakli koeffitsientining katta qiymati javob beradi, bunday choklar kristallik yoriqlar paydo bo'lishiga moyil va nometall krishmalar bilan ko'proq ifloslanadi.

Kristallar o'tkir burchak ostida bir biri bilan uchrashadigan choklar (v) kristallik yoriqlar paydo bo'lishiga qarshi yuqori mustaxkamlikka ega.

Vannaning eng yaxshi shakli uning idishsimon shakli (g) xisoblanadi. Unda kristallar o'q yo'nalishida o'sadi va bir birlarining chekkalari bilan uchrashmaydi. Biroq payvandlash tezligi past, dendritlar yirik va x.k.



32.5-rasm. Ustunli kristallarning o'sishini payvand vannasi shakliga bog'liqlik sxemasi.

Vannaning maqbul shakliga, demak chok kesimiga mo'ljal olib, ustunli kristallarning eng qulay joylashuvini xosil qilish mumkin.

Kristall yoriqlar paydo bo'lishiga chidamli bo'lgan yuqori mustaxkam va elastik metall olish uchun uning ustunli tuzulmasini maydalash va uni tekis o'qliga aylantirish zarur.

Bunga quyidagilar orqali erishiladi:

1. Payvandlash vannasiga elementlar modifikatorlar (bor, titan, tsirkoniy, strontsiy....) kiritish bilan.

2. Payvandlash vannasida ultratovush to'lqinlarini yoki mexanik tebranishlarni vujudga keltirish bilan.

3. Kristallanuvchi vannani sovitish tezligini oshirish yo'li bilan tuzilmani o'zgartirish. 4. Payvand vannasida kristallanuvchi metallga elektromagnit maydonini kiritish.

29 - MA'RUZA.

ISSIQ YORIQLARNING (DARZLARINING) HOSIL BO'LISHI TABIATI VA MEXANIZMI.

Payvand chokida yuzaga keladigan eng ko'p tarqalgan nuqsonlar qatoriga - yoriqlar, bo'shliqlar (g'ovakliklar), shlak kritmalari kiradi.

Yoriqlar:

a) issiq yoriqlar (kristallizatsionn)

b) sovuq yoriqlarga bo'linadi.

Kristall va issiq yoriqlar deb qirqim, yaxlitmaslik xususiyatiga ega, kristall metall oralig'ida vujudga kelgan mikroskopik va makroskopik nuqsonlarga aytiladi.

$$T_{\text{kp}} \leq T_{\text{эп}} \div 1350^{\circ}.$$

Sovuq yoriqlar odatda 400° dan yoki 200 °C dan nisbatan past temperaturalarda payvand birikmalarida vujudga keladi.

Sovuq yoriqlar perlit va martensit sinflaridagi o'rtacha legirlangan va yuqori legirlangan payvand birikmalarining umumiy nuqsoni hisoblanadi.

Bu turdagi yoriqlarni ba'zan toblovchi yoriqlar deyiladi. Yoriqlar ko'pincha chok atrofi zonasini va kamdan kam xollarda payvand chokining o'zini shikastlantiradi.

Issiq yoriqlar ularning joylashuviga bog'liq xolda bo'ylama va ko'ndalang yoriq bo'ladi.

Issiq yoriqlar qachon vujudga keladi?

Agar metallning yuqori temperaturalar soxasida kristallanish va undan keyingi sovish jarayonida metallning qisqarish deformatsiyalari uning deformatsiya qobiliyati bilan ta'minlanmaydigan sharoitlarni yaratsa, u xolda yaxlitlik buzilishi mumkin, issiq yoriqlar xosil bo'lishi mumkin.

Kristallanish sharoitida va yuqori temperaturalarda vujudga keladigan issiq yoriqlar kristallik, (kristallanish jarayonida qattiq va suyuq fazalarning mavjud bo'lishida vujudga keladigan) va poligonizatsion (yangi chegaralarning poligonizatsiya jarayonlari natijasida qattiqlashgan metallning granulyatsiyasi bilan bog'liq) yoriqlar.

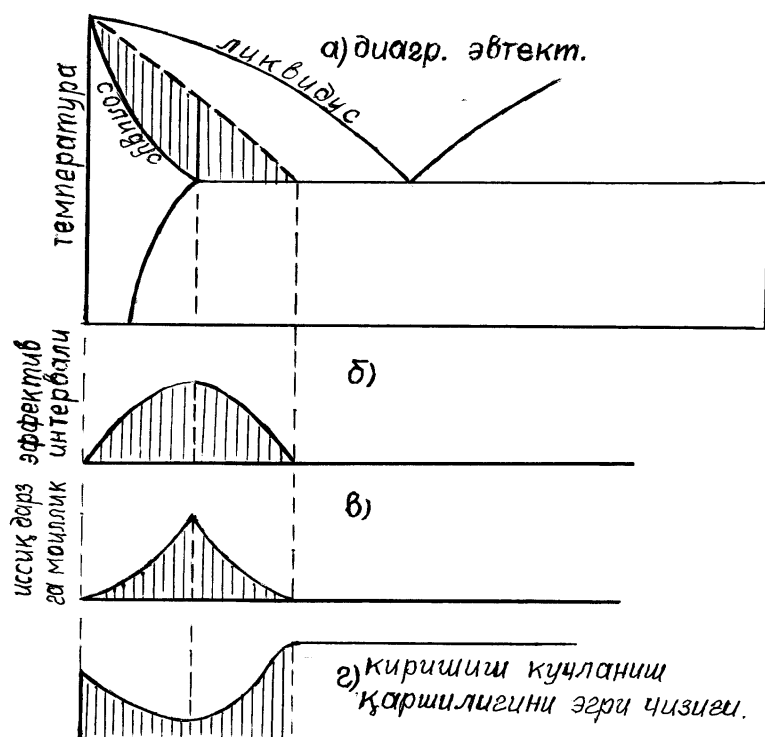
Issiq yoriqlarsiz choklarni xosil qilish qobiliyatini, ya'ni metall chokining yoki chok atrofi xududining payvandlash jarayonida yuqori temperaturalarda buzilishlarsiz elastik-plastik deformatsiyalarga

chidamlilik qobiliyati payvandlashda metallning texnologik mustaxkamligi deyiladi.

Issiq yoriqlar austenitli po‘latlar va qotishmalarni payvandlash texnologiyasini ishlab chiqishda asosiy qiyinchilikni ifodalaydi. Shu munosabat bilan bir fazali austenitli tuzilmaga ega choklarda issiq yoriqlarning vujudga kelishi sabablari, mexanizm xaqidagi va ularga qarshi kurashish choralari to‘g‘risidagi masala katta ahamiyatga ega bo‘ladi.

Xozirgi vaqtda turli omillarning payvand choklaridagi issiq yoriqlarga ta’siri to‘g‘risida katta eksperimental material to‘plangan.

Mamlakatimiz va chet el mutaxasislari orasida payvand choklarida issiq yoriqlarning vujudga kelish sabablari va mexanizmi to‘g‘risida bir qancha ishchi farazlar (gipoteza) tarqalgan. A.A. Bochvar va uning xodimlari kristall qotishmalarning temperaturalar intervali ikki qismga ajratilishi mumkinligini isbotlashdi.



33.1-rasm. Evtektika turidagi diagrammasi.

Kristall intervalining birinchi qismida qattiq eritmaning o‘sib chiqqan dendritlari (likvidus temperaturasidan, solidus temperaturasidan yuqori ma’lum bir temperaturagacha) suyuq fazaning (suyuq qattiq xolatda) yaxlit qatlami bilan bo‘lingan, kristall intervalining ikkinchi qismida (qattiq-suyuq xolatning pastki chegarasi temperaturasidan pastda),

dendritlar qisman o‘zaro chirmashib o‘shadi, ulardan qattiq sinch xosil bo‘ladi va keyinchalik barcha suyuq faza qattiqlashadi.

Kristall intervalining bu qismi pastdan ikkinchi solidus chizig‘i bilan chegaralangan. A.A. Bochvar ikkinchi qismini kristallning effektiv intervali yoki qattiq-suyuq xolat intervali deb atadi. Akademik A.A. Bochvar va uning xodimlari tadqiqot eksperimenti asosida shunday xulosaga kelishdi;

Qattiq suyuq xolatda o‘rtachalashtirilgan cho‘kish issiq yoriqning sababi xisoblanadi, solidusdan yuqori bo‘lgan qotishma juda kam mustaxkamlikka va elastiklikka ega bo‘ladi, shuning uchun bir oz cho‘kish bo‘lishi etarli, masalan to‘liq qattiqlangandan so‘ng yorilish yuz berishi uchun. Elastiklik keskin ortadi va so‘vishda kuchlanishning ortishiga qaramay solidusdan pastda yoriqlar vujudga kelmaydi.

A.A. Bochvar va uning xodimlari qotishmalarning issiq yoriqlar xosil qilishga moyilligini kristall intervalining kattaligi va samaradorligi xamda kristallanayotgan qotishmadagi evtektika miqdori bilan bog‘lashadi.

D.M. Rabkin va I.I. Frumin gipotezasi.

D.M. Rabkin va I.I. Frumin odatda evtektik turdagi suyuq qatlamlarning mavjudligini ko‘rsatishadi (sulfidli yoki karbidli, issiq yoriqlarning paydo bo‘lishini zaruriy sharti sifatida).

Bu fikrga ayrim (S.V. Lashko, B.I. Medovar) tadqiqotchilar qo‘shilishadi.

Bu gipotezaning mualliflari quyidagicha faraz qilishgan:

1. Payvand choki kristallarining katta tezligi kristall ichidagi nobirjinsliklarning ancha kuchayishiga imkon beradi. Kristallarning chegara xududlarida oson eruvchi komponentlarning (oltingugurt, fosfor, uglerod va boshqalar) katta miqdorda to‘planishiga erishiladi.

2. Kristallitlarning chegara xududlaridagi oson eruvchan komponentlar qotish temperaturasi past bo‘lgan evtektik pardalar xosil qiladi. Suyuq evtektik pardalar deyarli to‘liq qotgan chokda kristallitlar orasida joylashishlari va kristallararo emirilishlar o‘chog‘i bo‘lishi mumkin.

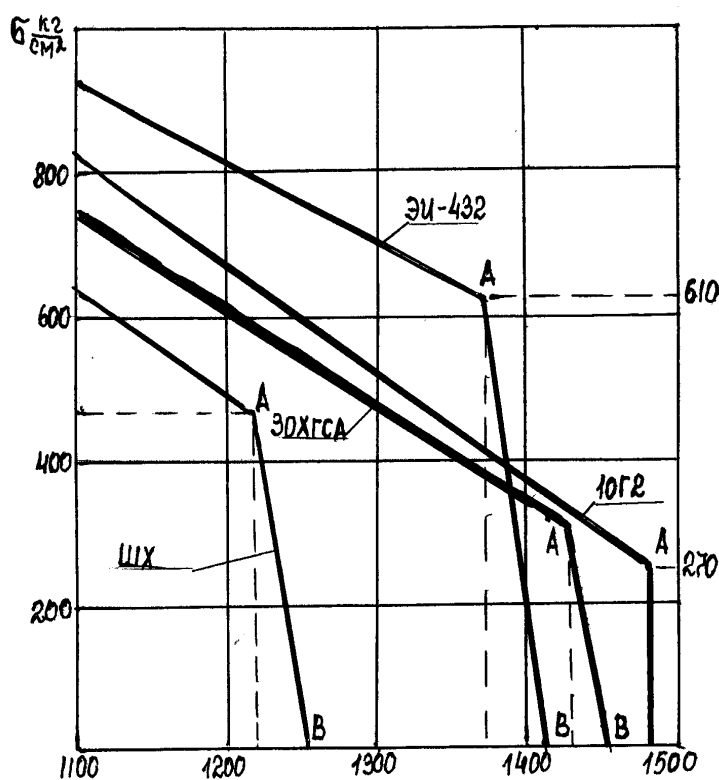
3. Oson eruvchan evtektiklarning salbiy ta’sirlari ularning miqdorlari kam bo‘lganda namoyon bo‘ladi. Agar evtektika kristallitlar orasida ko‘cha oladigan bo‘lsa va uning miqdori yuzaga kelayotgan yoriqlarni to‘ldirish uchun etarli bo‘lsa, u xolda payvand birikmalarining normal mexanik xossalarini “tuzatish” va tiklash yuz beradi.

Shunday qilib, barcha po‘latlar va qotishmalar, kam uglerodli, o‘rtacha uglerodli va austenit sinfidagi yuqori legirlangan po‘latlar va qotishmalar evtektik sistemalar sifatida qarab chiqilib, ularda evtektik pardalar fazalar orasida joylashgan.

N.N. Proxorov gipotezasi

Kristallararo emirilishning extimolini aniqlashning asosiy omillarini prof N.N. Proxorov tomonidan ifodalangan kristallararo mustaxkamlik gipotezasi eng to‘liq tarzda xisobga oladi.

Prof. Proxorov N.N. solidus chizig‘i temperaturalarini soxasida yuqori temperaturalarda metallarning xossalarini o‘rgangan edi. Tadqiqotlar metodikasi quyidagicha bo‘ssi namuna elektr toki bilan yuqori temperaturagacha qizitildi va sovutish jarayonida emirilgan (buzilgan). Bunda mazkur temperaturada mustaxkamlikning va elastiklikning oniy qiymatlari aniqlanar edi.



33.2-rasm. Metallarning yuqori temperaturada mexanik xossalari.

Payvandlashda issiq yoriqlarning xosil bo‘lishiga xam moyil bo‘lgan va moyil bo‘lmagan po‘latlarni barcha tadqiq etishlar solidus temperaturalarini soxasida plastiklikni va mustaxkamligini yo‘qotishi kelib chiqadi. Biroq turli xil po‘latlar uchun nozik emirilishidan (V

nuqta) qovushqoq emirilishga (A nuqta) o'tish xar xildir: po'latlarning qovushqoq xolatdan nozik xolatga TI o'tishi:

33.1-jadval

Po'lat markasi	Qovushqoq xolatdan nozik xolatga TI o'tish °C	Kritik kuchlanish kg/sm ²
10ГC	0	270
30ХГСА	25	320
ЕИ-432	55	610
ИИХ	65	500

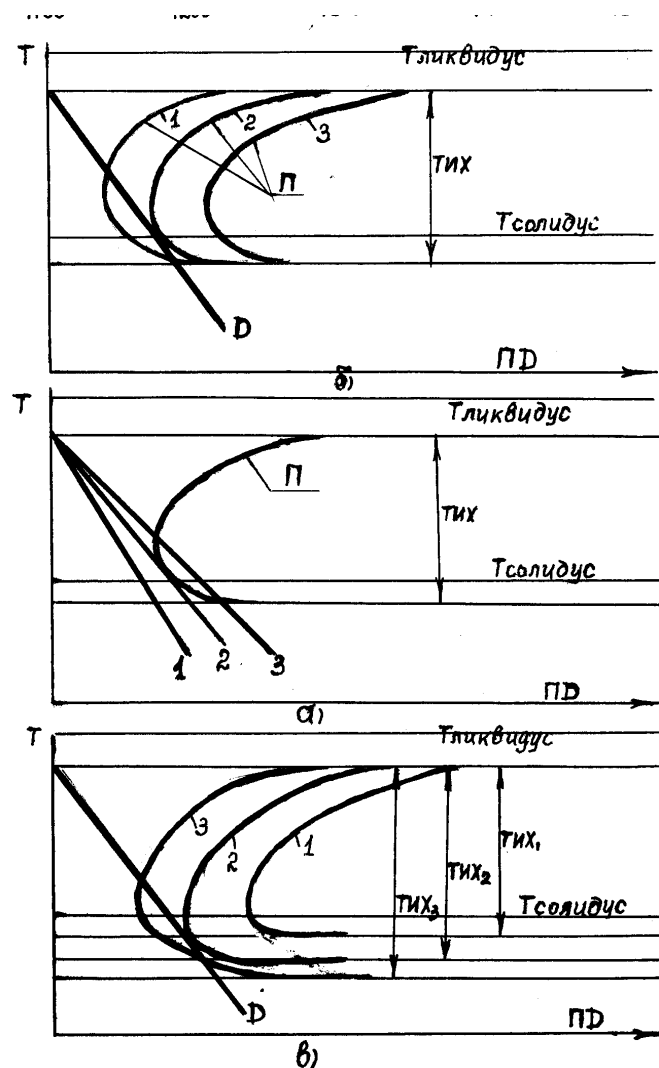
Olingan ma'lumotlar asosida metallar va qotishmalarni payvandlashda issiq yoriqlarning vujudga kelishi mexanizmi to'g'risida gipoteza ifodalandi. Bu gipotezaga muvofiq payvandlashda kristallararo siyraklanish (texnologik mustaxkamlik) ning vujudga kelishi extimoli quyidagi omillarning nisbati bilan aniqlanadi:

1. Solidus chizig'i yaqinida mazkur qotishmaning TIX kattaligi bilan;
2. Cho'zuvchi kuchlanishlarning ortishi jadalligi va TIX da mazkur qotishma $\frac{\Delta \epsilon}{\Delta T}$ temperaturasining pasaya borgani sari deformatsiyaning rivojlanishi bilan;
3. Qotishmaning o'ta temperaturalar intervalidagi plastikligi bilan.

Prof. N.N. Proxorov payvandlashda kristallararo mustaxkamlikni deformatsiya tezligining ta'sirini xisobga olgan xolda aniqlovchi quyidagi sxemani beradi:

Diagramma temperatura-deformatsiya kordinatalarida quriladi.

Qotishmaning berilgan xossalarida va temperatura bo'yicha deformatsiyadan olingan xosilaning o'zgaruvchan qiymatlarida payvandlash xolati keltirilgan.



33.3-rasm. Payvandlashdagi kristallararo mustaxkamlikni aniqlashni ta'siri

a - deformatsiya tezligi b - plastiklik ta'siri v - mortlik xarorat intervali

Bu xolda 1 deformatsiya egri chizig'i plastiklik egri chizig'ini kesib o'tmaydi, bu issiq yoriq mavjud emasligi xolatiga mos keladi. 2 egri chiziq esa deformatsiya va plastiklikning kritik munosabatini tasvirlaydi.

Temperatura bo'yicha deformatsiyadan olingan xosila doimiy qiymatga ega bo'lgan xolat taqdim etilgan, biroq deformatsiya tezligi plastiklik egri chiziqlarining xolatini o'zgartirib o'zgaradi. Birinchi xol 1 egri chiziq deformatsiya tezligining eng yuqori qiymatiga mos keladi.

Shunday xol keltirilganki, bunda deformatsiyaning qiymatini aniqlovchi payvandlashning texnologik jarayoni berilgan, bunda TIX o'zgaruvchan xisoblanib, u kristallararo qatlamlarning tarkibi va xossalari bilan aniqlanadi. Issiq yoriqlar extimoli TIX ning qiymati ortishi bilan o'sadi.

Poligonizatsiya yoriqlari gipotezasi.

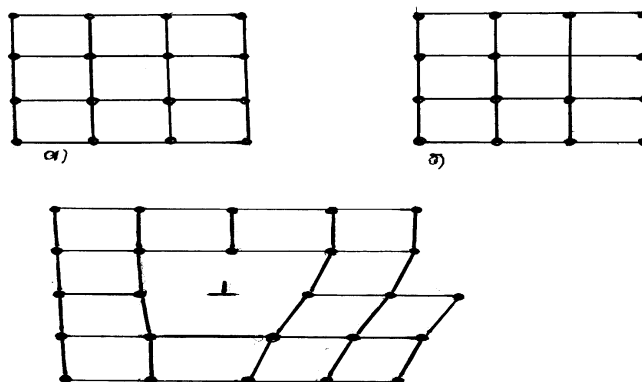
Qattiq jism fizikasi va fizik metallshunoslik sohasidagi bilimlarning hozirgi darajasi mikroskopik nobirjinslilikning simvollaridagi ikki tomonini (ko'rinishini) farqlashga imkon beradi:

a) legirlovchi elementlar va qotishmalar atomlari kristallarining kesimi bo'yicha notekis taqsimlanishiga asoslangan mikroskopik kimyoviy nobirjinslilik;

b) mukammal bo'lmagan kristall panjaraning birinchi navbatda, vakansiyalar va dislokatsiyalarning lokal (maxalliy) to'planishi bilan bog'liq mikroskopik fizik nobirjinslilik.

Mukammal bo'lmagan nuqsonlar kristall panjaralarning quyidagi asosiy turlari farqlanadi:

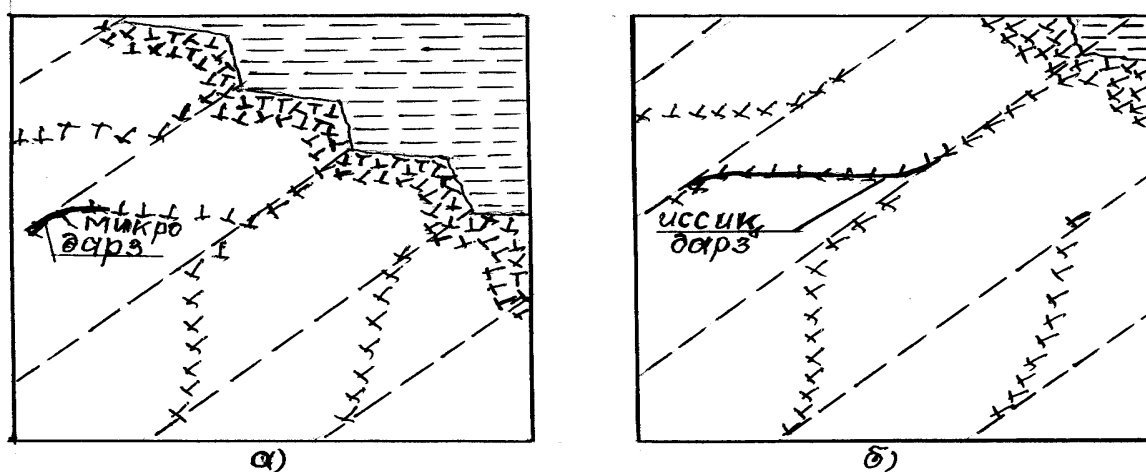
1. Nuqtali yoki atomli nomukammalliklar. Ularga vakansiyalar yoki "teshiklar" (kristall panjaraning atomlar band qilmagan bo'g'inlari).



33.4-rasm. Nuqtali va chiziqli dislokatsiya (nuqsonlar) sxemasi.

Kristall panjarada atomlarning sxematik joylanishi.

a) ideal panjara b) nomukammal panjara



33.5-rasm. Issiq darzlarni xosil bo'luvchi sxemasi.

2. O'lchamlari ikki yo'nalishda kichik bo'lgan va bitta o'zgarishda (o'lchovda) nisbatan katta bo'lgan chiziqli nomuvofiqliklar-dislokatsiyalar.

Chiziqli dislokatsiya mavjud bo'lganda atomlarning taxminiy joylashuvi manzarasini $\perp$ belgi bilan ifodalaymiz.

Bu rasmdan ko'rinadiki, $\perp$ belgisidan yuqorida joylashgan atom qo'shni atomlar bir xil atrofga ega emas. Atomlarning ko'rsatib o'tilgan joylashuvini, masalan, kristallning yuqori qismini pastki qismiga nisbatan bitta atomlararo masofaga (birlik surish vektori) qisman surish yo'li bilan yaratish mumkin.

Akad. Movchan B.A. bir fazali austenitli tuzilmaga ega payvand choklarida issiq yoriqlarning paydo bo'lishini quyidagi sxemada ko'rsatgan.

Payvand vannasida yuqori temperaturalargacha o'ta qizitilgan suyuq metall atom o'lchamlaridagi ulkan miqdorda bo'shliqlar (vakansiyalarga) ega bo'ladi. Payvand vannasi muvozanatsiz kristallari natijasida solidusdan pastda joylashgan qattiq faza uchastkalarida panjaraning nomukammal kristallarining katta zichligi-vakansiyalar va dislokatsiyalar paydo bo'ladi.

Payvand chokiga juda katta tezlikda sekin sovitiladigan quymalarga nisbatan ancha yuqorida, kristallanish frontidan pastdagi qattiq faza uchastkalarida panjaraning nomukammal kristallari zichligi kristallanadi.

Yuqori temperatura va taxlikali xolat nomukammalliklarning tez xarakat qilishiga va guruxlanishiga imkon beradi, buning natijasida poligonizatsiya yuz beradi.

Chegaralarning ayrim uchastkalarida poligonizatsiya vaqtida to'planadigan nomukammalliklarning katta zichligi natijasida mikroskopik natijasida paydo bo'ladi. Mikro buzilishlarning vujudga kelish extimoli poligonizatsiya chegaralari to'yinish uchastkalari bilan mos tushadigan uchastkalarda ayniqsa yuqoridi, ya'ni poligonizatsiya jarayoni zararli qorishmalar bilan "ifloslangan" qattiq eritma xajmlar orasida yuz berganda ayniqsa yuqoridir. O'sib boruvchi, cho'zuvchi kuchlanishlar ta'sirida buzilishlar mikroyoriqlarga aylanishi va kristall fronti sirtiga chiqishi mumkin. Bu paytda ma'lum komponentlarning yoriqqa jonlab kirib borishi boshlanadi. Temperatura oralig'i ioligonizatsiya sur'atini TIX ning qismi sifatida birinchi yaqinlashishda qarab chiqish mumkin.

Poligonizatsiyaga qarshi kurash choralari.

1. S, P, Pb va boshqa kirishmalar poligonizatsiya jarayoni kinetikasiga bevosita ta'sir qilish mumkin. Metall choki kristallanishida qattiq eritma kristallitlari bu kirishmalar bilan o'ta to'yinadi. Bu kirishmalar (P, S, Pb va boshqa) nomukammalarning zichligini orttiradi. Payvand choki metallida ularning miqdorini kamaytirish kerak.

2. Poligonizatsiyani yanada samaraliroq sekinlashtirish va xatto to'liq bostirishni yuqori temperaturali ikkinchi fazani xosil qilish yordamida amalga oshirish mumkin. Austenitli sinfdagi yuqori legirlangan po'latlardan va qotishmalardan qilingann bir qator konstruksiyalar uchun foydalanish sharoitlariga ko'ra payvand chokida ikki fazali tuzilmaning bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Bu xolda ikkinchi fazadagi yuqori temperaturalarning vujudga kelishini ta'minlovchi payvand chokini qo'shimcha legirlash chok kesimi bo'yicha teng bo'lib, issiq yoriqlarga qarshi kurashning mumkin bo'lgan metodlaridan biridir. Payvand choklarining bir fazali berilgan texnik shartlarda TI poligonizatsiyani ancha past temperaturalar soxasiga ko'chiruvchi va noligonizatsiya chegaralarining ajralishini qisman yoki to'la to'xtatadigan elementlar bilan qo'shimcha legirlash. Bunday elementlar sifatida Mo, W, Ta (tantal), Re (reniy) ishlatiladi. Bu elementlar bilan legirlashda poligonal chegaralar ko'pincha o'ziga xos berk shakllarni qabul qilib egri bugri bo'lib qoladi.

Kristallanishda sovish tezligi poligonizatsiya jarayonini to'liq bartaraf etishga imkon beradi, shunday qilib payvand choki metallning issiq yoriqlar xosil qilishga moyilligini kamaytiradi. Modifikatsiyalash xam poligonizatsiyani to'xtatadi.

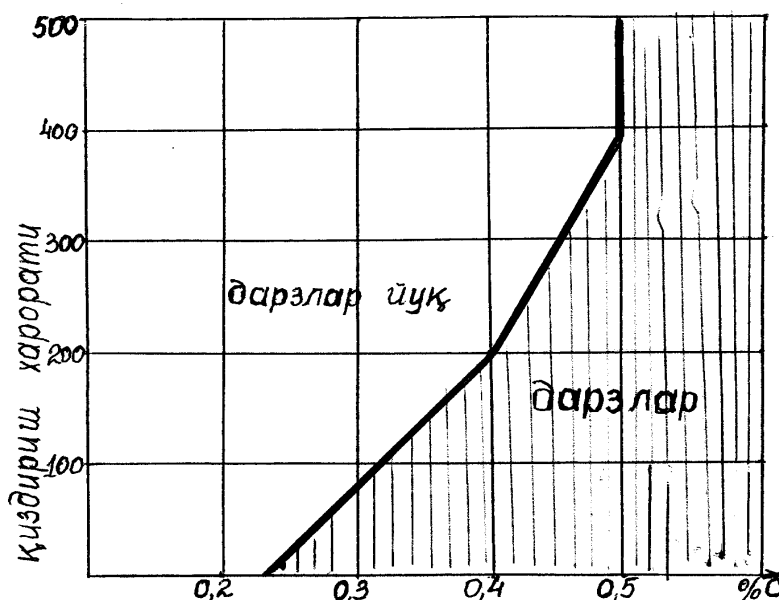
30 - MA'RUZA.

AYRIM BOSHQA OMILLARNING ISSIQ YORIQLARNING PAYDO BO'LISHIGA TA'SIRI.

Texnik payvandlashni ishlab chiqishda chok metallni issiq yoriqqa qarshi qo'yish quyidagilarga bog'liq: 1. kuchlanishlarni cho'zuvchi kristallanish davrida ta'sir qiluvchi ortib boruvchi kattaliklar va tezliklarga; 2. chok metallining kimyoviy tarkibiga, bu tarkib uning xossalari kristallanish davrida aniqlaydi va pasaytirilgan tekislik bilan tavsiflanuvchi xolatda turishining davomiyligi bilan aniqlanadi; 3. payvand vannasining shakllari ustunli kristallarning o'sish yo'nalishini, ularning o'zaro krishishi xususiyatini aniqlaydi; 4. birlamchi kristallitlar kattaliklari.

Cho'zuvchi kuchlanishlarning ta'siri. Payvandlanishning real sharoitlarida payvand choki kristallanuvchi metallga cho'zuvchi kuchlanishning ta'sirini to'liq bartaraf etib bo'lmaydi. Bu kuchlanishlar kattaligini kamaytirish masalasi qo'yiladi.

Misol. Payvandlanadigan metallni qizdirib keyin payvandlash. Isitish bu kuchlanishlarning kattaligini kamaytiradi.



34.1-rasm. Qizdirish xaroratining cho'zuvchi kuchlanishlariga ta'siri.

Chok metalli kimyoviy tarkibining ta'siri. Kimyoviy tarkib uning issiq yoriqlarga bardoshliligiga birinchi darajalita'sir ko'rsatadi, chunki kristallararo qatlamlarning tarkibi, xossalari va miqdorini xamda past

darajadagi mustaxkamlik bilan tavsiflanuvchi xolatda bo'lishi davomiyligini aniqlaydi.

Chok metalli tarkibiga kiruvchi barcha elementlar uch guruxga kiritilishi mumkin.

Birinchi gurux-ishtirok etishi issiq yoriqqa qarshi mustaxkamlikni doim kamaytiruvchi elementlar. Bu elementlar doim zararli deb aytiladi. (S, P, Pb, C va boshqa).

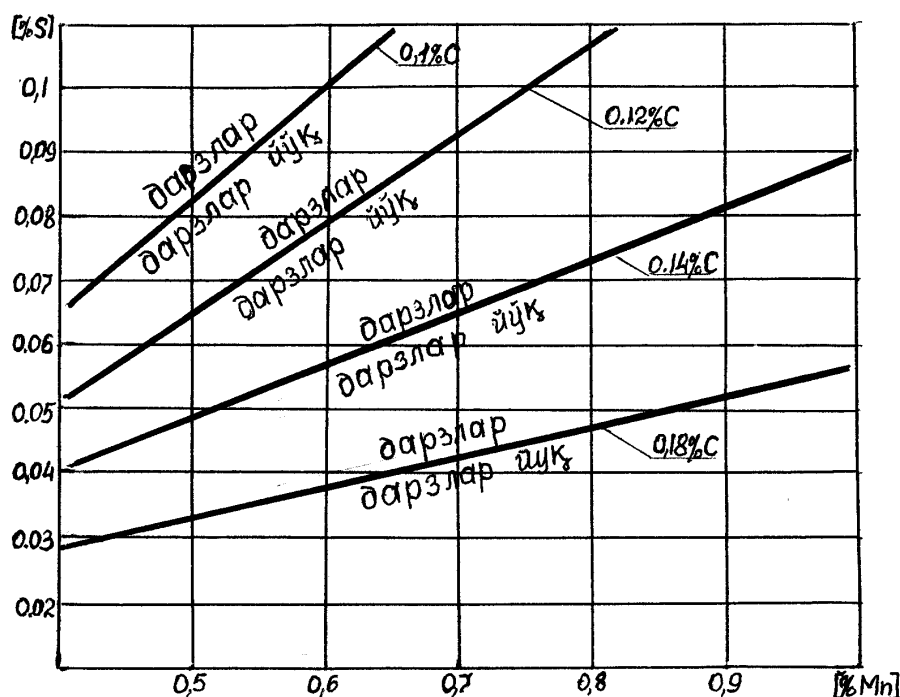
Ikkinchi gurux - mavjud bo'lishi mazkur elementlar bilan qo'shilishi natijasidagi ma'lum bir kontsentratsiyalarda ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi elementlar, ya'ni mustaxkamlik ortadi, boshqa kontsentratsiyalarda esa yoki boshqa elementlar bilan birgalikda salbiy ta'sir ko'rsatadi, ya'ni issiq yoriqlarga moyillik ortadi. (Mn, B, P)

Uchinchi gurux - mavjudligi issiq yoriqqa qarshi chok metallining mustaxkamligiga ta'sir ko'rsatmaydigan elementlar. (Sr, H va boshqa kam uglerodli po'latlarda).

Uglerod chok metallining xam tuzilmasini, xam xossalarini aniqlab beruvchi eng muxim element xisoblanadi. Uglerod chok metallining issiq yoriqqa qarshi mustaxkamligiga keskin salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Uglerodning salbiy ta'sir ko'rsatish mexanizmi hozircha aniq emas.

Uglerodning kritik miqdori, ya'ni miqdori bundan yuqori bo'lganda yoriqlar kuzatilishi bo'g'inining (uzel) konstruksiyasiga, dastlabki isitish mavjudligiga yoki bo'lmaganligiga, chok shakliga va chok metallida boshqa elementlar miqdoriga bog'liq.



34.2-rasm. S, Mn va S elementlarni issiq darzlar xosil bo'lishiga ta'siri.

CHok metallida uglerodning kritik miqdori, S (oltingugurt) va Mn ning (marganets) miqdori o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz. Erish shakli koeffitsienti to'rtga teng (D.A. Rabkin va I.I. Frumin)

Keltirilgan ma'lumotlar shundan dalolat beradiki, S miqdorining kamayishi uglerodning zararli ta'sirini kamaytirishga olib keladi. (uglerodning kritik miqdori ortadi).

Marganets ma'lum bir chegaralarda oltingugurtning zararli ta'sirini kamaytiradi.

Fe-C qotishmalarida S miqdorining orttirilishi bilan past erish temperaturasi bilan (988 °C) farq qiluvchi Fe-FeS evtektika xosil bo'ladi.

Marganets sulfidi (MnS) yuqori eritish temperaturasiga ega (1620 °C).

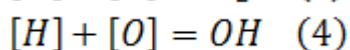
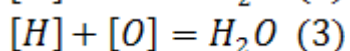
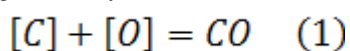
Nikel sulfidi NiS past eritish temperaturasiga ega (644 °C).

31 - MA'RUZA.

METALLARDA GAZLAR VA BO'SHLIQ (G'OVAK) LARNING PAYDO BO'LISH MEXANIZMI.

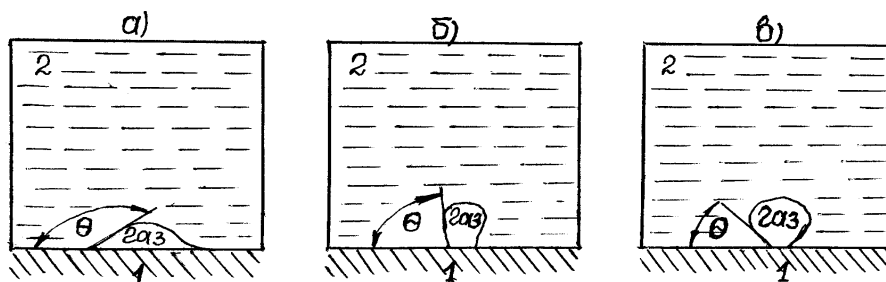
Erigan metall tomchisi va payvand vannalari metallning o'zida va gaz xamda shlak fazasi o'rtasida yuz beradigan kimyoviy reaksiyalar natijasida gazlar bilan kuchli to'yinishlari mumkin.

Yuqori temperaturalargacha qizitilgan suyuq metallda H₂, N₂ va O₂ ning eruvchanligi qattiq metallda erish temperaturasidagiga qaraganda ancha yuqori. Shuning uchun vannadagi metallning kristallanish davrida uning qotayotgan (qattiqlashayotgan) qismida gazlarning eruvchanligi ancha pasayishi bilan bog'liq jadal gaz chiqishi (ajratilishi) kuzatilishi mumkin. Dendritlararo bo'shliqlarda quyidagi reaksiyalar kechishi mumkin:



Gaz puffakchalarining vujudga kelishi va rivojlanishi suyuq metall bilan yaqin aloqada bo'lgan faqat qattiq fazaning sirtida (masalan, o'suvchi kirstallar) bo'lishi mumkin. Bu quyidagi muloxazalar bilan tasdiqlanadi: a) O₂, H₂ va C sirti aktiv elementlar xisoblanib, ular

fazalarning ajralish sirtida oson adsorbtsiyalanadi va bu erda katta miqdorda to'planadi; b) adsorbtsiya gaz pufagini xosil qilishga sarflanadigan ish miqdorini kamaytiradi.



35.1-rasm. Gaz puffakchalarining qattiq sirtida uning xo'llanishiga bog'liq xolda suyuqlikdan ajralib chiqadigan gaz puffakchalari shakli.

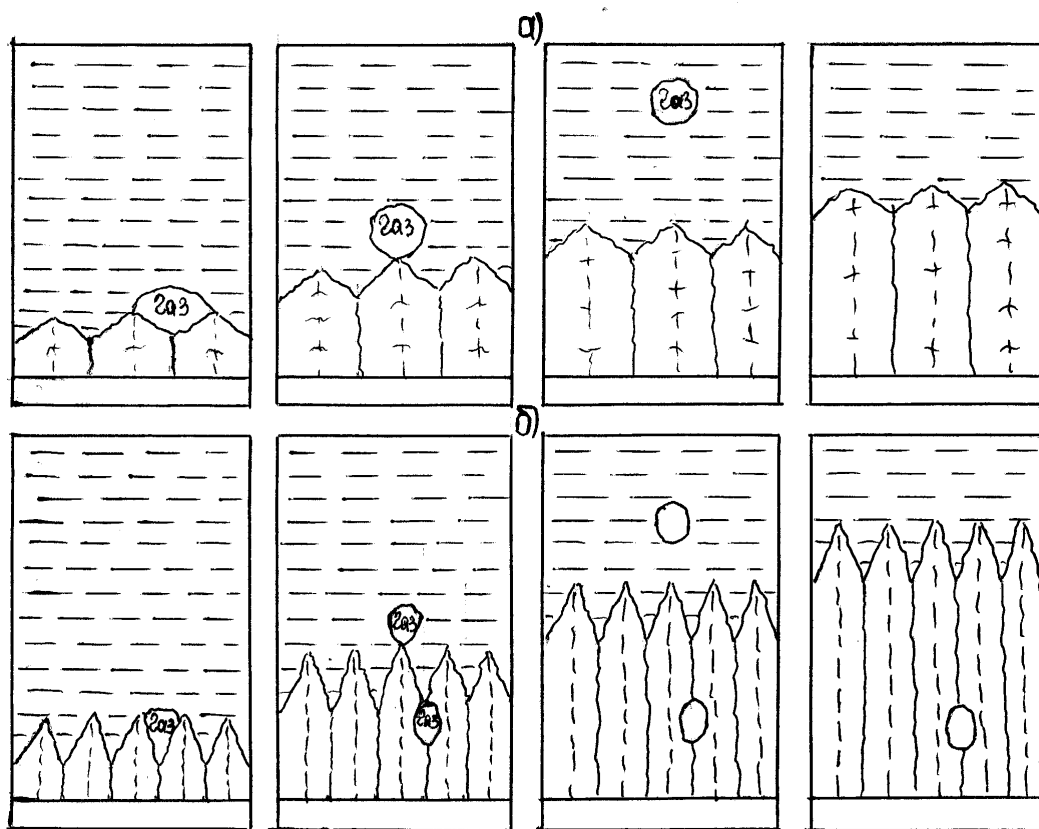
a - ho'llanmaydi; b - kam ho'llanadi; v - yaxshi xo'llanadi.

Qattiq sirtidagi suyuqlikdan ajralib chiqadigan gaz puffakchalarining shakli sirtning xo'llanishiga bog'liq. Bunda chet burchak Θ ning kattaligi fazalararo tarangliklar nisbati bilan, aynan esa $\cos\theta = \frac{G_{1\text{ faz}} - G_{12}}{G_{2\text{ faz}}}$ bilan aniqlanadi.

Θ - o'tmas burchak bo'lganda gaz 1 qattiq fazani 2 suyuqlikka nisbatan yaxshi xo'llashini ko'rish qiyin emas, gaz puffakchasi katta o'lchamgacha o'sishga ulguradi.

Aksincha, Θ chetki burchak o'tkir bo'lganda, agar 2 suyuq faza 1 qattiq fazani gazga nisbatan yaxshiroq xo'llaganda gaz puffakchasi oval shaklini egallaydi, katta o'lchamgacha o'sishga ulgurmaydi, uziladi va vanna sirtiga suzib chiqadi. Payvandlash vannasida o'suvchi kristallar sirti, odatda, suyuq metall bilan yaxshi xo'llanadi va birlamchi gaz puffakchalari asosan oval shakliga ega bo'ladi.

Biroq puffakchalarning qattiq fazadan to'liq ajralmaganida uning sirtida tayyor kurtaklar qoladi. Bunday manzara metallning kristallanish tezligi katta bo'lganda kuzatiladi. Bu xolda chokning g'ovakligini kutish tabiiydir. Bo'shliqlar metallda eriydigan gazlar (N_2 ; N_2) bilan xam va metallning o'zida vujudga keladigan erimaydigan gazlar (SO, ON) bilan xam vujudga keltirilishi mumkin.



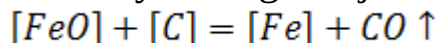
35.2-rasm. Payvand vannasi metalli kristallanishning turli tezliklarida puffakchalarning o‘shishi va uzilib chiqish sxemasi.

a - kristallanish tezligi kichik b – kristallanish tezligi kata

Chok metallida bo‘shliqlarning paydo bo‘lishiga metallning zang bilan ifloslanishi xam imkon beradi.

Zang mavjud bo‘lganda bo‘shliqlarning paydo bo‘lishiga gazlar tarkibining ta‘sir qilishi payvand vannasining oksidlanish darajasiga bog‘liq bo‘ladi.

Agar payvand vanna oksidlangan bo‘lsa, u xolda N_2 ning metallda eruvchanligi pasayadi. Bu xolda shlak-metall tizimida temir achitqisi (raskislitelʼ) miqdorini oshirish vannaning kristallanuvchi qismida uglerodning oksidlanish reaksiyasining rivojlanishiga imkon beradi:



Agar payvand payvand vanna yaxshilab achitilgan va metall zarur miqdordagi achitqiga ega bo‘lsa, u xolda vanna tomonidan N_2 ni faol yutish uchun sharoit yaratiladi.

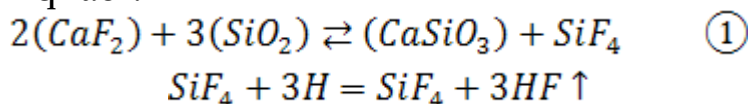
Bunday xolda chok metallida g‘ovaklarning vujudga kelishini asosan kristallanuvchi metall dan N_2 ning jadal ajralib chiqishi bilan izoxlash mumkin. Uglerod oksidi (CO) vujudga keltiradigan g‘ovaklikka qarshi kurashish uchun vannada metallning kristallanishi paytida uglerodning oksidlanishi reaksiyasini yo‘qotilishiga qodir bo‘lgan kislorod

tozalovchi (raskislitelʼ) elementining etarlicha miqdorini saqlab qolish zarur.

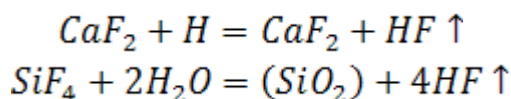
Vodorodli g'ovaklikning oldini olish uchun gaz fazasida metallda erimaydigan brikmalar H_2 ni yanada to'la bog'lanishini ta'minlash zarur.

Bu munosabat bilan ikkita reaksiya qiziqish uyg'otadi:

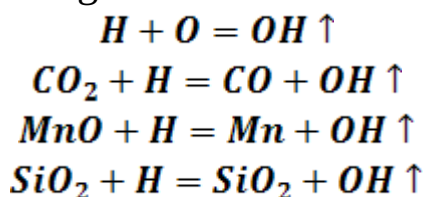
a) gaz fazasiga kirib kelayotgan fluor brikmalari atomar vodorod yoki suv bug'lari bilan o'zaro ta'sirlashadi va metallda erimaydigan fluorli vodorodni xosil qiladi.



yoki



b) yuqori temperaturali zonada yuqori temperaturalarga chidamli, metallda erimaydigan H_2 ning O_2 bilan birikmasi – OH gidroksilinning xosil bo'lishi. Gidroksilinning xosil bo'lishi bunday kechishi mumkin:



G'ovaklar bilan kurashning texnik usullari-payvandlashda qisqa yoyni qo'llanish (gaz fazasi bilan aloqada) chetlarni, simlarni tozalash, quruq elektrodnlarni, flyuslarni ishlatish oldidan yaxshilab (pechkada) quritish, vannani sekin sovitish.

Chok metallida shlakli kirishmalar

Shlakli krishmalar turli oksidlar va qisman sulfidlardan tashkil topadi. Ular asosan endogen kelib chiqishiga (tabiatiga) ega, ya'ni payvand vannasining o'zida paydo bo'ladi. Krishmalarning faqat uncha katta bo'lmagan qismigina ekzogen xususiyati bilan farq qiladi va metallda "adashib qolgan" shlakning zarrachasini ifodalaydi. shlakli krishmalar dendritlararo fazada (bo'shliqda) ustunli kristallar chegaralarida, shuningdek ularning ulanish joylarida joylashishi mumkin.

Shlakli krishmalarning tarkibi shlakning xususiyatiga bog'liq xolda turlicha bo'lishi mumkin.

35.1-jadval

Elektrod markasi	Shlak tarkibi					Shlakli kirishmalar	
	SiO	Mn	TiO	Fe	Ca	Krishm	Tarkibi, %

	2	O	2	O	O	a o'lcham i	SiO ₂	Mn O	Fe O	Al ₂ O ₃
УОНН-13/55	31,0	4,6	2,2	7,9	42	Yirik	27,2	28,2	28,2	7,1
ОММ-5	27,3	29	15,2	13	3,6	Yirik	23,3	32,1	14,0	-
						dispers	53,0	9,4	8,1	-

Bundan ko'rinadiki, shlakli kritmalar murakkab tarkibga ega va ko'pincha oksidlar yoki evtektiklar bilan aralashmada bo'lgan turli xil silikatlarni ifodalaydi.

Kislotali shlaklarni qo'llanib payvandlashda (kislotaliy) metallda xosil bo'ladigan krishmalar mayda dispersli xususiyatga ega va asosan silikatlardan tashkil topgan. Asosiy shlaklar silikatlari miqdori kam asosli bo'lgan yirik krishmalarni beradi.

Shlakning va metallning mazkur tarkibida metallidagi shlakli krishmalarning miqdori va kattaligi ikki muxim omilga bog'liq:

a) shlak zarrachalarining koagulyatsiyaga qobiliyatiga, ya'ni qo'shilish yo'li bilan yiriklashish qobiliyatiga;

b) suyuq metallda shlak zarrachalarining suzib chiqish tezligiga .

Shlak zarrachalarining koagulyatsiyaga qobiliyati, o'z navbatida metallning temperaturasiga, shlak zarrachasi-suyuq metall chegarasida sirt taranglikka, krishmalarning xam, metallning xam qovushqoqligiga va boshqalarga bog'liq, metallning temperaturasi va zarrachalarning sirt tarangligi qancha yuqori bo'lsa, va ularning qovushqoqligi qancha kichik bo'lsa, ularning koagulyatsiyasi shuncha oson kechadi. Yuqori qovushqoqlikka ega qiyin eruvchi krishmalar yomon koagulyatsiyalanadi va shuning uchun metallda dispers ko'rinishda taqsimlanadi (SiO₂, Al₂O₃).

Shlak zarrachalarining suzib chiqish tezligi ularning o'lchamiga, suyuq metallning qovushqoqligiga, zarracha va metallning solishtirma og'irligidagi farqqa va boshqalarga bog'liq. Bu tezlik Stoks formulasi yordamida taxminan aniqlanishi mumkin:

$$V = \frac{2r^2(\gamma_{\text{эри}} - \gamma_{\text{шл}})}{9\eta} g;$$

bu erda V - shlak zarrachasining suzib chiqish tezligi;

r - zarrachaning radiusi, sm;

η - suyuq metallning qovushqoqligi, din;

g - og'irlik kuchi tezlanishi (981 sm/sek²).

Bundan ko‘rinadiki, zarrachalarni sirtga suzib chiqish tezligi zarrachalar qanchalik yirik bo‘lsa, shuncha katta, u xarakat qilayotgan metallning zichligi va qovushqoqligi shuncha kichik. Shu nuqtai nazardan kuchsiz koagulyatsiyalanuvchi, kichik suzib chiqish tezligiga ega va payvand chok metallni ifloslantiruvchi mayda dispersli kirishmalar (SiO_2 , Al_2O_3) ning bo‘lishi maqsadga muvofiq emas.

Chok metallida qolgan nometall kirishmalar faqat o‘lchamlariga ko‘ra emas, balki shakliga ko‘ra xam turli xil bo‘lishi mumkin. Chok metalli xossalariga globulyar krishmalar kamroq ta’sir ko‘rsatadi, cho‘zilgan, o‘tkir qirrali krishmalar esa katta ta’sir ko‘rsatadi. Ular statistik yuklanish bilan sinovlar o‘tkazish natijalariga kamroq darajada ta’sir ko‘rsatadi, ammo bazida metallning zarbiy qovushqoqligini, shuningdek uning charchash chegarasini pasaytiradi.

32- MA’RUZA. **YUQORI LEGIRLANGAN PO‘LATLARNING** **PAYVANDLANUVCHANLIGI.**

Karbid xosil qiluvchi elementlar:

Mn, Cr, Mo, W, Nb, V, Zr, Ti → kuchli

Oddiy karbidlar: Fe_3C , Mn_2C , Cr_3C_2 , TiC , Cr_7C_3 , Mo_2C , NbC , ZrC ;

Karrali karbidlar: $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{C}$; $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$; $(\text{FeCr})_4\text{C}$;

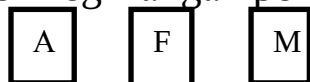
Uglerod miqdoriga bog‘liq xolda po‘latlar:

Kam uglerodli	O‘rta uglerodli	Yuqori uglerodli
0,25% gacha	0,45%gacha	0,75%gacha

Legirlangan po‘latlar uch guruxga ajratiladi:

Kam legirlangan	O‘rtacha legirlangan	Yuqori legirlangan
2% dan ortiq emas,	2% dan 5% gacha,	5%dan ortiq,
yig‘indisi 5% dan	5% dan 10% gacha	10% dan ortiq
ortiq emas		

Tuzilishiga ko‘ra yuqori legirlangan po‘latlar va boshqalar



Yuqori legirlangan deb, legirlovchi elementlardan birining miqdori kamida 5% ni, ularning yig‘indisi esa 10% dan ortiqni tashkil etadigan po‘latni aytiladi.

Ish sharoitlariga bog‘liq xolda yuqori legirlangan po‘latlar kislotaga chidamli (bardoshli), zanglamaydigan, metall to‘fonga chidamli va issiqbardosh po‘latlarga ajratiladi.

Zanglamaydigan po‘lat deb atmosfera korroziyasiga (asosan) qarshi bardoshlikka ega po‘latni aytiladi.

Kislotaga chidamli po‘lat deb po‘latning tez kimyoviy yoki elektrokimyoviy emirilishni vujudga keltiruvchi turli xil agressiv muxitlar ta’siri sharoitida zanglashga yuqori qarshilikka ega bo‘lgan po‘latni aytiladi.

Metall to‘fonga chidamli po‘lat konstruktsiyalarining yuqori temperaturalar sharoitida ishlashida metall to‘fon xosil bo‘lishiga qarshi mustaxkamlikka ega bo‘ladi.

Issiqbardosh po‘latlar-konstruktsiyalarning yuqori temperaturalar sharoitida ishlashida yuqori mustaxkamligini saqlaydi.

Po‘latga kislotaga chidamlilik va metall zakiga (okalinaga) qarshi mustaxkamlikni beruvchi asosiy legirlovchi kiritma kamida 12% miqdoridagi Cr xisoblanadi. Po‘latda Cr miqdorining oshirilishi po‘latning kislotaga chidamliligi va metall zakiga (okalinost) mustaxkamlikni oshiradi.

Xrom temir-uglerod qotishmasida austenitning mavjud bo‘lishi temperatura soxasini toraytiruvchi ferritizatorlar elementlari guruxiga kiradi: Si, Al, V, Mo, Ti, Nb xam ferritizatorlar guruxiga kiradi.

Yuqori xromli po‘latda uglerod miqdorining oshirilishi eng faol austenizator xisoblanadi, po‘latni fazaviy almashishlarga qobiliyatli qiladi va mos ravishda martensitga toblashga qodir qiladi.

Yuqori xromli po‘latga austenitning temperatura soxasini kengaytiruvchi katta miqdordagi austenizatorlarning kiritilishi (C, Ni, Mn, N) po‘latni barqaror austenitli tuzilmaviy xolatga o‘tkazish imkonini beradi. Bunday po‘latlar austenitli po‘lat deb ataladi.

Ferritizatorlar elementlari va austenizatorlar elementlari miqdorlari orasidagi ma’lum nisbatlarni tanlab olib, po‘latda ferrit fazasining turli foizli miqdoriga ega ikki fazali austenitli-ferritli po‘latlarni olish mumkin.

Po‘lat tegishli bo‘lgan tuzilmaviy guruxni taxminiy aniqlash uchun Shefflarning tuzilmaviy diagrammasidan foydalangan qulay. Bu diagrammada gorizontal ordinata bo‘yicha Cr ning ekvivalent miqdori qo‘yilgan bo‘lib, u mazkur po‘latda ferritizatsiyalovchi elementlarning barcha yig’indisi singari ferritizatsiyalovchi ta’sirni vujudga keltirgan bo‘lar edi.

Vertikal ordinata bo‘yicha mos xolda Ni ning ekvivalent miqdori kiritilgan. Turli xil tuzilmaviy soxalar quyidagicha belgilangan: A - austenit; F - ferrit; M - martensit.

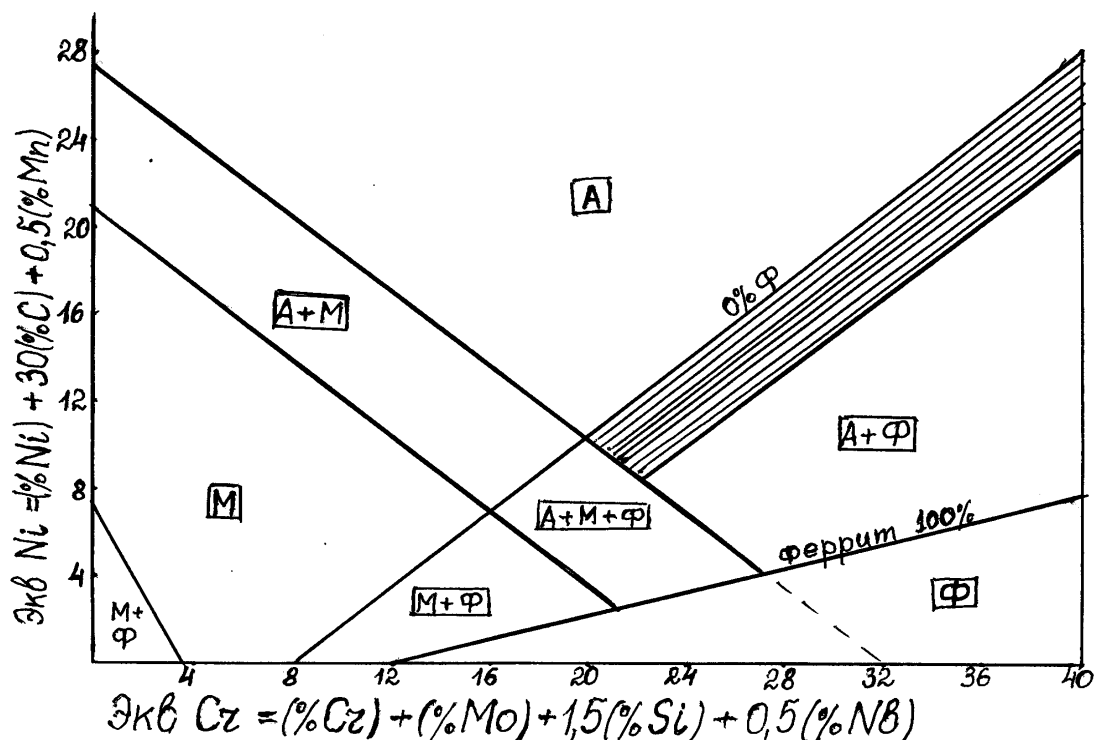
$$\text{Ekv Cr}=(\% \text{Cr})+(\% \text{Mo})+1,5(\% \text{Si})+0,5(\% \text{Nb})$$

$$\text{Ekv Ni}=(\% \text{Ni})+30(\% \text{C})+0,5(\% \text{Mn})$$

M-uglerodning α -temirdagi o'ta to'yingan uglerodning qattiq eritmasini ifodalaydi.

A- γ -Fe ga joriy qilingan uglerodning qattiq eritmasi.

F- α -Fe ga joriy qilingan uglerodning qattiq eritmasi.



36.1-rasm. Yuqori legirlangan po'lat tuzilmasining uning tarkibiga bog'liq xoldagi diagrammasi.

Diagramma payvand choklari tuzilmasini aniqlash uchun tuzilgan, ammo undan chok atrofidagi zonada payvandlashning termik ta'siri ostiga qo'yilgan payvandlanuvchi po'latning tuzilishini aniqlash uchun xam foydalanish mumkin.

Misol. X23H18 markali po'latning chok atrofi xududida erish chizig'i yaqinidagi tuzilishini aniqlang. Po'latning o'rtacha tarkibi:

uglerod - 0,15%

kremniy - 0,5%

marganets - 1,5%

xrom - 23%

nikel - 18%

$$\text{Ekv Cr}=23+1,5(\% \text{Si})=23+1,5 \cdot 0,5=23,75\%$$

$$\text{Ekv Ni}=18+30(\% \text{C})+0,5(\% \text{Mn})=18+30 \cdot 0,15+0,5 \cdot 1,5=23,25\%$$

Tuzilmaviy diagramma bo'yicha bu po'lat sof austenitli po'latlar soxasida yotadi.

Misol. Ko‘pincha 1X18H10 po‘lat uchraydi.

$C=0,12$ (max)

$Cr=18$ $Ek_v Cr=18+1,5(\%Si)=18+1,5*0,8=19,2\%$

$Ni=10$ $Ek_v Ni=10+30(\%C)+0,5(1,5)=14\%$

$Si=0,8$

$Mn=1,5$

1X18H10 - austenit, ferrit fazaga yaqin yotadi. Turli tarkib va tuzilmaga ega yuqori legirlangan po‘latlar turli xossalarga ega.

Ferrit po‘latlar yuqori darajada kislotaga bardosh berish va metall quyundiligiga bardosh berish qobiliyatiga ega. Nisbatan past oquvchanlik chegarasiga va mustaxkamlik chegarasiga ega.

Ferrit-martensit va martensitli po‘latlar ferrit po‘latlarga nisbatan kislotaga bardoshligi va metall quyundiligiga bardoshligi past xolda, mustaxkamligi yuqori.

Austenitli po‘latlar kislotaga bardoshligi va metall quyundiligiga bardoshligi yuqori bo‘lganda juda yuqori mustaxkamlikka va qovushqoqlikka ega bo‘ladi.

Mustaxkamlik tavsiflari metallni qo‘shimcha legirlash bilan va ikki fazali qotishmalarni yaratish bilan (austenit+ferrit) oshiriladi

33- MA’RUZA.

FERRITLI YUQORI XROMLI PO‘LATLARNI PAYVANDLASH.

Ferrit sinfidagi po‘latlarga 17% dan ortiq Cr va 0,15% gacha uglerod bo‘lgan yuqori xromli po‘latlar kiradi (biroq xromli po‘latlarda bir fazali ferrit tuzilma Cr va C ning boshqa nisbatlarida xam olinishi mumkin).

Yuqorixromli ferrit po‘latlar (X17, X25, X28 va boshqalar) qimmatli xossalar majmuiga ega-turli xil agressiv muxitlarda yuqori korroziyaga bardoshli, 1000-1100 °C gacha bo‘lgan temperaturalarda issiqlikka bardosh va kislotaga bardoshlik.

Xozirgi vaqtda nikelni tejash zarurligi bilan xromli po‘latlar ancha keng qo‘llaniladi.

Ferrit sinfidagi po‘latlar bir fazali bo‘lib, toblanmaydigan po‘latlar turiga kiradi, chunki ular isitilganda va sovutilganda tuzilmaviy almashtirishlarga moyil emas.

Ularni payvandlash quyidagi kabi qiyinchiliklar bilan kechadi:

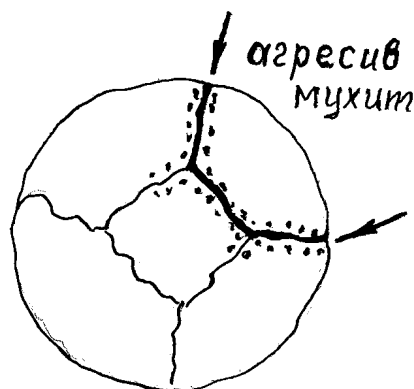
1) metallning donalarni o‘rishga yuqori darajada moyilligi, uning oqibatlarini termik ishlov berish bilan bartaraf etib bo‘lmaydi.

- 2) metallning mo'rtlikka moyilligi.
- 3) kristallararo korroziya bo'lishi mumkinligi.

Metallning kuyundiligini bardoshligini oshirish uchun qotishmaga kremniy, alyuminiy qo'shiladi (X25C3H, X25YV5). Ferrit po'latlarda zararli kirishma S xisoblanadi, u Cr bilan kimyoviy birikmani-xrom karbidni xosil qiladi (oddiy karbidlar Cr_3C_2 , Cr_7C_3).

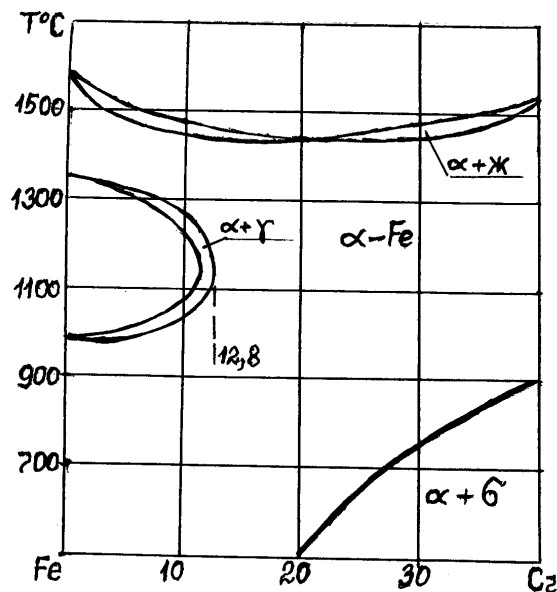
Po'latni payvand choki metallni yuqori temperaturalardan 1000 °C-1100 °C da xatto juda tez sovitilganda xam po'lat tanalari chegaralari bo'yicha xrom karbidi tushadi (xosil bo'ladi). Xrom karbidlarining tushishi donalar chegaralari xromini kamaytiradi, va ularni zanglashga bardoshligini kamaytiradi. Agressiv muxit ta'sirida po'latning emirilish donalar chegaralari bo'yicha yuz beradi.

Korroziyaning bunday turi kristallitlararo korroziya deyiladi. Korroziyaning bu turi eng xavflidir, chunki emirilish metall ichiga tez singib o'tadi.



37.1-rasm. Kristallararo korroziya hosil bo'lishi mexanizmi

Po'latni 600-800 °C oraliqdagi yuqori temperaturadan sovitilganda (payvand chokii metalli) temir-xrom qattiq eritmadan temir-xrom kimyoviy birikmasi ajraladi, u σ - faza deb ataladi. Sigma faza qattiq va mo'rtlik tashkil etuvchi xisoblanadi va shuning uchun metallga yuqori mo'rtlikni beradi. Mo'rtlik darajasi metall tuzilmasida σ - fazaning taqsimlanish xususiyatiga bog'liq. σ fazaning donalar chegaralari bo'yicha ajralishi eng xavflisidir.



37.2-rasm. Temir-xrom qotishma diagrammasi.

Metallning moʻrtlanishga moyilligi (2 band)

Chok metallini va chok atrofi xududini uzoq vaqt isitish yuqori temperaturalargacha isitishi metallning elastikligini ancha yoʻqotishiga olib kelishi mumkin. Bu xodisa metallni moʻrtlashtirish deb ataladi. Ferrit sinfidagi poʻlatlarni payvandlashda metallni moʻrtlashtirishning ikki asosiy turi maʼlum:

1. Issiqlik bilan moʻrtlashtirish (yoki 475 °C - moʻrtlik); metallni 350 ° - 500 °C temperaturalar oraligʻida isitishda paydo boʻladi. Cr, V, Si, Nb kabi elementlar moʻrtlashishga imkon beradi; Ti, Al kabi elementlar esa kamroq darajada moʻrtlashishga imkon beradi. Xozircha bu xodisaning tabiati aniqlanmagan va issiqlik moʻrtlashishni yoʻqqa chiqaruvchi elementlar topilmagan. Biroq issiqlik moʻrtlikning sababi - fazaning tushishi faraz qilinmoqda.

2. Metall elastikligining pasayishi xrom karbidlarining tushishi oqibatida boʻlishi mumkin. Donalar chegaralari boʻyicha tushgan xromning karbidlari metallda paydo boʻlayotgan kuchlanishlarga qarshi tura olmaydi, uning natijasida metall moʻrtlashadi.

Metall donining oʻsishga moyilligi.

Ferrit poʻlatlar ferrit donalarining ancha yiriklashishini yuzaga keltiruvchi isitishga juda sezgirdir. Bunday xolatlarda fazoviy va tuzilmaviy oʻzgarishlarning boʻlmasligi sovitish jarayonida donning keyingi maydalanishga qarshilik qiladi.

Shuning uchun metallning mustaxkamligi, plastikligi va kislotaga bardoshligi pasayadi, sovuq xolatda esa sinuvchanlik (moʻrtlik) paydo boʻladi.

Ferrit donalarining oʻsishini oldini olish uchun poʻlatning oʻta qizishini istisno qiluvchi payvandlash rejimini belgilash kerak. SHu nuqtai nazardan kichik pogon energiyaga ega va payvandlashning maxsus texnologik usullariga ega rejimlar foydalidir qisqa uchastkalarda, kichik kesimli valiklar bilan, uzilishlar bilan payvandlash.

Donalari etarlicha maydalangan erigan metall olish uchun Ti, Zr, V elementlar - modifikatorlarini oʻz ichiga olgan payvandlash materiallarini qoʻllanish maqsadga muvofiq .

Poʻlat donalarining xaddan ortiq oʻsishining oldini olish uchun, shuningdek σ - fazaning tushib qolishining oldini olish uchun payvandlashni kichik pogon energiyalarda, yaʼni kichik kesimli valiklar bilan olib borish zarur.

Kristallitlararo korroziya vujudga kelishi mumkin boʻlgan sharoitlarda ishlovchi konstruktsiyalar uchun uning vujudga kelishini oldini olish ikki usul bilan amalga oshiriladi:

1. Metallga uglerodni titan karbidlariga (TiC) yoki (mos X25T markali poʻlatga) bogʻlaydigan kuchli karbid-tashkil etuvchilar (Ti, Nb, V) ni kiritishi bilan.

2. Payvandlashdan keyin 900 °C da poʻlat kuydiriladi, (kuydirilib yumshatiladi), donalardagi va poʻlat donalari chegaralaridagi xrom miqdori tenglashtiriladi.

350 - 550 °C da ishlaydigan konstruktsiyalar uchun 475 °C gradusli moʻrtlik 600 °C da payvandlashdan keyin boʻshatilib bartaraf etiladi.

Ferrit poʻlatlarni payvandlash ЭФ-25 va ЭФ-30 turdagi elektrodlar Bilan ferritli poʻlatdan qilingan sterjenlarda amalga oshiriladi.

34 - MA'RUZA.

AUSTENITLI XROM-NIKELLI PO'LATLARNI PAYVANDLASH JARAYONI.

Austenitli po'latlarda 0,14% gacha uglerod miqdori bo'lganda 15 dan 25% Cr va 8 dan 35% gacha Ni bo'ladi. Xrom nikelli po'latlarning ikki guruxi farqlanadi.

a) 18-8 turdagi po'latlar (1X18H10T, X18H11B, X18H12M2T)

b) 25-20 turdagi po'latlar (X25H20C2, X23H18, X23H13)

18-8 turdagi po'latlar zanglamaydigan va oksidlanishga bardoshli bo'lib, o'z xossalarini 700-750 °C temperaturada saqlab qoladi.

25-20 turdagi po'latlar metall kuyundiligiga bardoshli va issiqqa chidamli xamda gaz muxiti sharoitida 1100 – 1150 °C gacha temperaturada ishlashi mumkin.

Austenitli po'latlarning payvandlanuvchanligini baxolashda avvalo shuni nazarda tutish kerakki, ular fazaviy o'zgarishlar ta'siriga berilgan emas, shuning uchun payvandlashda termik ta'sir qilish zonasida tarkibiy o'zgarishlarning paydo bo'lishi bilan bog'liq qiyinchiliklar bo'lmaydi va sovuq darzlarning paydo bo'lish xavfi pasayadi.

Bu po'latlarni payvandlashni qiyinlantiruvchi asosiy omillar quyidagilardir:

1. Chok metallining kristallik issiq darzlar vujudga kelishiga qarshiligining pastligi;

2. Metallning korrozion mustaxkamligini yo'qotish extimoli;

3. Foydalanish vaqtida payvand birikma metallining mo'rtligini kuchayishi (ko'payishi).

4. Eritilgan metallda g'ovaklarning vujudga kelishi.

Issiq darzlarga moilligi.

Austenitli tuzilmaga ega metallning darzlar paydo bo'lishiga yuqori darajada moyilligi quyidagi sabab bilan izoxlanadi:

a) austenitli metallning issiqlik fizik xususiyatlari bilan;

b) chok metallining traskristallitli tuzilishi bilan;

v) ustunli kristallitlarning chegaralarida joylashgan, oson eruvchan tashkil etuvchilarning mavjudligi bilan;

g) poligonizatsiya xodisasi bilan.

Austenitli po'latlarning issiqlik fizik xossa issiq darzlarning paydo bo'lishiga imkon beradi. Masalan, issiqlik o'tqazuvchanlikning pasayishi va xromnikelli po'latlarning issiqlikdan kengayish

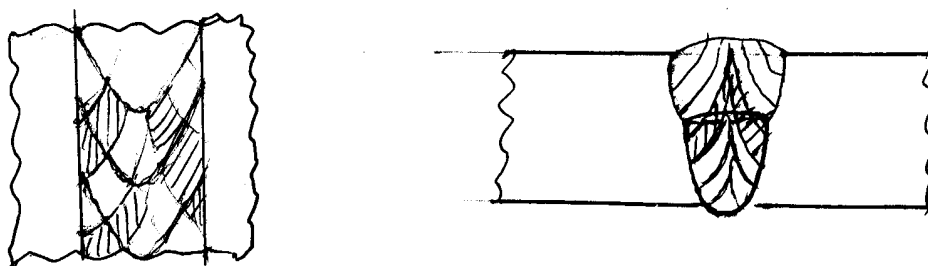
koeffitsientining yuqoriligi, chok metallida uning kristallanishida ta'sir qiluvchi kuchlanishlarni oshiradi va ularning nixoyatda notekis taqsimlanishiga imkon beradi.

Masalan, austenitli po'latlar va past uglerodli po'latlarning taqqoslama ma'lumotlari.

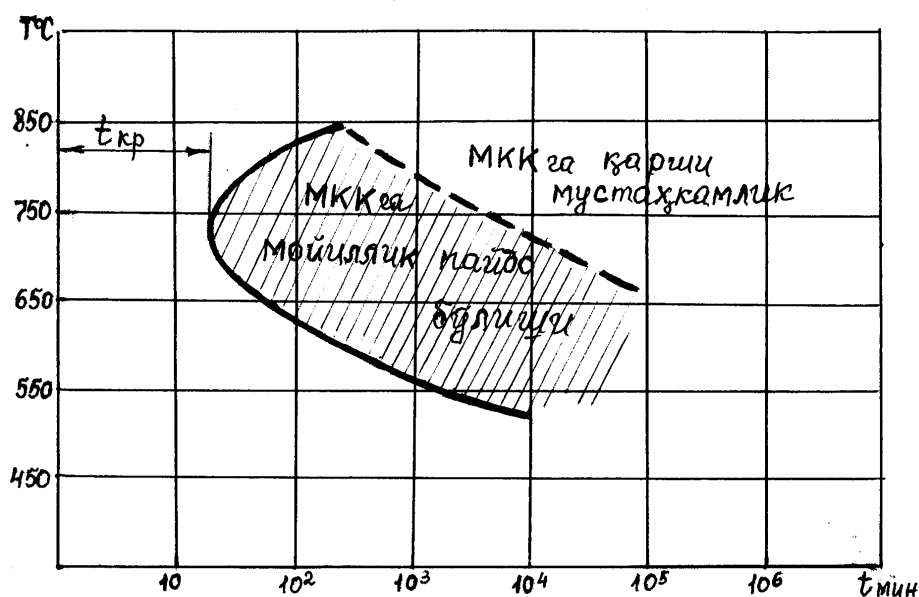
38.1-jadval

Po'latlarning xossalari	St 3	18-8	25-20
Erish temperaturasi, °S	1535	1400-1430	1390-1410
Issiqlik o'tkazuvchanlik kal/sm*sek °C λ	0,096	0,039	0,03÷0,04
Chiziqli kengayish koef-ti $\lambda \cdot 10^6$			
Pri nagreve ot 0° do 100°S pri nagreve ot 0° do 500°S	12	17,3 18,5	15,0 18,0

b) Birlamchi tuzilmaning transkristallik dag'al dendritli tuzilishi qotib qolgan metallda tuzilmaviy almashishlarning mavjud emasligi bilan bog'liq; shuning uchun chokdagi qatlamlar soniga bog'liq bo'lmagan xolda xar bir keyingi qatlam kristallari avvalgi qatlam kristallarining davomi xisoblanadi.



38.1-rasm. Issiq darzlarga moyil bo'lgan yirik dendridli struktura.



38.2-rasm. Qizdirish davomiyligini MKK moyillik paydo bo'lishi sxemasi.

TIX da (mo'rtlik temperatura intervali) transkristallit tuzilishidarlarga moyillikning ortishi.

v) Kristallar chegarasida joylashadigan oson eruvchi evtektik tashkil etuvchi evtektik xususiyatga ega kristallitlararo qatlamlar nomini oldi. Ularning qotish temperaturasi, odatda metallning qotish temperaturasidan past. Masalan, $\text{Ni}_3\text{S}_2 + \text{Ni}$ turdagi oson eruvchan sulfid evtektikalar erish temperaturasi 600°S atrofida, Ni-Nb tizimida niobiy tashkil etuvchi oson eruvchan evtektikalar taxminan 1270°C erish temperaturasiga ega. NiS asosida erish temperaturasi 644°C bo'lgan oson eruvchan evtektikalar xosil bo'lishi mumkin.

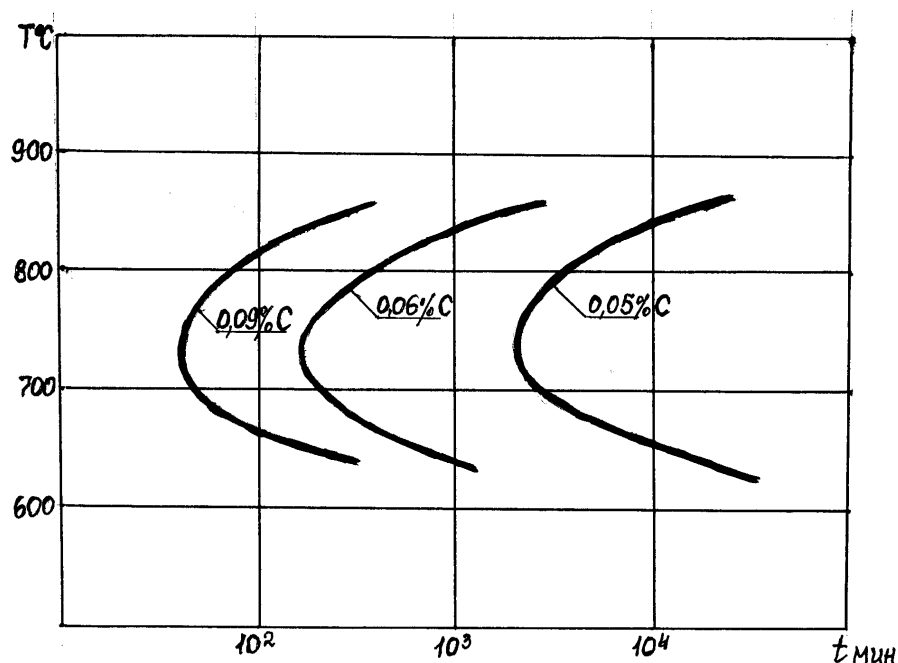
Korrozion mustaxkamlik. Kristallararo korroziya austenitli po'latlarni payvandlashda xam kuzatiladi. Ferrit po'latdan farqli ravishda austenitli po'latlarda po'latni yuqori temperaturalardan sovitishda emas, balki po'latni takroriy isitishlarda xrom karbidlari tushib qoladi. Bunday isitish payvandlanayotgan po'latda chok atrofidagi xudda va keyingi qo'yilgan valiklardan unga issiqlik ta'sir qilganda yuz beradi.

Eritmadan xrom karbidlarining tushib qolishi yuz beradigan $500 - 800^\circ\text{C}$ xavfli temperaturalar oralig'i.

Austenitli po'lat odatda taxminan $1050 - 1100^\circ\text{C}$ temperaturalardan tez sovitish austenizatsiyalashdan so'ng eng yaxshi xossalarni egallaydi. Metallga bunday ishlov berilgandan so'ng uy temperaturasi uchun juda yuqori bo'lgan uglerod miqdorini eritgan austenitning xolati qayd etiladi.

Bu metallning ma'lum bir temperaturalar soxasida keyingi isitilishi asosan chegara yaqinida tushib qoluvchi karbid xosil bo'lishiga imkon beradi. Bu joyda eritma faqat ugleroddan kambag'allashmaydi, balki xromni xam yo'qotadi. Chegaralarda kambag'allashgan va don markazida me'yorida bo'lgan karbidlar, eritma tarkibining bir jinsli emasligi korrozion muxit ta'sir qilgan xolda dona chegaralari bo'ylab metall sirtidan ichkarisigacha korroziyaning rivojlanishiga imkon beradi.

Turli temperaturalardagi metallga ta'sir qilish davomiyligi natijasida bunday MKK moyillik paydo bo'lishining sxematik bog'lanishni quyidagi sxemada ko'rsatamiz:



38.3-rasm. Metalldagi uglerod miqdorining kristallararo korroziyaga va isitish davomiyligiga ta'siri.

Donalar markazi va metall chegaralari yaqinida eritmaning diffuzion tekislanishi natijasida yuqori temperaturalarning ancha uzoq muddatni ta'sirida MKK ga qarshi mustaxkam bo'lib qoladi.

Metall MKK ga sezgirlikni t_{kr} egallaguncha zarur bo'ladigan tutib turish kattaligiga uglerod miqdori katta ta'sir ko'rsatadi. t_{kr} qiymat o'zgaradi. SHuning uchun MKK ga qarshi kurash vositalaridan biri xromnikelli po'latlarda uglerod miqdorining kamayishi xisoblanadi.

Metallga Cr dan kuchli, masalan Ti, Nb kiritilsa kuchli karbid xosil qiluvchilarni kiritish xisobiga xam t_{kr} ni oshirish mumkin. Bu xolda austenit chegaralarida xrom bilan kambag'allashtirish kuzatilmaydi, chunki titan yoki niobiyning asosan karbidlari xosil bo'ladi.

3. Mo'rtlanish. 25-20 turdagi po'latlarning austenitli choklarida metallni 650 – 900 °C temperaturalar chegarasida uzoq vaqt isitishda sigmatizatsiya yuzaga keladi.

Sigmatizatsiyani V, Cr, Mn, W, Mo, Ni, Si, Nb, Cu tezlashtiradi. Uglerod bu jarayonga to'sqinlik qiladi. σ - faza tarkibi juda murakkab, xususan 25-20 turdagi po'latda xosil bo'ladigan σ - faza 1000 soat davomida isitilgandan so'ng 51,8% Cr; 3% Ni; 1,1% Si; 0,61% Mn; 44,62% Fe ni Fe: Cr ning 0,86 ga teng nisbatida olingan.

Shu bilan birga po'latdagi Cr miqdori 25% ni, Ni miqdori esa 18% ni tashkil etgan edi.

Chok metallini mo'rtlanishining ikkinchi turi 475 °C mo'rtlanish, xam uzoq vaqt isitish bilan bog'liq, ammo 325 – 525 °C temperaturalar orlig'ida va ayniqsa taxminan 475 °C temperaturada. Bu mo'rtlik xuddi sigmatizatsiya kabi yo'l bilan bartaraf etilishi mumkin, ya'ni 1000 – 1150 °C gacha isitib keyin tez sovitish bilan bartaraf etilishi mumkin.

G'ovaklar. Austenitli po'latlarni payvandlashda g'ovaklarning paydo bo'lishining asosiy sababi N₂ ning ishtirok etishi xisoblanib, bu uning austenitda yuqori darajada eruvchanligi va austenitda diffuziyaning uncha katta bo'lmagan tezlikda kechishi bilan bog'liq.

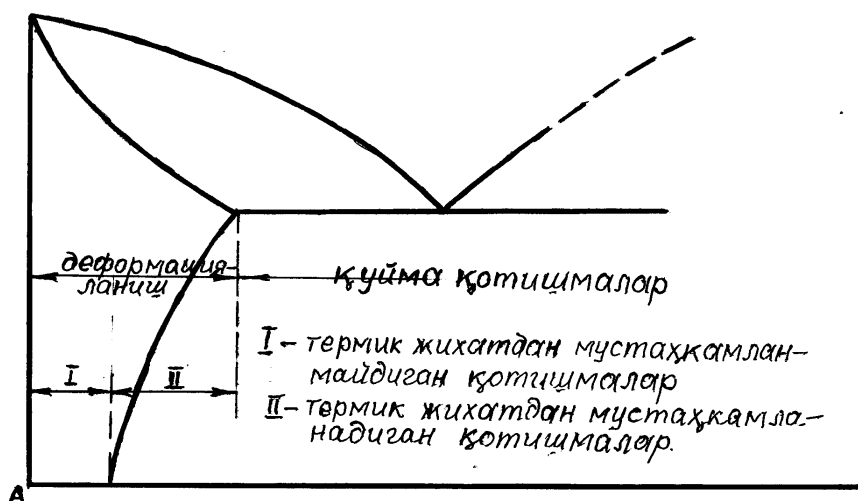
35 - MA'RUZA.

ALYUMINIY VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH METALLURGIYASI VA TEXNOLOGIYASI.

Alyuminiy qotishmalarining tavsifi.

Kichik og'irligi, nisbatan yuqori mustaxkamligi, yaxshi ishlov beruvchanligi va oson deformatsiyalanish qobiliyatiga ega bo'lish bilan farqlanuvchi Al va uning qotishmalari mashinasozlik, aviasozlik va kemasozlik, kimyoviy apparatura ishlab chiqarish, qurilish, temir yo'l transporti va boshq.

Alyuminiy qotishmalari ikki guruxga ajratiladi: deformatsiyalanish qotishmalar, quyma qotishmalar.



39.1-rasm. Evtektika tipi diagrammasi.

Bu qotishmalarni ajratuvchi nazariy chegara elementlarning qattiq eritmadagi eruvchanlik chegarasi hisoblanadi.

Deformatsiyaga moyil qotishmalar legirlangan elementlarning eruvchanlik chegarasidan kichik konsentratsiyaga ega va isitilganda bir fazali xolatga o'tqazilishi mumkin bo'lib, bunda ularning yuqori deformatsion qobiliyati ta'minlanadi.

Quyma qotishmalar erituvchanlikning chegaralari tashqarisida yotadi va tuzilmasida evtektikaga ega. Oxirgisining mavjud bo'lishi qotishmalarga yaxshi quyma xossalarini (suyuq oquvchanlik, shaklini egallash xususiyati) lekin ularning deformatsiyaga bo'lgan qobiliyatini yomonlashtiradi.

Alyuminiy qotishmalarining tarkibiga kiruvchi ko'pchilik elementlar temperaturaning o'zgarishi bilan o'zgaruvchi cheklangan eruvchanlikka ega bo'ladi. Bu qotishmalarga termik ishlov bilan mustaxkamlanish qobiliyatini beradi.

Termik ishlov berishda legirlovchi elementlari konsentratsiyasi xona temperaturasida eruvchanlik chegarasidan yuqori legirlovchi elementlar konsentratsiyasiga ega barcha qotishmalar ega bo'lishi kerak.

Shu munosabat bilan qotishmalar termik jixatdan mustaxkamlanadigan qotishmalarga - legirlovchi elementlari xona temperaturasida eruvchanlik chegarasidan past bo'lgan konsentratsiyaga ega qattiq eritmalar, va termik jixatdan mustaxkamlanadigan qotishmalar bo'lib, legirlovchi elementlari konsentratsiyasi bu chegaradan yuqori.

Termik mustaxkamlanmaydigan qotishmalar - AM_ц, AM_г, AMr₃, AMr_{5B}, AMr₆ va boshqalar

Termik mustaxkamlanadigan qotishmalar - Д19, Д20, БАД23, В92А.

Quyma qotishmalar payvand konstruktsiyalarda juda kam qo'llaniladi.

Deformatsiyaga moyil payvand konstruktsiyalarida ishlatiladigan qotishmalarning kimyoviy tarkibi (39.1-jadval).

39.1- jadval

Mar ka	Cu	Mg	Mn	Zn	Fe	Si	Li	Ti	Cr	Zr	Be	V
AM ts	0,1	0,2	1,0- 1,6	0,1	0,7	0,6	-	0,2	-	-	-	-
AM g2	0,1	1,8- 2,6	0,2 ÷0, 6	0,2	0,4	0,4	-	0,1	0,0 5	-	-	-
AM g6	0,1	5,8- 6,8	0,5 ÷0,	0,2	0,4	0,4	-	0,0 2÷	-	-	0,0 002	-

			8					0,1			0,0 05	
AD -31	0,1	0,4- 0,9	0,1	0,2	0,5	0,3 ÷0, 7	-	0,1 5	-	-	-	-
120 1	6,3	-	0,3	-	-	-	-	0,0 6	-	0,1 7	-	0,1
142 0	-	5÷6	-	-	-	-	1,9 ÷2, 3	-	-	0,1 5	-	-

Alyuminiyni payvandlash metallurgiyasi (alyuminiyning kislorod va azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi)

Alyuminiy kislorod bilan kuchli o‘zaro ta’sirlashish qobiliyatiga ega. Normal temperaturada plyonka (parda)ning chegaraviy qalinligiga erishilgandan so‘ng alyuminiyning oksidlanishi amaliy jixatdan to‘xtaydi.

Alyuminiyni atmosfera xavosi temperaturasi 20 °C bo‘lganda pardaning chegaraviy qalinligi 7-14 kundan keyin o‘rnatiladi va 50÷100 Å ga (angstrem) etadi.

Alyuminiyning oksidli pardasini muxim xarakteristikasi uning gazlarni, ayniqsa suv bug‘ini adsorbtsiyalash qobiliyatidir. Suv bug‘i oksidli parda bilan metallning erish temperaturasigacha tutilib turadi.

Katta mexanik mustaxkamlikka ega bo‘lgan (2kgs/mm²) alyuminiyning oksidli pardasi alyuminiyga qaraganda katta zichlikka ega bo‘lib (2,85÷3,95) metall sirtida sirt taranglik kuchlari bilan oson tutib turiladi.

Alyuminiyda legirlovchi qo‘shimchalar mavjud bo‘lganda oksidli parda tarkibi o‘zgarishi mumkin.

kremniy yoki magniyni o‘z ichiga olgan oksidli qorishmalar pardasi tarkibida mos ravishda sillimanit (Al₂O₃*SiO₂) va magnezial shpinelning mavjud bo‘lishi (MgO*Al₂O₃) ko‘rinadi.

Alyuminiy qotishmalarida ishqorli va ishqorli er elementlarining mavjud bo‘lishida oksidli parda ularning oksidlari bilan boyiydi.

Shunga o‘xshash murakkab oksidli parda ancha g‘ovak, gigroskopik va metallni gazlar diffuziyasidan yomonroq ximoya qiladi.

Alyuminiy va uning qotishmalari sirtida oksidli plyonkaning mavjud bo‘lishi payvandlash jarayonini qiyinlashtiradi. Yuqori erish temperaturasiga ega bo‘lgan (2050 °C) oksidli parda payvandlash jarayonida eriydi va metallni umumiy vannaning xosil bo‘lishini

qiyinlashtiruvchi mustaxkam qobiq bilan qoplaydi. payvandlashda pardani buzish va yo‘q qilish uchun xamda metallni takroriy oksidlanishdan ximoyalash uchun choralar ko‘rilishi kerak.

Al_2O_3 ni mustaxkam birikmaga bog‘lashning imkoni bo‘lmaydi. SHuning uchun alyuminiy payvandlash uchun flyuslarning ta’siri eritilgan bilan disperslangan oksidli pardani eritish va yuvish jarayonlariga asoslangan.

Flyuslar asosini, odatda xlorli tuzlar, ishqorli va ishqorli er elementlarining oson eruvchan aralashmalari tashkil etadi, ularga ancha ko‘p bo‘lmagan miqdorda flyuslarning ta’sirini faollashtiruvchi ftorli birikmalar qo‘shiladi.

Avval flyuslarning ta’siri flyuslar tarkibida mavjud bo‘lgan ftoridlar bilan oksidli pardani eritishga asoslanadi deb nazarda tutilar edi. Biroq Al_2O_3 ning ftorlar bilan eruvchanligini taqqoslash bu izoxning extimoli kam deb tan olishga imkon beradi, chunki Al_2O_3 ning ftoridlarda eruvchanligi uncha katta emas va ularning flyuslardagi miqdori etarlicha emas, masalan, sof eritilgan xlorli Na va K tuzlarida alyuminiy oksidi (Al_2O_3) deyarli erimaydi.

Flyus tarkibiga kriolit (K_3AlF_6) kiritilganda Al_2O_3 ning eruvchanligi uning flyusdagi kontsentratsiyasiga proporsional ravishda ortadi. Biroq 900 °C temperaturada flyusda 10% kriolit miqdori bo‘lganda Al_2O_3 ning eruvchanligi 0,15% dan ortiq bo‘lmaydi.

Flyus ta’sirining quyidagi mexanizmi ancha extimollidir. Metallni isitish jarayonida metall va pardaning issiqlik kengayishining turli xil koefitsientlari tufayli pardada juda mayda yoriqlar paydo bo‘ladi. Yoriqlarga xloridlarni o‘z ichiga olgan eritilgan flyus oqib kiradi. Alyuminiy va flyusning o‘zaro ta’siri natijasida AlCl_3 - brikmasi vujudga keladi alyuminiy xloridi 183 °C temperaturada xaydaladi va payvandlashda bug‘ning juda yuqori elastikligiga ega bo‘ladi. Suyuq metall bilan qo‘shilish joyida xosil bo‘lgan AlCl_3 bug‘lari uning sirtidan parda zarrachalarini uzib oladi. Bu zarrachalarni xarakatdagi flyuslar olib ketadi va qisman unda eriydi.

Flyuslarda mavjud ftoridlarning faolligini oshirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini shu bilan izoxlash mumkinki, ftoridlar Al_2O_3 ni eritib, pardada xosil bo‘ladigan yoriqlarning chegaralarini emirib yuboradi va parda ostidagi suyuq metallga flyuslarning kirishini engillashtirib, uning emirilishi va yo‘qotilishi jarayonini faollashtiradi.

ADS (argon ximoyasida yoyli payvandlash) sharoitida oksidli pardani yo‘qotish (olib tashlash) katod atrofida yuz beradigan elektr jarayonlar

(katodli changlanish)natijasida sodir bo‘ladi. ADS jarayonida flyus bilan payvandlashdagidek pardaning faqat emirilish (uning olib tashlanishi emas) o‘rinli bo‘lgani uchun buyumning chetlarini butun sirti bo‘ylab yanada yupqa va bir jinsli parda xosil qilish maqsadida payvandlash oldidan detallarga dastlabki ishlov berish sifatiga talablarni oshirish zarurligi vujudga keladi.

Oksidli pardani yoy bilan emirilishi.

Argonda payvandlashda oksidli pardaning emirilishi juda tez kechadi, faqat teskari qutblikda.

Ximoya shiti orqali yoyning xarakatini kuzatib shuni sezish mumkinki, katod dog‘i bilan urinish soxasida oksidli pardadan sof metallni namoyon qilib, aloxida parda bo‘lakchalari ishlab chiqariladi. Asta sekin metall dog‘ining ko‘chishiga qarab, metall sirti tozalana boradi.

Yoy, to‘g‘ri qutblikda argonda yonganda oksidli pardaning bunday emirilishi aniqlanmagan.

Payvand yoyi bilan katodda tozalash mexanizmini o‘rganishga juda ko‘p asarlar (ishlar) bag‘ishlangan (~100 yil). Masalan, Pamfri va Xerbst tozalashni katodni musbat zaryadlangan ionlar bilan bombardimon qilish oqibati deb taxmin qilishadi.

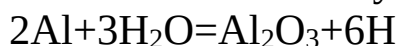
Xerbst oksidni yo‘qotishni mikrooqimli ishlov berish bilan taqqoslar edi. Mualliflar katodli changlatish gipotezasini oqlash uchun ajratilayotgan xar bir zarrachaga ikki va undan ortiq musbat zaryadlangan ion ta’sir ko‘rsatadi deb taxmin qilishadi.

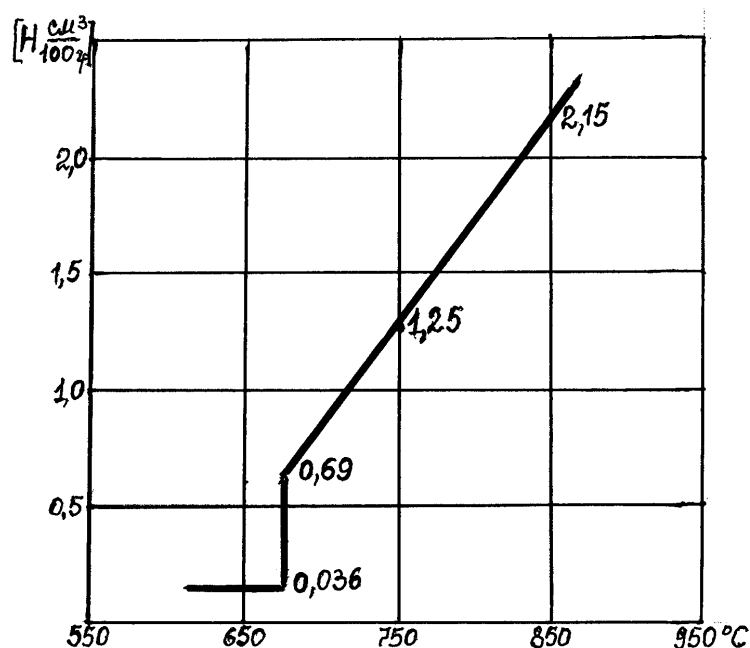
33 - MA’RUZA.

ALYUMINNING VODOROD BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI.

Vodorod boshqa gazlardan farqli ravishda alyuminiyda erish qobiliyatiga ega va ayrim sharoitlarda chok metallida g‘ovaklar xosil qilish qobiliyatiga ega.

Payvandlashning real sharoitlarida yoyning gaz fazasida molekulyar vodorodning partsial bosimi arziyas darajada kichik. SHuning uchun payvand vannasida eruvchi vodorodning asosiy manbai namlikning metall bilan bevosita o‘zaro ta’sirlashish reaksiyasi xizmat qiladi:





40.1-rasm. Vodorodni alyuminiyda erish grafigi

Bu reaksiya natijasida atomlar vodorod kontsentratsiyasi katta miqdorlarga etadi.

Ajralayotgan vodorod puffakchalari vannadan suzib chiqishga ulgurmay, g'ovaklar xosil qilib chok metallida qoladi.

2-jadval. Alyuminiy sim va folʻganing 1sm² sirtidan ularni payvandlashdan oldin turli xil ishlov bergandan soʻng va 1 sutkagacha saqlagandan soʻng isitilganda ajraladigan vodorodning sm³ dagi xajmini tavsiflovchi α koeffitsientining qiymati.

40.1- jadval

Podgotovka poverxnosti	Dlya osnovnogo metalla, α	Dlya provoloki, α
Travlenie v rastvore ortofosfornoy kislot	0,0008	0,001
Tralenie v shelochnoy vanne s osvet-m v azotnoy kislote	0,00165	0,0018
Zachistka poverxnosti provolochnoy shetkoy	0,004	-
Elektropolirovanie poverxnosti	-	0,00022

Payvand choki metallini modifikatsiyalash.

Alyuminiy qotishmalarining xossalari ga mayda dispersli nometall kirishmalar katta ta'sir ko'rsatib, bu kirishmalar intermetallidlar, oksidlar, nitridlar, kirishmalar, ishqorlar va ishqor er metallaridan iborat.

Modifikatsiyalashning ancha barqaror samarasini qiyin eruvchi zarrachalar yaratadi.

Odatda ular ikki guruxga bo'linadi:

Birinchi guruxga qiyin eruvchi oksidlar: Al_2O_3 , MgO , TiO_2 kiradi. Modifikatsiyalashning bu yo'li kam istiqbollidir.

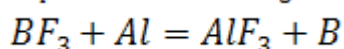
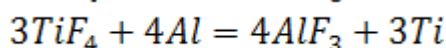
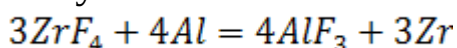
Ikkinchi guruxga titan va borning, tsirkoniy intermetallidlari: ZrAl_2 , TiAl_3 , AlB_2 kiradi. Ular ancha istiqbollidir. Qiyin eruvchi zarrachalar kristall markazlarga qo'shimcha xisoblanadi (paydo bo'ladi) va bu bilan ko'p miqdordagi kristallarning bir vaqtda paydo bo'lishiga imkon beradi.

Kompleks tuzlar qo'llaniladi: KBF_4 , K_2TiF_6 va K_2ZrF_6 . Bu tuzlarning xossalari.

40.2- jadval

Tuz	Zichligi, g/sm ³	Temperatura
K_2ZrF_6	3,58	690÷700
K_2TiF_6	2,99	700÷710
KBF_4	2,58	530÷540

Isitilganda xar bir kompleks tuz KF ga va modifikatsiyalovchi elementning tegimli ftoridiga ajraladi. Alyuminiy bilan reaksiyasi quyidagi tenglamalar bilan yozilishi mumkin:



Ajralgan tsirkoniy, titan, yoki bor alyuminiyda eriydi, AlF_3 esa shlakka aylanadi.

A-5 markali texnik alyuminiyni payvandlashni flyus bo'yicha bajarishadi (flyus tarkibi). Modifikatsiyalangan flyuslarning kimyoviy tarkibi.

40.3-jadval

Nomer flyusa	K_2ZrF_6	KCl	NaF	LiF	Vixod Zr, %
70	40	30	20	10	0,63

80	30	40	20	10	0,42

Flyuslar kamida 30% kaliy ftor tsirkonatga ega bo‘lishi kerak. Miqdor bundan kam bo‘lganda modifikatsiyalash effekti namoyon bo‘lmaydi.

G’ovakliklarga moyillik

G’ovaklikning asosiy sababi vodorod xisoblanadi. Faraz qilinishicha, g’ovaklarning paydo bo‘lishi kristallanishda uning eruvchanligining keskin kamayishi oqibatida eritmadan vodorodning ajralishi bilan bog‘liq.

Payvandlash jarayoning yuqori temperaturalarida vodoroddan tashqari g’ovaklikni boshqa engil oquvchi elementlar xam vujudga keltirishi mumkin.

Masalan, kriolit isitilganda ftorni oson beradi, ftor g’ovakliklar xosil bo‘lishi manbai xisoblanadi, u faqat vodorod va namlik bilangina emas, balki kremniy bilan ta’sirlashib SiF_4 ni xosil qiladi, u o‘z navbatida suv bilan reaksiyada ftorli vodorodni beradi.

Vodorodning alyuminiy bilan ikki kimyoviy birikmasi mavjud – AlH_3 va AlH

Alyuminiy gidridi AlH_3 mustaxkam emas va faqat eritmada mavjud bo‘lishi mumkin.

Alyuminiy kremniy yoki Cu bilan legirlanganda unda vodorodning eruvchanligini jiddiy pasaytiradi.

Magniy vodorodning eruvchanligini kuchli ravishda oshiradi. Al-Mg qotishmalarda vodorodning eruvchanligi:

$$\text{Al-3\%Mg uchun} - \lg[H] = -\frac{2695}{T} + 0,4437 + 1|2 \lg PH_2$$

$$\text{Al-4,5\%Mg uchun} - \lg[H] = -\frac{2695}{T} + 0,4798 + 1|2 \lg PH_2$$

Mustaxkam gidridlar (Li, Na, K, Ba) tashkil etuvchi ishqorli va ishqorli erli metallar vodorodning eruvchanligini jiddiy orttiradi.

Vodorod yoyiga kelayotgan turli xil manbalarni quyidagi tarzda birlashtirish mumkin: vodorodni o‘z ichiga olgan iflosliklar va asosiy metall sirtidagi namlik, shuningdek unda erigan vodorod; sirtidagi iflosliklar va namlik, shuningdek o‘tkazish simida yoki elektrod simida erigan vodorod.

38 - MA'RUZA.

TITAN VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH METALLURGIYASI VA TEXNOLOGIYASI.

Titanni texnikaning turli xil soxalarida qo'llanishining uzluksiz kengayishi uning fizik-kimyoviy xossalarining qulay qo'shilishi bilan va avvalo yuqori solishtirma mustaxkamligi bilan ($\frac{G_B}{\gamma_{удв}}$). titanning bu ko'rsatkichi konstruksion materiallar uchun eng yuqori ko'rsatkichlar biridir.

Vatanimiz va chet el mashinasozligida texnik titan ($G_B = 35 \div 45 \frac{\text{KГC}}{\text{MM}^2}$) va uning past (kam legirlangan qotishmalari) ($G_B = 80 \div 90 \frac{\text{KГC}}{\text{MM}^2}$) juda keng tarqaldi.

Xozirgi vaqtda vazifasiga ko'ra turlicha bo'lgan titan qotishmalari sanoatda qo'llanilmoqda:

- a) konstruksion;
- b) issiqbardosh;
- v) korroziyaga bardosh va boshq.

Quyidagilar juda istiqbolli xisoblanadi.

g) yuqori legirlangan termik mustaxkamlanuvchi titan qotishmalari ular bunday qotishmalarning barcha afzalliklarini yanada to'laroq amalga oshirishga imkon beradi.

Qo'llanish xajmlari payvandlashda jiddiy qiyinchiliklar uchraydigan payvandlashning muvaffaqiyatli o'zlashtirishiga bog'liq. Ular quyidagilar bilan yuzaga keladi: yuqori temperaturalarda, ayniqsa erigan xolatda katta kimyoviy faollik bilan;

- atmosfera gazlariga nisbatan faollik bilan;
- yuqori erish temperaturasi bilan;
- payvandlash termik tsiklida ko'pincha sinuvchan (mo'rt) fazalarning paydo bo'lishiga olib keluvchi payvand choki va chok atrofidagi xududda tuzilmaviy almashishlar bilan.

Titan ikkita allotropik modifikatsiyaga ega: past temperaturali – α (GPU zich o'ralgan geksogen panjara) – 882 °C dan past temperaturalarda va β (OTSK xajmiy kub markaziy echimlar) - yanada yuqori temperaturalarda xatto erish nuqtasigacha.

Titan va boshqa metallarning ayrim fizik xossalari.

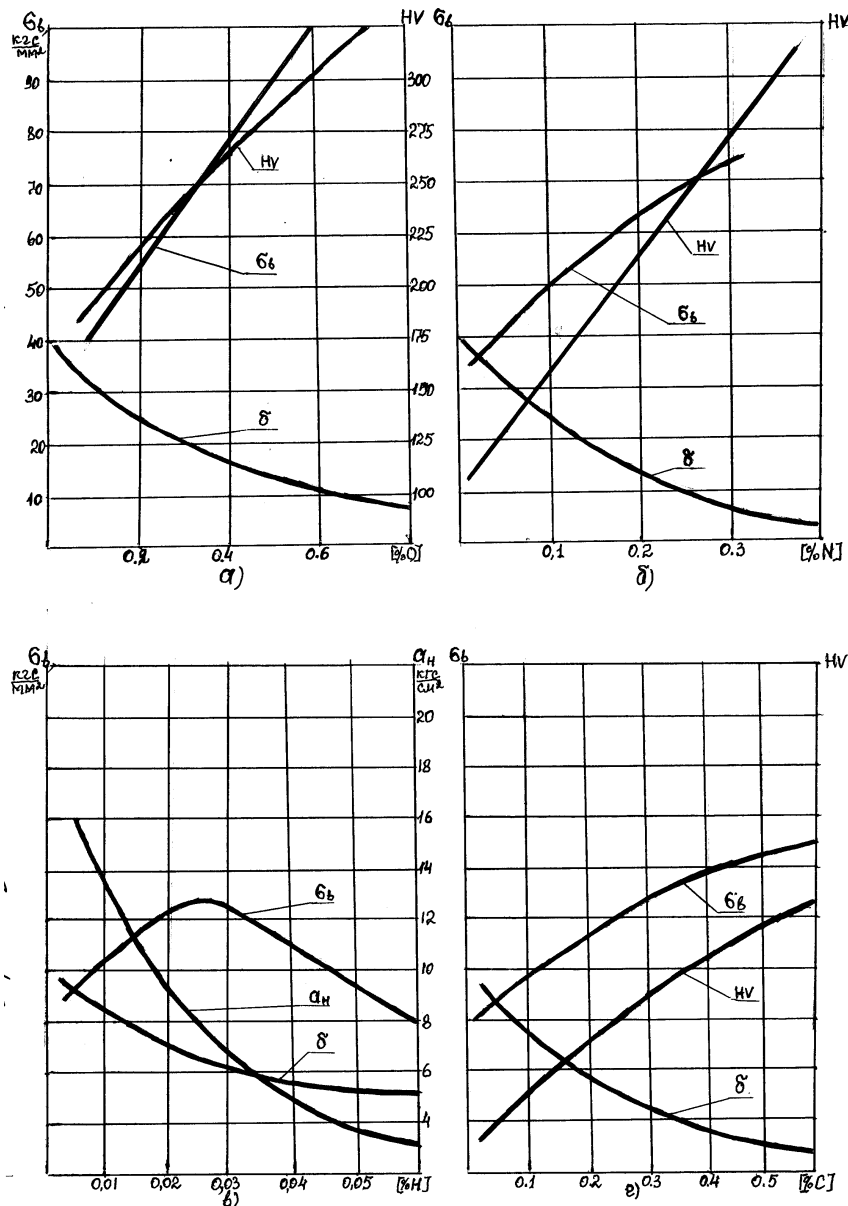
41.1-jadval

Metallarning xossalari	Ti	Fe	Mg	Al	Cu
Zichligi, g/sm ³	4,51	7,86	1,74	2,7	8,94
Erish temperaturasi °C	1670	1539	650	660	1083
Qaynash temperaturasi	3260	2740	1107	2327	2595
20 °C da solishtirma issiqlik o'tqazuvchanlik $\frac{\text{ккал}}{\text{см} \cdot \text{сек} \cdot ^\circ \text{C}}$	0,045	0,18	0,376	0,538	0,94

41.2-jadval

Qotishmalarning tasnifi		Qotishma markasi	O'rtacha kimyoviy tarkibi, %	$G_B, \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$	$\delta, \%$
Mustaxkam lik darajasi bo'yicha	Tuzilma turi bo'yicha				
Mustaxkam ligi kam, yuqori plastik	α - qotishmalar	VT1-0	Legirlanmagan	40÷55	30
		OT4-0	0,8Al; 0,8Mn;	50÷65	30
		OT4-1	1,5Al; 1,0Mn;	60÷75	20
O'rtacha mustaxkam	α - qotishmalar	VT-5	5Al	75÷90	10
		VT-4	5Al, 1,5Mn	85÷100	12
		VT-20	6Al; 2,0Zr, 1,0V	95÷115	8
Yuqori mustaxkam	$\alpha+\beta$ qotishma	VT-16	2,5Al; 5,0Mo; 5,0	110÷125	12
		VT-18	V	105÷125	9
		VT-22	6,0Al; 1,0Mo; 1,1Z	140÷150	5
		VT-23	r; 1,0Nb	>150	5
			5,0Al; 5,0Mo; 5,0 V; 1,0Fe; 1,0Cr 4,5Al; 2,0Mo; 4,5 V; 6,0Fe; 1,0Cr		

43 - MA'RUZA. TITANDAGI ARALASHMALAR.



43.1-rasm. Kislorod, azot, vodorod va uglerodning titanni mexanik xossalarga ta'siri.

Titandagi aralashmalar. Texnik sof titanning asosiy aralashmalarga uning payvandlanuvchanligiga eng katta ta'sir ko'rsatuvchi asosiy aralashmalari qatoriga kislorod, azot va vodorod gazlari, shuningdek uglerod kiradi. Boshqa aralashmalar masalan, Fe, Si, Ni metallning xossalarga uncha katta ta'sir ko'rsatmaydi, chunki titanda arzimagan miqdorlarda bo'ladi.

Yuqori temperaturalarda kislorod xam α -Ti da xam β -Ti da xam oson erib, joriy qilish eritmalarini xosil qiladi. Titanning xavoda oksidlanishi taxminan 500⁰S temperaturada boshlanadi. Bu temperaturagacha

metallni oksidli nitridli parda ximoya qiladi, u titanning sirtida mustaxkam oʻrnashib oladi (alfirlangan qatlam).

Titanda oksidlarning eng jadal erishi taxminan 850 °C atrofida boshlanadi. Shu xam aniqlanganki, xavoda mavjud boʻlgan azot titanning oksidlanishini tezlashtiradi.

Azot kislorod kabi α - fazani barqarorlashtiruvchi element xisoblanadi, u α -faza soxasini kengaytiradi.

Titanning azot bilan yaqinligi shu darajada kattaki, u azot muxitida yonadigan yagona elementdir. Titanning azot bilan yuqori temperaturali reaksiyasida metallda oson eruvchan titan nitridlari xosil boʻladi.

Azot titanda boʻla turib, kislorod kabi ignali α^1 -fazaning paydo boʻlishiga imkon beradi va yana kislorodga qaraganda koʻproq darajada titanning plastikligini pasaytiradi va mustaxkamligi xamda qattiqligini oshiradi.

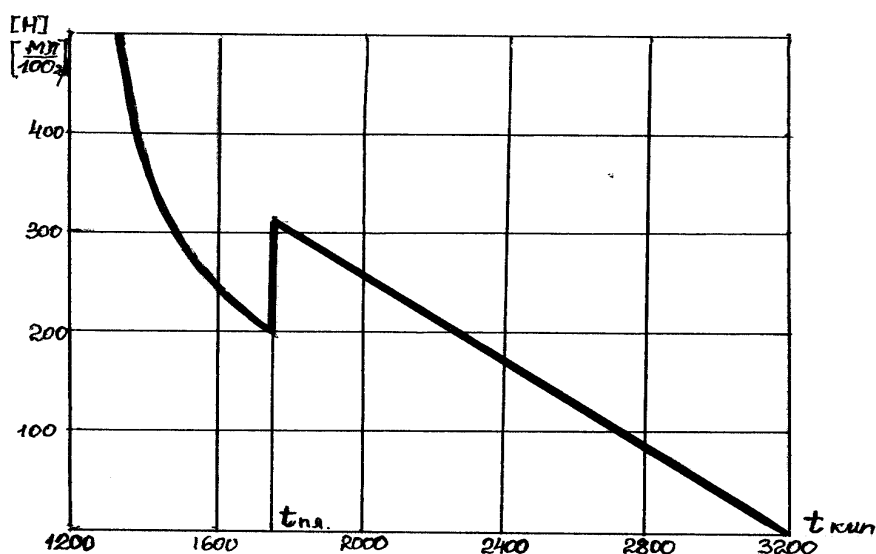
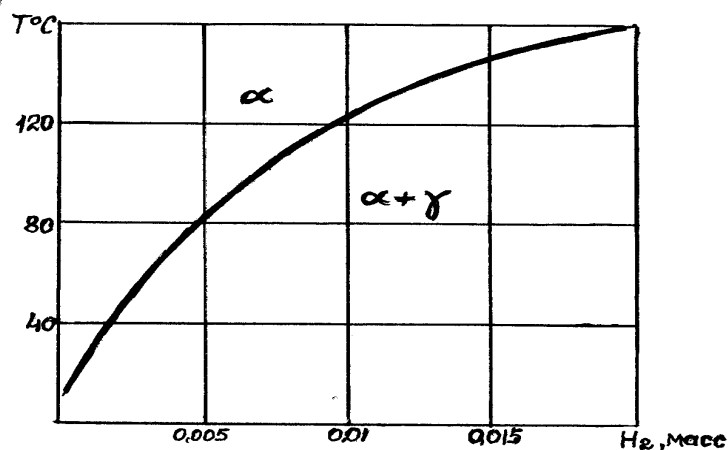
Vodorod titan tomonidan juda katta miqdorlarda yutiladi. Vodorodning titanda eruvchanligi 1 mas% ga etadi va vodorodning temirda erishidan ming va oʻn ming marta ortadi (jadvalga qarang).

43.1-jadval

Temperatura, °C	Vodorodning eruvchanligi, [$\frac{\text{cm}^3}{100 \text{ gp}}$]	
	Fe	Ti
20	-	40300
500	0,75	35400
1000	5,50	6500

Titanning shu darajada katta miqdordagi vodorodni yutish qobiliyatini joriy qilishning qattiq eritmasi bilan bir qatorda vodorodli birikmalarni titan gidridlarining xosil boʻlishi bilan izoxlash mumkin. Temperatura etilishi bilan titanning gidridlar xosil qilish qobiliyati pasayadi. Vodorodning α -Ti eritmada maksimal eruvchanligi evtektoid aylanishning 320 °C ga teng uy temperaturasida 0,13 mas % (massasi boʻyicha)ni tashkil etadi. Aylanish past temperaturali joriy qilish fazasi- γ ning xosil qilinishi bilan birga kechadi, u oʻzgaruvchan tarkibdagi titan gidrididan iborat boʻladi.

Temperatura ortishi bilan eruvchanlik asta-sekin kamayadi, u xona temperaturasida faqat (0,002 mas%) massa boʻyicha oshadi.



43.2-rasm. Vodorodni titanda eruvchanlik grafigi.

Oxirgi paytgacha vodorodning erish nuqtasida va o'ta qizdirilgan suyuq metallda eruvchanligini tavsiflovchi aniq ma'lumotlar yo'q edi. Faqat yaqindagina V.I. Lakomskiy ajoyib metodikani qo'llab, keng temperaturalar intervalida sof erigan titanda vodorodning eruvchanligini aniqladi.

Vodorodning suyuq titanda eruvchanligi. grafikdan ko'rinadiki, erish temperaturasida suyuq titanda vodorodning eruvchanligi sakrashsimon ortadi va vodorodning qattiq titan bilan absorbttsiyalanishidan taxminan 1,7 marta ortadi. Suyuq titanni qizita borilgani sari unda eruvchanlik pasayadi.

Uglerod titanda juda oz miqdorda eriydi. Uglerodning $\alpha\text{-Ti}$ dagi maksimal eruvchanligi $\alpha \rightarrow \beta$ aylanish nuqtasiga yaqin temperaturada 0,28 mas% ni tashkil etadi.

Temperaturaning pasayishi bilan α -Ti da uglerodning eruvchanligi keskin pasayadi. β -Ti da uglerod taxminan 0,06 mas%, ya'ni α -Ti dagiga qaraganda deyarli besh marta kam eriydi.

Titanda uglerodning kam eruvchanligi oqibatida metallda uglerodning o'ndan bir ulushlarining bo'lishi karbid ajralishiga va metallning sinuvchanligiga (mo'rtlikka) olib keladi.

mustaxkamligi kam guruxiga mustaxkamlik chegarasi $75 \div 80 \frac{\text{KFC}}{\text{MM}^2}$ bo'lgan qorishmalar kiritiladi.

Mustaxkamligi o'rtacha qorishmalar qattiqlashtiruvchi termik ishlovga qo'yilmaydi va $110-120 \frac{\text{KFC}}{\text{MM}^2}$ mustaxkamlik chegarasiga ega bo'ladi. Yuqori mustaxkamlikka ega titan qotishmalar maxkamlovchi termik ishlov berishdan so'ng toblash va undan keyingi eskirish (starenie) - $G_B \geq 140 \frac{\text{KFC}}{\text{MM}^2}$ ga ega bo'lishi mumkin.

Titan qotishmalarida aralashmalar miqdori tartibga solinadi.

43.2- jadval

Aralashma	O ₂	N ₂	H ₂	C	Fe	Si	Zr
Miqdori,%	0,15÷0,2	0,05	0,006÷0,015	0,1	0,25÷0,30	0,15	0,3

Turli tartibdagi volframli elektrodlar uchun yo'l qo'yiladigan tok yuklanishi.

43.3-jadval

Elektrod diametri, mm	Yo'l qo'iladigan tok yuklanishi, A			
	CBИ-1	BT-15	BJI	BI
2	180	160	90	20
3	320	300	250	190
4	610	590	490	380
5	900	820	720	590

CBИ-itriyli volfram BT-toriyli; BJI-lantanli; BI-sof volframli;

Nuqsonlar. Birinchi guruxga payvand chokining praydo bo'lishi jarayonida metallurgik, termik va gidrodinamik xodisalar bilan bog'liq nuqsonlar kiradi. Bu chok metallida va chok oldi zonasidagi g'ovaklar, sovuq darzlar, uzaytirilgan kanallar, metall choki va payvand birikmasining mustaxkamlik va plastiklik xossalarining cheklanishi, payvand oldi xududi metall xossalarining o'zgarishi. Titan va uning qotishmalari payvandlashda issiq darzlarning paydo bo'lishiga (kristallanish) moyil emas.

Ikkinchi gurux-choklarning shakillanishi nuqsonlari: birikmaning to'la erimagan qismi kemtiklar, kuyishlar, toshmalar, volframli qo'shimchalar, kamalaksimon tovlanish ranglari, choklar o'lchamlarining chetga chiqishlar va x.k.

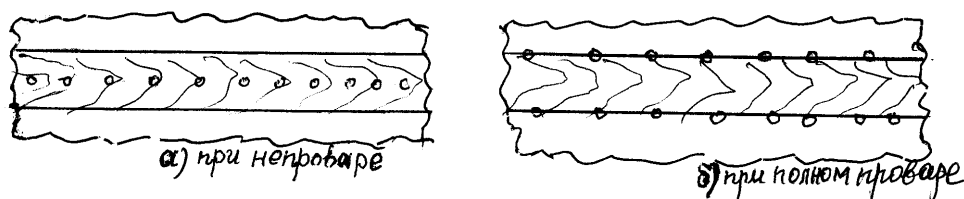
Payvandlashda tub o'zgarishning yuzaga kelishi soviyotgan chok metalli payvand qilish xududini va chok oldi xududini inert gazlar bilan yomon ximoya qilinishiga bog'liq. Yaxshi ximoyalashda choklar yaltiroq kumushrang sirtga ega bo'ladi. Somon sariq rangdagi choklarni tuzatmasdan qoldirishga ruxsat etiladi. Och-ko'k rangga ega choklarni metall cho'tka bilan tozalash va yog'sizlantirish zarur.

Ko'k va kulrang rangli choklarni asosiy metallgacha qirqish bilan yo'qotish kerak. Chok metallidagi volfram krishmalar erimagan elektrod bilan payvandlashda volfram elektrodining emirilishi yuz beradi. Ximoyaviy inert gaz kislorod bilan ifloslanganda emirilish tezkor yuz beradi. Volfram zarrachalari chok metallida erimagan xolatda qoladi, kuchlanishlar kontsentratori bo'lib xizmat qiladi, mustaxkamlik va elastiklikni kamaytiradi, birikmalarning germetikligini buzilishining sababi bo'lishi mumkin.

Ish boshlashdan oldin o'tkirlangan volfram elektrodni payvandlash uchun qabul qilingan rejimda besh karrali yondirish bilan kuydirish zarur.

Siqilgan yoy bilan titanni avtomatik payvandlashda rejimlarning ma'lum bir soxasida chok ildizida inert gaz bilan to'ldirilgan, g'ovaklarning sirtga chiqmaydigan gaz bo'shliqlari xosil bo'ladi.

Titanni payvandlashda eng ko'p tarqalgan nuqson g'ovaklik xodisasidir. Yaxshi to'la eritilmaganda g'ovaklar chok o'qi bo'ylab zanjir shaklida joylashadi, to'liq eritilganda chok o'qi bo'yicha zanjir bo'lib zanjir va chegara yaqinidagi guruxlar tarzida joylashadi. Chok kesimi bo'yicha g'ovaklar uning sirtidan boshlab sirtidan turli masofada joylashishi mumkin va 0,01 dan 2÷3 mm gacha o'lchamlarga ega bo'lishi kerak.



43.3-rasm. Titan qotishmalarini payvandlashda xosil bo'lgan g'ovaklar.

Ma'lum bir sharoitlarda chok joylarida darzlar vujudga keladi, ular aloxida g'ovakliklardan boshlab rivojlanadi. Chok metallining g'ovakliklardan darzlar paydo bo'lishiga qarshilik ko'rsatishini pasaytirishda qodir bo'lgan omillar qatoriga chok metallining gaz aralashmalari bilan ifloslanganlik darajasi, payvandlanayotgan metallning tuzilmasi va plastik xususiyati, qoldiq kuchlanishlar darajasi va boshqalar kiradi.

G'ovaklikning oldini olish choralari:

- payvandlanuvchi detallarning chetlari sirtlariga payvandlashdan bevosita oldin mexanik yoki "issiqlik usuli" bilan ishlov berish.

- payvand chetlarini va o'tqazish (prisadka) qo'shimcha simini kislota eritmasida ochiltirish (1 l eritmaga 540 ml 65% li HNO_3 df 123 ml li 40%li HF)

- payvand vannaning vodorod puffakchalari suzib chiqishi uchun etarli bo'lgan mavjud bo'lish uzoqliligini ta'minlovchi payvandlash rejimini qo'llash.

- EMM (elektromagnit maydoni) ni qo'llanish (payvand jarayonida)

- flyus-pastani AHT-A ni qo'llanish.

Titan qotishmalardan qilingan payvand konstruksiyalarda xavfli va keng tarqalgan nuqsonlar qatoriga sovuq darzlar kiradi. Ularning paydo bo'lishi payvand qotishmalarining kimyoviy tarkibi va asosan ulardagi o'rtacha aralashmalar gazlarning miqdori bilan, shuningdek fazoviy va payvand brikmalarining va uning plastikligini kuchlangan xolatiga bog'liq tuzilmaviy aylanishlar bilan belgilanadi.

Titanning payvand chokida sovuq darzlarning asosiy xususiyati ular rivojlanishining sekinlashgan xarakteridir darzlar xosil bo'lguncha ketadigan vaqt bir necha minutdan bir necha yillargacha davom etadi.

Sovuq darzlarning xosil bo'lishini oldini olishning eng samarali chorasi asosiy metallda va chokda kislorod, vodorod va azot miqdorini cheklashdir.

Aralashmalarning yo'l qo'yiladigan qiymati odatda, (dopustimoe sodernanie primesey) texnologik titanni payvandlashdagidan pastdir.

Kuchlanishni kamaytirish uchun kuydirib yumshatish-metall chokini, darzlar paydo bo'lishining, shu jumladan g'ovakliklar paydo bo'lishining oldini oluvchi muxim shartlardan biri xisoblanadi. Payvandlashni tugallash bilan kuydirib-yumshatish o'rtasidagi oraliqni qisartirish darzlarning paydo bo'lishi va rivojlanishi uchun qobiliyatini pasaytiradi.

Flyus ostida payvandlash. Payvandlash uchun kislorodsiz ftoridli quruq granulyatsiyadagi AH-T seriyasidagi flyuslardan foydalaniladi. Markani payvandlanayotgan metallning qalinligiga qarab tanlab olinadi. Qalinligi 2,5-8 mm bo'lgan metallarni payvandlashda AH-T1 (79,5% CaF_2 ; 19 % $\text{BaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 1,5% NaF); AH-T3 (87,6% CaF_2 ; 10,7 % $\text{BaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 1,7% NaF) flyuslardan foydalaniladi, yanada qalin metallni payvandlashda AH-T7 flyusidan foydalaniladi. Payvandlash teskari qutubli o'zgaras tokda amalga oshiriladi. Elektr simining o'ta qizishining oldini olish uchun payvandlashni elektrod simining diametriga bog'liq holda tayinlanadigan elektrodning uncha katta bo'lmagan qulochi (vilet) bilan olib boriladi.

Elektrod diametri, mm	2,0 – 2,5	3,0 – 4,0	5,0
Elektrod qulochi, mm	14,0 – 16,0	17,0 – 19,0	20,0 – 22,0

Elektrod simini atmosfera bilan o'zaro ta'sirlashuvidan saqlash uchun flyus qatlami balandligi elektrod qulochidan katta bo'lishi kerak. Flyusni payvandlashdan oldin 200 – 300 °C haroratda toblash kerak.

Elektr-shlak payvandlash. Payvandlashda AH-T2 markali flyus qo'llaniladi (bir komponentli flyus - CaF_2). Erigan shlak vannasini argon gazi bilan qo'shimcha himoyalanaadi (barbotirlash deyiladi).

Payvand chokini termik ta'sir zonasini (500 °C dan yuqori bo'lgan) qoliplovchi qurilmani eni kengroq bo'lishi shart.

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

TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“Payvandlash jarayonlarining nazariyasi”
o‘quv fanidan

MA‘RUZA MASHG‘ULOTLARINING TA‘LIM TEXNOLOGIYASI

Toshkent 2014

1-mavzu. KIRISH. PAYVANDLASH MATERIALLARI VA PAYVANDLASHDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR

1.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Kirish ma'ruzasi
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1.1. Payvandlash materiallari. 1.2. Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari. 1.3. Po'latlarning payvandlanuvchanligi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda fan to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish hamda ma'lum yo'nalishlarni tanlash ko'nikmasini berish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Payvandlash materiallari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari bilan tanishtirish; • Po'latlarning payvandlanuvchanligi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Payvandlash materiallari haqida tushunchalar beradi; • Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari aytib beradi; • Po'latlarning payvandlanuvchanligi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

1.2. “KIRISH. PAYVANDLASH MATERIALLARI VA PAYVANDLASHDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR” ma’ruza mashg’ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
Tayyorgarlik bosqichi.	1. Mavzu bo’yicha o’quv mazmunini tayyorlash. 2. Kirish ma’ruzasi uchun taqdimot slaydlarini tayyorlash. 3. Talabalar o’quv faoliyatini baholash mezonlarini ishlab chiqish. 4. O’quv fanini o’rganishda foydalaniladigan adabiyotlar ro’yxatini tuzish.	
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. O’quv fani nomini aytadi. Ekranga kursning tuzilmaviy mantiqiy chizmasini chiqaradi mavzular ro’yxatini beradi va ularga qisqacha ta’rif beradi. 1.2. Birinchi mashg’ulot mavzusi, uning maqsadi va o’quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar o’quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.4. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo’yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1.1. Payvandlash materiallari. 1.2. Payvandlash vannasida metallurgiya jarayonlari. 1.3. Po’latlarning payvandlanuvchanligi. 2.2. O’quv fanining maqsadi va vazifalari, o’tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo’yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Kirish. PAYVANDLASH MATERIALLARI VA PAYVANDLASHDA YUZ BERADIGAN JARAYONLAR” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o’quv materialini o’rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

2-mavzu. PAYVANDLASH KUCHLANISHI VA DEFORMATSIYALARI

2.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	2.1. Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo'lish mexanizmi. 2.2. Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari. 2.3. Deformatsiyalarni kamaytirish usullari
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda payvandlash kuchlanishi va deformatsiyalari to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo'lish mexanizmi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari bilan tanishtirish; • Deformatsiyalarni kamaytirish usullari tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo'lish mexanizmi haqida tushunchalar beradi; • Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari aytib beradi; • Deformatsiyalarni kamaytirish usullari tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

2.2. "PAYVANDLASH KUCHLANISHI VA DEFORMATSIYALARI"

ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta'lim beruvchi</i>	<i>Ta'lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg'ulot mavzusi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo'yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Kuchlanishlar va deformatsiyalarning hosil bo'lish mexanizmi. 2. Payvand kuchlanishlari kamaytirish usullari. 3. Deformatsiyalarni kamaytirish usullari 2.2. O'quv fanining maqsadi va vazifalari, o'tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun "PAYVANDLASH KUCHLANISHI VA DEFORMATSIYALARI" mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o'quv materialini o'rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

3-mavzu. PAYVAND BIRIKMALARDAGI NUQSONLAR

3.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	3.1. Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari. 3.2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruktsiyalar ish unumiga ta'siri. 3.3. Nuqsonlarni tuzatish usullari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda payvand birikmalardagi nuqsonlar to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruktsiyalar ish unumiga ta'siri bilan tanishtirish; • Nuqsonlarni tuzatish usullari tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Nuqsonlarning turlari va ko'rinishlari haqida tushunchalar beradi; • Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruktsiyalar ish unumiga ta'siri aytib beradi; • Nuqsonlarni tuzatish usullari tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

3.2. “PAYVAND BIRIKMALARDAGI NUQSONLAR” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Nuqsonlarning turlari va ko‘rinishlari. 2. Payvandlashdagi nuqsonlarning konstruksiyalar ish unumiga ta’siri. 3. Nuqsonlarni tuzatish usullari. 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “PAYVAND BIRIKMALARDAGI NUQSONLAR” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

4-mavzu. FIZIK KIMYO ASOSLARI

4.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	4.1. Gazlarning fizik xossalari. Gaz xolatining tenglamasi. 4.2. Dalton qonuni. 4.3. Issiqlik sig'imi. 4.4. Ichki energiya
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda fizik kimyo asoslari to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Gazlarning fizik xossalari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Dalton qonuni bilan tanishtirish; • Ichki energiya tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Gazlarning fizik xossalari haqida tushunchalar beradi; • Dalton qonuni aytib beradi; • Ichki energiya tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

4.2. “FIZIK KIMYO ASOSLARI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Gazlarning fizik xossalari. Gaz xolatining tenglamasi. 2. Dalton qonuni. 3. Issiqlik sig‘imi. 4. Ichki energiya 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “FIZIK KIMYO ASOSLARI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

5-mavzu. FIZIK KIMYO KONSTANTALARI

5.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Entalpiya (issiqlik miqdori). 2. Entropiya
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda fizik kimyo konstantalari to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • fizik kimyo konstantalari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Entalpiya bilan tanishtirish; • Entropiya tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • fizik kimyo konstantalari haqida tushunchalar beradi; • Entalpiya aytib beradi; • Entropiya tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

5.2. “FIZIK KIMYO KONSTANTALARI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Entalpiya (issiqlik miqdori). 2. Entropiya. 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “FIZIK KIMYO KONSTANTALARI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

6-mavzu. GAZ ARALASHMALARIDA KIMYOVIY REAKTSIYALAR

6.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Gaz aralashmalarida kimyoviy reaksiyalar
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda gaz aralashmalarida kimyoviy reaksiyalar to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • gaz aralashmalarida kimyoviy reaksiyalar haqida talabalarda bilim shakllantirish; • o'zgarmas bosimda kechadigan reaksiyaning issiqlik effekti bilan tanishtirish; • ta'sirlanuvchi sistema erkin energiyasining o'zgarishi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • gaz aralashmalarida kimyoviy reaksiyalar haqida tushunchalar beradi; • o'zgarmas bosimda kechadigan reaksiyaning issiqlik effekti aytib beradi; • ta'sirlanuvchi sistema erkin energiyasining o'zgarishi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

6.2. “GAZ ARALASHMALARIDA KIMYOVIY REAKTSIYALAR” ma’ruza
mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Gaz aralashmalarida kimyoviy reaksiyalar 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “GAZ ARALASHMALARIDA KIMYOVIY REAKTSIYALAR” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

7-mavzu. YUQORI TEMPERATURADA BO‘LADIGAN (KECHADIGAN) REAKTSIYALAR UCHUN ENTALPIYANING, ENTROPIYANING VA ERKIN ENERGIYANING O‘ZGARISHI

7.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entalpiyaning, entropiyaning va erkin energiyaning o‘zgarishi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entalpiyaning, entropiyaning va erkin energiyaning o‘zgarishi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entalpiyaning o‘zgarishi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar entropiyaning o‘zgarishi bilan tanishtirish; • Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun erkin energiyaning o‘zgarishi o‘zgarishi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entalpiyaning o‘zgarishi haqida tushunchalar beradi; • Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entropiyaning o‘zgarishi aytib beradi; • Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun erkin energiyaning o‘zgarishi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

7.2. “YUQORI TEMPERATURADA BO‘LADIGAN (KECHADIGAN)
REAKTSIYALAR UCHUN ENTALPIYANING, ENTROPIYANING VA
ERKIN ENERGIYANING O‘ZGARISHI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik
xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entalpiyaning, entropiyaning va erkin energiya o‘zgarishi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Yuqori temperaturada bo‘ladigan (kechadigan) reaksiyalar uchun entalpiyaning, entropiyaning va erkin energiya o‘zgarishi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

8-mavzu. REAKTSIYA IZOTERMASI TENGLAMASI

8.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Reaksiya izotermasi tenglamasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda reaksiya izotermasi tenglamasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Reaksiya izotermasi tenglamasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Metallarning gazsimon kislorod bilan oksidlanishi jarayonlari bilan tanishtirish; • Oksid dissotsiatsiyasi elastikligi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Reaksiya izotermasi tenglamasi haqida tushunchalar beradi; • Metallarning gazsimon kislorod bilan oksidlanishi jarayonlari aytib beradi; • Oksid dissotsiatsiyasi elastikligi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

8.2. “REAKTSIYA IZOTERMASI TENGLAMASI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Reaktsiya izotermasi tenglamasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “REAKTSIYA IZOTERMASI TENGLAMASI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

9-mavzu. SUYUQ VA GAZ FAZALARI ORASIDAGI FIZIK KIMYOVIY MUVOZANAT TO‘G‘RISIDAGI TA‘LIMOT ASOSLARI

9.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Suyuq va gaz fazalari orasidagi fizik kimyoviy muvozanat to‘g‘risidagi ta’limot asoslari
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda suyuq va gaz fazalari orasidagi fizik kimyoviy muvozanat to‘g‘risidagi ta’limot asoslari to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Suyuq va gaz fazalari orasidagi fizik kimyoviy muvozanat to‘g‘risidagi ta’limot asoslari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Metallarning gazsimon kislorod bilan oksidlanishi jarayonlari bilan tanishtirish; • Oksid dissotsiatsiyasi elastikligi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Suyuq va gaz fazalari orasidagi fizik kimyoviy muvozanat to‘g‘risidagi ta’limot asoslari haqida tushunchalar beradi; • Metallarning gazsimon kislorod bilan oksidlanishi jarayonlari aytib beradi; • Oksid dissotsiatsiyasi elastikligi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

9.2. “SUYUQ VA GAZ FAZALARI ORASIDAGI FIZIK KIMYOVIY MUVOZANAT TO‘G‘RISIDAGI TA’LIMOT ASOSLARI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Gazlarning eruvchanligi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Suyuq va gaz fazalari orasidagi fizik kimyoviy muvozanat to‘g‘risidagi ta’limot asoslari” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

10-mavzu. GAZLARNING ERUVCHANLIGI

10.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Gazlarning eruvchanligi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda gazlarning eruvchanligi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • gazlarning eruvchanligi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Eritib payvandlashda metallning kislorod bilan o'zaro ta'sirlashuvi bilan tanishtirish; • Kislorodni kam uglerodli po'latlarni mexanik xossalariga ta'siri tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • gazlarning eruvchanligi haqida tushunchalar beradi; • Eritib payvandlashda metallning kislorod bilan o'zaro ta'sirlashuvi aytib beradi; • Kislorodni kam uglerodli po'latlarni mexanik xossalariga ta'siri tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

10.2. “GAZLARNING ERUVCHANLIGI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Gazlarning eruvchanligi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “GAZLARNING ERUVCHANLIGI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

11-mavzu. METALLNING VODOROD BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI

11.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Metallning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda metallning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • metallning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Erish mexanizmi bilan tanishtirish; • Molekulyar vodorodni diffuziyasini vaqtga bog‘liqlig tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • metallning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi haqida tushunchalar beradi; • Erish mexanizmi aytib beradi; • Molekulyar vodorodni diffuziyasini vaqtga bog‘liqlig tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

11.2. “METALLNING VODOROD BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Metallning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Metallning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

12-mavzu. METALLNING AZOT BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI

12.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Metallning azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda metallning azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • metallning azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Azotni po‘latdagi eruvchanligiga ta’siri tanishtirish; • Azotni kam uglerodli po‘latlarni mexanik xossalariga ta’siri tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • metallning azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi haqida tushunchalar beradi; • Azotni po‘latdagi eruvchanligiga ta’siri aytib beradi; • Azotni kam uglerodli po‘latlarni mexanik xossalariga ta’siri tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

12.2. “METALLNING AZOT BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI” ma’ruza
mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Metallning azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Metallning azot bilan o‘zaro ta’sirlashuvi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

**13-mavzu. ELEKTR YOYI VA UNING ELEKTROD HAMDA
PAYVANDLANUVCHI METALLARGA TA’SIRI.**

13.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Gazlar va bug’larning ionlanishi. 2. Ionlashtirish turlari. 3. Termik ionlanish darajasi.
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda elektr yoyi va uning elektrod hamda payvandlanuvchi metallarga ta’siri to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Gazlar va bug’larning ionlanishi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Ionlashtirish turlari tanishtirish; • Termik ionlanish darajasi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Gazlar va bug’larning ionlanishi haqida tushunchalar beradi; • Ionlashtirish turlari aytib beradi; • Termik ionlanish darajasi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

13.2. “ELEKTR YOYI VA UNING ELEKTROD HAMDA
PAYVANDLANUVCHI METALLARGA TA’SIRI” ma’ruza mashg‘ulotining
texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Gazlar va bug‘larning ionlanishi. 2. Ionlashtirish turlari. 3. Termik ionlanish darajasi. 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Elektr yoyi va uning elektrod hamda payvandlanuvchi metallarga ta’siri” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

14-mavzu. GAZ ARALASHMALARI IONLANISHI.

14.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Gaz aralashmalari ionlanishi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda gaz aralashmalari ionlanishi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • gaz aralashmalari ionlanishi i haqida talabalarda bilim shakllantirish; • gazning ionlanish potentsiali tanishtirish; • Manfiy ionlarning hosil bo'lishi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • gaz aralashmalari ionlanishi haqida tushunchalar beradi; • gazning ionlanish potentsiali aytib beradi; • Manfiy ionlarning hosil bo'lishi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

14.2. “GAZ ARALASHMALARI IONLANISHI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Gaz aralashmalari ionlanishi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “GAZ ARALASHMALARI IONLANISHI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

15-mavzu. YOY RAZRYADIDA FIZIK JARAYONLAR

15.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Yoy razryadida fizik jarayonlar
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda yoy razryadida fizik jarayonlar to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • yoy razryadida fizik jarayonlar haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Katod sohasi bilan tanishtirish; • Anod sohasi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • yoy razryadida fizik jarayonlar haqida tushunchalar beradi; • Katod sohasi aytib beradi; • Anod sohasi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

15.2. “YOY RAZRYADIDA FIZIK JARAYONLAR” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yoy razryadida fizik jarayonlar 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “YOY RAZRYADIDA FIZIK JARAYONLAR” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

16-mavzu. YOY USTUNIDA IONLAR VA ELEKTRONLARNING XARAKATCHANLIGI

16.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Yoy ustunida ionlar va elektronlarning xarakatchanligi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda yoy ustunida ionlar va elektronlarning xarakatchanligi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • yoy ustunida ionlar va elektronlarning xarakatchanligi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Chiqish ishi bilan tanishtirish; • zarrachalarning issiqlik harakati o'rtacha kvadratik tezligi si tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • yoy ustunida ionlar va elektronlarning xarakatchanligi haqida tushunchalar beradi; • Chiqish ishi aytib beradi; • zarrachalarning issiqlik harakati o'rtacha kvadratik tezligi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

16.2. “YOY USTUNIDA IONLAR VA ELEKTRONLARNING
XARAKATCHANLIGI” ma’ruza mashg’ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg’ulot mavzusi, uning maqsadi va o’quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o’quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo’yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yoy ustunida ionlar va elektronlarning xarakatchanligi 2.2. O’quv fanining maqsadi va vazifalari, o’tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo’yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “YOY USTUNIDA IONLAR VA ELEKTRONLARNING XARAKATCHANLIGI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o’quv materialini o’rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

17-mavzu. KATODDAN ELEKTRONLAR EMISSIYASI

17.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Katoddan elektronlar emissiyasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda katoddan elektronlar emissiyasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • katoddan elektronlar emissiyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Termoelektron emissiya bilan tanishtirish; • Termoelektron emissiyaning miqdoriy bog'lanishlari tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • katoddan elektronlar emissiyasi haqida tushunchalar beradi; • Termoelektron emissiya aytib beradi; • Termoelektron emissiyaning miqdoriy bog'lanishlari tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

17.2. “KATODDAN ELEKTRONLAR EMISSIYASI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Katoddan elektronlar emissiyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “KATODDAN ELEKTRONLAR EMISSIYASI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

18-mavzu. YOYNING ENERGETIK BALANSI

18.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Yoyning energetik balansi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda yoyning energetik balansi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • yoyning energetik balansi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Energiya sarfi bilan tanishtirish; • Yoy ustuni energiya balansi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • yoyning energetik balansi haqida tushunchalar beradi; • Energiya sarfi aytib beradi; • Yoy ustuni energiya balansi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

18.2. “YOYNING ENERGETIK BALANSI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yoyning energetik balansi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “YOYNING ENERGETIK BALANSI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

19-mavzu. ELEKTR YOYNING TEMPERATURASI VA VOLT-AMPER TAVSIFI

19.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Elektr yoyning temperaturasi va volt-amper tavsifi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda elektr yoyning temperaturasi va volt-amper tavsifi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • elektr yoyning temperaturasi va volt-amper tavsifi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Yoydagi kuchlanishni payvandlash toki ta'siri bilan tanishtirish; • geometrik omillarning ta'sirini elektr yoylarining shakllari tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • elektr yoyning temperaturasi va volt-amper tavsifi haqida tushunchalar beradi; • Yoydagi kuchlanishni payvandlash toki ta'siri aytib beradi; • geometrik omillarning ta'sirini elektr yoylarining shakllari tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

19.2. “ELEKTR YOYNING TEMPERATURASI VA VOLT-AMPER TAVSIFI”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Elektr yoyning temperaturasi va volt-amper tavsifi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “ELEKTR YOYNING TEMPERATURASI VA VOLT-AMPER TAVSIFI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

20-mavzu. ELEKTRODNING QIZISHI VA ERISHI

20.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Elektrodning qizishi va erishi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda elektrodning qizishi va erishi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • elektrodning qizishi va erishi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • erish koeffitsienti bilan tanishtirish; • Erish koeffitsientini vaqtga bogligligi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • elektrodning qizishi va erishi haqida tushunchalar beradi; • erish koeffitsienti aytib beradi; • Erish koeffitsientini vaqtga bogligligi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

20.2. “ELEKTRODNING QIZISHI VA ERISHI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Elektrodning qizishi va erishi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “ELEKTRODNING QIZISHI VA ERISHI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

**21-mavzu. YOYDA METALLNI KO‘CHIRISHNI TADQIQLANISH
METODLARI VA KO‘CHIRISHNING ASOSIY SHAKLLARI**

21.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Yoyda metallni ko‘chirishni tadqiqqlanish metodlari va ko‘chirishning asosiy shakllari
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda yoyda metallni ko‘chirishni tadqiqqlanish metodlari va ko‘chirishning asosiy shakllari to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Yoyda metallni ko‘chirishni tadqiqqlanish metodlari va ko‘chirishning asosiy shakllari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Metallni payvandlash yoyida ko‘chirish shakli bilan tanishtirish; • Elektrod materialini qisqa tutash bilan ko‘chishi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Yoyda metallni ko‘chirishni tadqiqqlanish metodlari va ko‘chirishning asosiy shakllari haqida tushunchalar beradi; • Metallni payvandlash yoyida ko‘chirish shakli aytib beradi; • Erish koeffitsientini vaqtga bogligligi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

**21.2. “YOYDA METALLNI KO‘CHIRISHNI TADQIQLANISH
METODLARI VA KO‘CHIRISHNING ASOSIY SHAKLLARI” ma’ruza**
mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yoyda metallni ko‘chirishni tadqiqqlanish metodlari va ko‘chirishning asosiy shakllari 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “YOYDA METALLNI KO‘CHIRISHNI TADQIQLANISH METODLARI VA KO‘CHIRISHNING ASOSIY SHAKLLARI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

22-mavzu. YOYDA AMAL QILUVCHI KUHLAR

22.1. Ta' lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Yoyda amal qiluvchi kuchlar
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda yoyda amal qiluvchi kuchlar to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • yoyda amal qiluvchi kuchlar haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Og'irlik kuchlari bilan tanishtirish; • Elektrodinamik kuch tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • yoyda amal qiluvchi kuchlar haqida tushunchalar beradi; • Og'irlik kuchlari aytib beradi; • Elektrodinamik kuch tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

22.2. “YOYDA AMAL QILUVCHI KUHLAR” ma’ruza mashg’ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg’ulot mavzusi, uning maqsadi va o’quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o’quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo’yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yoyda amal qiluvchi kuchlar 2.2. O’quv fanining maqsadi va vazifalari, o’tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo’yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “YOYDA AMAL QILUVCHI KUHLAR” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o’quv materialini o’rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

23-mavzu. PAYVAND TOKI VA KUCHLANISHNING KO‘CHIRISHGA TA’SIRI

23.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Payvand toki va kuchlanishning ko‘chirishga ta’siri
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda payvand toki va kuchlanishning ko‘chirishga ta’siri to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • payvand toki va kuchlanishning ko‘chirishga ta’siri haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Ko‘chayotgan tomchi diametrini yoydagi kuchlanishga bog‘ligi bilan tanishtirish; • V.I. Dyatlov tajribalari tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • payvand toki va kuchlanishning ko‘chirishga ta’siri haqida tushunchalar beradi; • Ko‘chayotgan tomchi diametrini yoydagi kuchlanishga bog‘ligi aytib beradi; • V.I. Dyatlov tajribalari tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

23.2. “PAYVAND TOKI VA KUCHLANISHNING KO‘CHIRISHGA TA’SIRI”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Payvand toki va kuchlanishning ko‘chirishga ta’siri 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “PAYVAND TOKI VA KUCHLANISHNING KO‘CHIRISHGA TA’SIRI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

24-mavzu. PAYVANDLASH METALLURGIYASI
KARBONAT ANGIDRID MUHITIDA KAM UGLERODLI
PO‘LATLARNI ELEKTR YOYI BILAN PAYVANDLASH USULI

24.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Karbonat angidrid muhitida kam uglerodli po‘latlarni elektr yoyi bilan payvandlash usuli
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda karbonat angidrid muhitida kam uglerodli po‘latlarni elektr yoyi bilan payvandlash usuli to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Karbonat angidrid muhitida kam uglerodli po‘latlarni elektr yoyi bilan payvandlash usuli haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Karbonat angidridni tarkibini temperatura oshishi bilan o‘zgaruvchanlik grafigi bilan tanishtirish; • Elementlarning kislorodni yo‘qotish kuchini temperaturaga bog‘liqlik grafigi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Karbonat angidrid muhitida kam uglerodli po‘latlarni elektr yoyi bilan payvandlash usuli haqida tushunchalar beradi; • Karbonat angidridni tarkibini temperatura oshishi bilan o‘zgaruvchanlik grafigi aytib beradi; • Elementlarning kislorodni yo‘qotish kuchini temperaturaga bog‘liqlik grafigi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

24.2. “PAYVANDLASH METALLURGIYASI
KARBONAT ANGIDRID MUHITIDA KAM UGLERODLI PO‘LATLARNI
ELEKTR YOYI BILAN PAYVANDLASH USULI” ma’ruza mashg‘ulotining
texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Karbonat angidrid muhitida kam uglerodli po‘latlarni elektr yoyi bilan payvandlash usuli 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “PAYVANDLASH METALLURGIYASI. KARBONAT ANGIDRID MUHITIDA KAM UGLERODLI PO‘LATLARNI ELEKTR YOYI BILAN PAYVANDLASH USULI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

25-mavzu. QOPLANGAN ELEKTROD BILAN PAYVANDLASHNI METALLURGIYASI

25.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Qoplangan elektrod bilan payvandlashni metallurgiyasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda qoplangan elektrod bilan payvandlashni metallurgiyasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Qoplangan elektrod bilan payvandlashni metallurgiyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • . Elektrod qoplama qalinligining azot miqdoriga bog'liqligi bilan tanishtirish; • Azot miqdorini metall chokining mexanik hossalarniga ta'siri tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Qoplangan elektrod bilan payvandlashni metallurgiyasi haqida tushunchalar beradi; • . Elektrod qoplama qalinligining azot miqdoriga bog'liqligi bilan o'zgaruvchanlik grafigi aytib beradi; • Azot miqdorini metall chokining mexanik hossalarniga ta'siri tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

25.2. “QOPLANGAN ELEKTROD BILAN PAYVANDLASHNI METALLURGIYASI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Qoplangan elektrod bilan payvandlashni metallurgiyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “QOPLANGAN ELEKTROD BILAN PAYVANDLASHNI METALLURGIYASI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

**26-mavzu. PAYVAND SHLAKLARINING FIZIK-KIMYOVIY
XOSSALARI.**

26.1. Ta' lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Payvand shlaklarining fizik-kimyoviy xossalari
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda payvand shlaklarining fizik-kimyoviy xossalari to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • payvand shlaklarining fizik-kimyoviy xossalari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Shlaklarning temperatura intervaliga bog'liqligi bilan tanishtirish; • Shlaklarning oquvchanlik tezligini epyurasi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • payvand shlaklarining fizik-kimyoviy xossalari haqida tushunchalar beradi; • . Shlaklarning temperatura intervaliga bog'liqligi bilan o'zgaruvchanlik grafigi aytib beradi; • Shlaklarning oquvchanlik tezligini epyurasi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

26.2. “PAYVAND SHLAKLARINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Payvand shlaklarining fizik-kimyoviy xossalari 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “PAYVAND SHLAKLARINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

27-mavzu. AKTIV OKSIDLARNING O‘ZARO MUNOSABATLARI NAZARIYASI

27.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Aktiv oksidlarning o‘zaro munosabatlari nazariyasi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda aktiv oksidlarning o‘zaro munosabatlari nazariyasi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Aktiv oksidlarning o‘zaro munosabatlari nazariyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Diffuzion kislorodni yo‘qotuvchiligini haroratga bog‘liqligi bilan tanishtirish; • Payvand choki metallida gazlar miqdori beradigan elektrod turlari tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Aktiv oksidlarning o‘zaro munosabatlari nazariyasi haqida tushunchalar beradi; • Diffuzion kislorodni yo‘qotuvchiligini haroratga bog‘liqligi aytib beradi; • Payvand choki metallida gazlar miqdori beradigan elektrod turlari tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

27.2. “AKTIV OKSIDLARNING O‘ZARO MUNOSABATLARI NAZARIYASI”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Aktiv oksidlarning o‘zaro munosabatlari nazariyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “AKTIV OKSIDLARNING O‘ZARO MUNOSABATLARI NAZARIYASI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

28-mavzu. KISLORODNI ERIGAN METALLDAN CHIQARISH (QAYTARISH) NAZARIYASI

28.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Kislorodni erigan metallardan chiqarish (qaytarish) nazariyasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda kislorodni erigan metallardan chiqarish (qaytarish) nazariyasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • kislorodni erigan metallardan chiqarish (qaytarish) nazariyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Turli xil kislorod yo'qotuvchilar uchun ma'lumotlar bilan tanishtirish;	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • kislorodni erigan metallardan chiqarish (qaytarish) nazariyasi haqida tushunchalar beradi; • Turli xil kislorod yo'qotuvchilar uchun ma'lumotlar aytib beradi;
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

28.2. “KISLORODNI ERIGAN METALLDAN CHIQRISH (QAYTARISH) NAZARIYASI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Kislorodni erigan metallardan chiqarish (qaytarish) nazariyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “KISLORODNI ERIGAN METALLDAN CHIQRISH (QAYTARISH) NAZARIYASI” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

29-mavzu. KISLORODNI XAYDASH (QAYTARISH) TURLARI

29.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Kislorodni xaydash (qaytarish) turlari
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda kislorodni xaydash (qaytarish) turlari to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • kislorodni xaydash (qaytarish) turlari haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Vodorod bilan kislorod haydash bilan tanishtirish; • Diffuzion kislorod kaytaruvchi usuli tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • kislorodni xaydash (qaytarish) turlari haqida tushunchalar beradi; • Vodorod bilan kislorod haydash aytib beradi; • Diffuzion kislorod kaytaruvchi usuli tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

29.2. “KISLORODNI XAYDASH (QAYTARISH) TURLARI” ma’ruza
mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Kislorodni xaydash (qaytarish) turlari 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Kislorodni xaydash (qaytarish) turlari” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

30-mavzu. CHOK METALLINI LEGIRLASH

30.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Chok metallini legirlash
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda chok metallini legirlash to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • chok metallini legirlash haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Chok metallini legirlash yo'llari bilan tanishtirish;	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • chok metallini legirlash haqida tushunchalar beradi; • Chok metallini legirlash yo'llari aytib beradi;
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

30.2. “CHOK METALLINI LEGIRLASH” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Chok metallini legirlash 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Chok metallini legirlash” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

31-mavzu. PAYVANDLANAYOTGAN CHOKLAR METALLARINI MODIFIKATSIYASI

31.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Payvandlanayotgan choklar metallarini modifikatsiyasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda payvandlanayotgan choklar metallarini modifikatsiyasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • payvandlanayotgan choklar metallarini modifikatsiyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Modifikator miqdorining modifikatsiya samaradorligiga ta'siri bilan tanishtirish; • Modifikator miqdorining metall chokining mexanik xossalariga ta'siri tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • payvandlanayotgan choklar metallarini modifikatsiyasi haqida tushunchalar beradi; • Modifikator miqdorining modifikatsiya samaradorligiga ta'siri aytib beradi; • Modifikator miqdorining metall chokining mexanik xossalariga ta'siri tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

31.2. “PAYVANDLANAYOTGAN CHOKLAR METALLARINI
MODIFIKATSIYASI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Payvandlanayotgan choklar metallarini modifikatsiyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Payvandlanayotgan choklar metallarini modifikatsiyasi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

32-mavzu. KRISTALLANISH TO‘G‘RISIDA ASOSIY NAZARIY MA’LUMOTLAR

32.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Kristallanish to‘g‘risida asosiy nazariy ma’lumotlar
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda kristallanish to‘g‘risida asosiy nazariy ma’lumotlar to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • kristallanish to‘g‘risida asosiy nazariy ma’lumotlar haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Payvandlash vannasi, uning xosil bo‘lishi va asosiy tavsiflari bilan tanishtirish; • Quymalarda metallarning kristallanishi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • kristallanish to‘g‘risida asosiy nazariy ma’lumotlar haqida tushunchalar beradi; • Payvandlash vannasi, uning xosil bo‘lishi va asosiy tavsiflari aytib beradi; • Quymalarda metallarning kristallanishi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

32.2. “KRISTALLANISH TO‘G‘RISIDA ASOSIY NAZARIY
MA’LUMOTLAR” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Kristallanish to‘g‘risida asosiy nazariy ma’lumotlar 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Kristallanish to‘g‘risida asosiy nazariy ma’lumotlar” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

33-mavzu. ISSIQ YORIQLARNING (DARZLARINING) HOSIL BO‘LISHI TABIATI VA MEXANIZMI

33.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Issiq yoriqlarning (darzlarining) hosil bo‘lishi tabiati va mexanizmi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda Issiq yoriqlarning (darzlarining) hosil bo‘lishi tabiati va mexanizmi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Issiq yoriqlarning (darzlarining) hosil bo‘lishi tabiati va mexanizmi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • D.M. Rabkin va I.I. Frumin gipotezasi bilan tanishtirish; • N.N. Proxorov gipotezasi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Issiq yoriqlarning (darzlarining) hosil bo‘lishi tabiati va mexanizmi haqida tushunchalar beradi; • D.M. Rabkin va I.I. Frumin gipotezasi aytib beradi; • N.N. Proxorov gipotezasi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

33.2. “ISSIQ YORIQLARNING (DARZLARINING) HOSIL BO‘LISHI
TABIATI VA MEXANIZMI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Issiq yoriqlarning (darzlarining) hosil bo‘lishi tabiati va mexanizmi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Issiq yoriqlarning (darzlarining) hosil bo‘lishi tabiati va mexanizmi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

34-mavzu. AYRIM BOSHQA OMILLARNING ISSIQ YORIQLARNING PAYDO BO‘LISHIGA TA’SIRI

34.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri i to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Cho‘zuvchi kuchlanishlarning ta’siri bilan tanishtirish; • Chok metalli kimyoviy tarkibining ta’siri tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri haqida tushunchalar beradi; • Cho‘zuvchi kuchlanishlarning ta’siri aytib beradi; • Chok metalli kimyoviy tarkibining ta’siri tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

34.2. “AYRIM BOSHQA OMILLARNING ISSIQ YORIQLARNING PAYDO BO‘LISHIGA TA’SIRI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

35-mavzu. METALLARDA GAZLAR VA BO'SHLIQ (G'OVAK) LARNING PAYDO BO'LISH MEXANIZMI

35.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Metallarda gazlar va bo'shliq (g'ovak) larning paydo bo'lish mexanizmi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda metallarda gazlar va bo'shliq (g'ovak) larning paydo bo'lish mexanizmi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Metallarda gazlar va bo'shliq (g'ovak) larning paydo bo'lish mexanizmi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Chok metallida shlakli kirishmalar bilan tanishtirish;	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Metallarda gazlar va bo'shliq (g'ovak) larning paydo bo'lish mexanizmi haqida tushunchalar beradi; • Chok metallida shlakli kirishmalar aytib beradi;
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

35.2. “METALLARDA GAZLAR VA BO‘SHLIQ (G’OVAK) LARNING
PAYDO BO‘LISH MEXANIZMI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Metallarda gazlar va bo‘shliq (g’ovak) larning paydo bo‘lish mexanizmi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Metallarda gazlar va bo‘shliq (g’ovak) larning paydo bo‘lish mexanizmi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

36-mavzu. YUQORI LEGIRLANGAN PO‘LATLARNING PAYVANDLANUVCHANLIGI

36.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Yuqori legirlangan po‘latlarning payvandlanuvchanligi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda yuqori legirlangan po‘latlarning payvandlanuvchanligi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Yuqori legirlangan po‘latlarning payvandlanuvchanligi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Yuqori legirlangan po‘lat tuzilmasining uning tarkibiga bog‘liq xoldagi diagrammasi bilan tanishtirish;	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Yuqori legirlangan po‘latlarning payvandlanuvchanligi haqida tushunchalar beradi; • Yuqori legirlangan po‘lat tuzilmasining uning tarkibiga bog‘liq xoldagi diagrammasi aytib beradi;
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

36.2. “YUQORI LEGIRLANGAN PO‘LATLARNING
PAYVANDLANUVCHANLIGI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Yuqori legirlangan po‘latlarning payvandlanuvchanligi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Yuqori legirlangan po‘latlarning payvandlanuvchanligi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

37-mavzu. FERRITLI YUQORI XROMLI PO‘LATLARNI PAYVANDLASH

37.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Ferritli yuqori xromli po‘latlarni payvandlash
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda ferritli yuqori xromli po‘latlarni payvandlash to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • ferritli yuqori xromli po‘latlarni payvandlash haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Kristallararo korroziya hosil bo‘lishi mexanizmi bilan tanishtirish; • Metallning mo‘rtlanishga moyilligi tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • ferritli yuqori xromli po‘latlarni payvandlash haqida tushunchalar beradi; • Kristallararo korroziya hosil bo‘lishi mexanizmi aytib beradi; • Metallning mo‘rtlanishga moyilligi tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

37.2. “FERRITLI YUQORI XROMLI PO‘LATLARNI PAYVANDLASH”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Ferritli yuqori xromli po‘latlarni payvandlash 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Ferritli yuqori xromli po‘latlarni payvandlash” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

38-mavzu. AUSTENITLI XROM-NIKELLI PO‘LATLARNI PAYVANDLASH JARAYONI

38.1. Ta’lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Austenitli xrom-nikelli po‘latlarni payvandlash jarayoni
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda austenitli xrom-nikelli po‘latlarni payvandlash jarayoni to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Austenitli xrom-nikelli po‘latlarni payvandlash jarayoni haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Issiq darzlarga moilligi bilan tanishtirish; • Issiq darzlarga moyil bo‘lgan yirik dendridli struktura tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • Austenitli xrom-nikelli po‘latlarni payvandlash jarayoni haqida tushunchalar beradi; • Issiq darzlarga moilligi aytib beradi; • Issiq darzlarga moyil bo‘lgan yirik dendridli struktura tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

38.2. “AUSTENITLI XROM-NIKELLI PO‘LATLARNI PAYVANDLASH
JARAYONI” ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Austenitli xrom-nikelli po‘latlarni payvandlash jarayoni 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Austenitli xrom-nikelli po‘latlarni payvandlash jarayoni” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

39-mavzu. ALYUMINIY VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH METALLURGIYASI VA TEXNOLOGIYASI

39.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Alyuminiyni payvandlash metallurgiyasi bilan tanishtirish; • Oksidli pardani yoy bilan emirilishi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi haqida tushunchalar beradi; • Alyuminiyni payvandlash metallurgiyasi aytib beradi; • Oksidli pardani yoy bilan emirilishi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

39.2. “ALYUMINIY VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH
METALLURGIYASI VA TEXNOLOGIYASI” ma’ruza mashg‘ulotining
texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

40-mavzu. ALYUMINNING VODOROD BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI

40.1. Ta’ lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg‘ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg‘ulot shakli</i>	Ma’ruza-muloqot
<i>Ma’ruza rejasi</i>	1. Alyuminning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</i> talabalarda alyuminning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi to‘g‘risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • alyuminning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi haqida talabalarda bilim shakllantirish; • Vodorodni alyuminiyda erish grafigi tanishtirish; • Payvand choki metallini modifikatsiyalash tushuntirish	<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i> • alyuminning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi haqida tushunchalar beradi; • Vodorodni alyuminiyda erish grafigi aytib beradi; • Payvand choki metallini modifikatsiyalash tushuntiradi.
<i>Ta’lim berish usullari</i>	Ko‘rgazmali ma’ruza, suhbat
<i>Ta’lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta’lim berish vositalari</i>	O‘quv qo‘llanma, proyektor
<i>Ta’lim berish sharoiti</i>	O‘TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og‘zaki nazorat: savol-javob

40.2. “ALYUMINNING VODOROD BILAN O‘ZARO TA’SIRLASHUVI”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Alyuminning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Alyuminning vodorod bilan o‘zaro ta’sirlashuvi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

41-mavzu. TITAN VA UNING QOTISHMALARINI PAYVANDLASH METALLURGIYASI VA TEXNOLOGIYASI

41.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi haqida talabalarda bilim shakllantirish;	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi haqida tushunchalar beradi
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

41.2. “Titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi”
ma’ruza mashg‘ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Titan va uning qotishmalarini payvandlash metallurgiyasi va texnologiyasi” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

42-mavzu. TITANDAGI ARALASHMALAR

42.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

<i>Mashg'ulot vaqti – 2 soat</i>	Talabalar soni: 25 tagacha
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza-muloqot
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Titandagi aralashmalar
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> talabalarda titandagi aralashmalar to'g'risida yaxlit tasavvur hosil qilish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • Titandagi aralashmalar talabalarda bilim shakllantirish; • Kislorod, azot, vodorod va uglerodning titanni mexanik xossalriga ta'siri tanishtirish; • Vodorodni titanda eruvchanlik grafigi tushuntirish	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • Titandagi aralashmalar haqida tushunchalar beradi; • Kislorod, azot, vodorod va uglerodning titanni mexanik xossalriga ta'siri aytib beradi; • Vodorodni titanda eruvchanlik grafigi tushuntiradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy, jamoaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

42.2. “**TITANDAGI ARALASHMALAR**” ma’ruza mashg‘ulotining
texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	<i>Ta’lim beruvchi</i>	<i>Ta’lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg‘ulot mavzusi, uning maqsadi va o‘quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Talabalar o‘quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiradi. 1.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida savollar beradi.	Tinglaydilar. Tinglaydilar Talabalar berilgan savollarga javob beradilar.
2-bosqich Asosiy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Power Point dasturi yordamida slaydlarni namoyish qilish va izohlash bilan mavzu bo‘yicha asosiy nazariy jihatlarini tushuntirib beradi: 1. Titandagi aralashmalar 2.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifalari, o‘tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharxlab beradi; 2.3. Talabalar bilimlarini faollashtirish va mustahkamlash maqsadida savollarni beradi:	Tinglaydilar, yozadilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar. Tinglaydilar, yozadilar.
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo‘yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun “Titandagi aralashmalar” mavzusini taqdim etadi va Insert texnikasi asosida mazkur o‘quv materialini o‘rganib kelish vazifasini beradi.	Savollar beradilar. Vazifani yozib oladilar.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМЛИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ

МЕХАНИКА-МАШИНАСОЗЛИК ФАКУЛТЕТИ

«ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР ВА ЖИХОЗЛАР» КАФЕДРАСИ

Абралов М.А.

5522700 – «Пайвандлаш ишлаб чиқариш машиналари ва
технологияси» йўналиши бўйича бакалаврларни тайёрлаш учун
«Пайванд жараёнлар назарияси» фанидан лаборатория
ишларини бажариш учун

УСЛУБИЙ КЎРСАТМА

ТОШКЕНТ 2014

1-Лаборатория иши

КЎМИР ЭЛЕКТРОДЛАР ОРАСИДАГИ ЭЛЕКТР ЁЙИ РАЗРЯДИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Ишдан мақсад: Электр ёйи тузулишини кузатган ҳолда унинг ток тури ва кутбга нисбатан ўзгаришини ва шунингдек ферромагнит массага таъсирини ўрганиб ёй статик вольтампер тавсифини олиш мақсадга мувофиқ.

Назарий қисм

Ёй разряди газлардаги электр разрядини бир кўринишини ташкил этади. Ёйли разряд ўз навбатида катта зичликка эга разряд токи бўлиб характерланади ва шу разряд миқдори қизиқ турган катоддан ажралаётган ионлар ва эмиссияланаётган электронлар ҳисобига ва ёй оралиғидаги термик ионизация ҳисобига бардавом этади.

Ёйли жараён ҳосил бўлиши учун аввал уни ҳосил қилиш керак бўлади. Ёй ҳосил бўлиш жараёни икки услубда ҳосил бўлиши мумкин, биринчиси тўғридан тўғри электродларни ёки электрод билан буюмни текашиш йўли билан иккинчи усул электродни текизмасдан юқори кучланишли ва юқори частотали ток ҳосил қилиб беривчи мосламалар ёрдамида амалга оширилади.

Ёй газли ўтказгич бўлиб ҳисобланади. Электродлар уч қисмида ёй бироз сиқилган кўринишда бўлади ёй устунига нисбатан, ва ёй сиқилган қисмини актив доғ қисми ташкил этади. Ўз навбатида актив доғ қисми электродлар уч қисмидаги энг қизиган қисми тушунилиб ёй токини ўтказувчи қисми ҳам ҳисобланади. Манфий кутбдаги актив доғ қисми катод доғи деб ва мусбат кутбдаги эса – анод доғи деб аталади.

Ёй узунлиги бўйича уч қисмдан иборат: катод, анод ва устун қисмлардан. Катод ва анод қисмлари электрод уч қисмида жойлашган бўлади, устун қисм эса буларнинг орасида жойлашган бўлади. Катод ва анод қисмларининг узунлиги деярли бир хил ва 10^{-3} - 10^{-5} см ташкил этади.

Ёй разряди ҳосил бўлиш даврида ёй устунининг қизишини кузатиш мумкин. Бунда газ устунини ҳарорати $6000-8000^{\circ}\text{C}$ гача бўлади, сиқилган ёйнинг ҳарорати эса $35000 - 40000^{\circ}\text{C}$ гача етиши мумкин. Катод доғининг юқори ҳарорати катод материалнинг қайнаш ҳароратига тенг. Ёй разряди натижасида ҳосил бўлган иссиқлик қуйдагича тақсимланади: катодда 45%, анодда 56% ва ёй устунида 21% ни ташкил этади.

Пайванд ёйининг электр занжири сифатида хоссаларини статик вольтампер тавсифи билан ифодаланилади. Ёйнинг вольт-ампер тавсифи деб ёйнинг кучланишини U_d электр ёйи ток кучига боғлиқлигини тушунишни мумкин (1.1-расм). Ёйнинг кучланиши уч қисмдаги кучланишлар пасайишининг йиғиндисига тенг:

$$U_d = U_k + U_c + U_a \quad (1.1)$$

бу ерда U_k — катод қисмидаги кучланиш пасайиши, $U_k = 8-20\text{В}$;

U_c — ёй устунидаги кучланиш пасайиши, В;

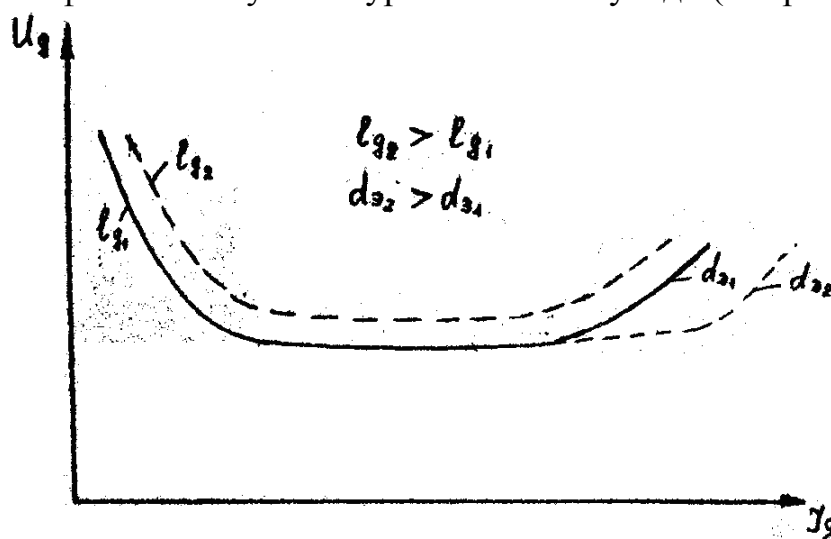
U_a — анод қисмидаги кучланиш пасайиши, $U_a = 2-4\text{В}$.

U_k ток кучи ва ёй узунлигига боғлиқ эмас ва катод материалынинг ионлашиш потенциалига тенг. Электр майдони кучланиши E ва ёй узунлиги l ошиши билан U_c ва U_a ҳам ошиб боради. Ток кучини зичлиги ошиши ва ёйнинг узунлиги камайиши билан E ҳам ошиб боради. Ёй кучланиши бошқа факторларга ҳам боғлиқ чунончи ёйнинг эффектив Ф.И.К.и дан. Маълумки U_d асосан ёй устунидаги ток зичлиги ва ёй узунлигига боғлиқ.

Пайвандлаш токи ошишида ёйда ток зичлигини камайиши қуйидаги шарт билан амалга ошиши мумкин: ёй устуни токга нисбатан тезроқ ошганда.

Ток кучи ошиши билан E , U_a , U_c , U_d қийматлар камайиб боради. Ёйнинг вольт-ампер тавсифи эса пасаяувчан бўлади. Ёй устуни кесимини оширишни имкони бўлмаса ток кучи ва ёй устуни ток зичлиги ошади.

Бундай ҳолда ток кучини ошиши билан E , U_a , U_c , U_d ҳам ошиб боради, вольт-ампер тавсиф эса юксалувчан кўринишга эга бўлади (1.1-расм)



1.1-Расм. Ёйнинг статик вольт-ампер тавсифи.

Ёйнинг статик вольт-ампер тавсифи таҳлил қилинганда ёй электр занжирини чизиқсиз элементи эканлиги маълум бўлади. Шунинг учун Ом қонунини ёй учун қўллаш мумкин эмас. Бундан келиб чиқиб кам зичликка эга ток учун Айртон формуласини қўллаш мумкин:

$$U_d = a + bI_d + \frac{c + dI_d}{I} \quad (1.2)$$

бу ерда a , b , c , d – электрод материали ва газ қатламининг таркибига боғлиқ бўлган коэффицентлар.

Айрим пайвандлаш режимларида ($I_d > 100A$, $j_d > 200A/mm^2$) ёй кучланиши пайвандлаш токига боғлиқ эмас:

$$U_d = U_k + U_a + E_c l_c \quad (1.3)$$

бу ерда E_c – ёй устунидаги электр майдонини кучланиши, $E_c = 10-40/cm$.

Жихоз ва материаллар

1. Ёй разряди жараёнини кузатиш учун қурилма: электрушлагични вертикал ҳолатда юришини таъминловчи қурилма, экранга ёйни

катталаштириб ва проектрлаб берувчи объектив ва яримтиниқ экранни ўз ичига олади.

2. Кўмир электродлар ва кўмир пластина
3. Пайванд ёйининг таъминловчи маънбалари: ВД-303 тўғрилагич ва ТД-300 трансформатори.
4. Ўлчов ускуналари (амперметр ва вольтметрлар)
5. Ферромагнит масса (оғир бўлган темир жисм)
6. Пулат пластинаси.

Ишни бажариш тартиби

1. Пайвандлаш тўғрилагичини таъминловчи манба сифатида олиб тўғри қутбли токда кўмир электроди ва кўмир пластинаси орасида ёйни ҳосил қиламиз. Объективнинг фокус масофасини ўзгартириш билан ёйнинг экрандаги аниқ тасвирини ҳосил қиламиз. Ва ёй чизиб олинади. Электродни вертикал равишда характланишини ҳосил қилиб ёй узулишини вужудга келтирилади ва уни максимал узунлиги ўлчаб олинади.

Синов натижалари 1.1-жадвалга киритилади.

1.1-жадвал

Ток тури	қутб	U_d , В	I_d , А	$l_{\text{разр}}$, мм
Ўзгармас	Тўғри			
	Тескари			
Ўзгарувчан	-			

2. Тажрибани тескари қутбли ўзгармас токда қайтарилсин. Тескари қутбли токда ёйнинг аввалги электр кўрсаткичларини сақлаган ҳолда ёйнинг максимал узунлиги ўлчансин ва 1.1-жадвалга киритилсин.

3. Тажрибани токнингаввалги қийматини сақлаган ҳолда ўзгарувчан токда амалга оширилсин. Натижалар 1.1-жадвалга киритилсин ва урта ўтказилган тажриба асосида ҳулоса қилинсин.

4. Диаметри икки хил бўлган электродлар учун тўғри қутбли ўзгармас ток ёрдамида ёй узунлиги ўзгармас бўлган ҳолатда ёйдаги кучланишни ток кучи билан боғлиқлигини аниқлаш. Тажриба натижаларини 2-жадвалга киритилсин. Жадвалдаги маълумотларга асосланиб ёйнинг статик вольт-ампер тавсифини қуриш $U_d = f(I_d)$

2-жадвал

№	$d_{\text{э1}}$				$d_{\text{э2}}$			
п/п	l_{d1}		l_{d2}		l_{d1}		l_{d2}	
	I_d , А	U_d , В	I_d , А	U_d , В	I_d , А	U_d , В	I_d , А	U_d , В

Ёй разрядини ва метал ўтказувчанлиги таққослаш.

5. Кўмир электрод ва кўмир пластина орасида тўғри қутбли ўзгармас ток билан ёйни ҳосил қилиш. Ҳосил бўлган ёй яқинига оғир темир жисм олиб борилади. Ёйнинг ўқ чизиғидан четлашишини кузатамиз.

6. Кўмир электрод ва пўлат пластина орасида тўғри қутбли ўзгармас ток билан ёйни ҳосил қилиш (пластина марказида, ён бошида ва бурчагида). Ёйни экранда кузатиб борилади.

Ҳисобот мазмуни

Тажриба бўйича ҳисобот ўз ичига ишни бажариш тартибини, қурилмани тузилишини, тажриба натижалари ёзилган жадвал, статик вольт-ампер тавсифини графиги ва тажриба таҳлилини олади.

Назорат саволлари

1. Электр ёйи нима ва унда қандай жараёнлар бўлиб ўтади?
2. Ёйнинг статик вольт-ампер тавсифи нима?
3. Ёй разрядини бошқа электр токи ўтказгичлардан қандай фарқи бор?
4. Нима учун ёй разрядига оғир ферромагнит жисмлар таъсир этади?
5. Нима учун электр токининг тури ва қутблилиги ёй ёниши турғунлигига таъсир этади?

2-Лаборатория иши

Катодли соғлишни тадқиқод қилиш.

Ишдан мақсад: ташқи магнит майдони таъсирида чок металини шаклланишини ва ёйни бошқариш имконияти билан танишиш.

Ишни мазмуни

Магнит майдонини электр токи ўтказгичи билан таъсирланганда ўтказгичга таъсир этувчи куч пайдо бўлади (кучнинг йўналиши чап қўл қойидаси билан аниқланади). Пайвандлашда ёй ва суюқ металл ўтказгич бўлиб хизмат қилади. Шунинг учун ташқи магнит майдони билан таъсирлашади. Таъсирлашиш натижасида ҳосил бўлган куч ёй ва суюқ металлни кўчиради. Кўчиш йўналиши ва ҳаракати магнит майдонни тури ва ток кучининг турига боғлиқ бўлади. Пайванд ёйи ўқиға нисбатан магнит индукцияси чизиқлари йўналишига қараб магнит майдони икки ҳил турга ажратиш мумкин: кўндаланг ва бўйлама. Магнит майдонининг бўйлама куч чизиқлари пайванд ёйи ўқиға параллел бўлади ва кўндаланг куч чизиқлари – перпендикуляр.

Умумий ҳолда пайванд ваннасидаги суюқ металл ва ёй ҳаракати мураккаб кўринишга эга. Ўзгармас магнит майдони ва ўзгармас пайвандлаш токида уларни ҳаракати элементар кўринишга эга бўлади.

Кўрсатилган шароитда бўйлама магнит майдони ёй устунини ва эриган металлни айланишга мажбур этади, кўндаланг магнит майдони эса ёйни ва суюқ металлни ўқ чизиғи бўйича четга чиқишини таъминлайди.

Магнит майдони ва пайванд токини турини ўзгартириш билан ёй устунини айланиши ва тебранишини ҳосил қилиш, пайванд ваннаси юзасида фаол доғни айланма кўчиши пайдо қилиш мумкин.

Жихоз ва материаллар

1. Ёйли разряд жараёнини экранда кузатиш учун қурилма.
2. Кумир электродлар ва кўмир пластиналар.
3. Соленоидлар ва электромагнит чулғамлар.
4. УМПТ-1 ёки УМПТ-2 туридаги электромагнит таъсир этувчи қурилма.
5. ВД-303 пайвандлаш тўғрилагичи
6. ИПК-350-4 қурилмаси
7. АДФ-500 пайвандлаш трактори
8. БМИ-1 микроскопи
9. АМг6 маркали пластиналар
10. Макроструктура ҳосил қилиш учун ишқор.

Ишни бажариш тартиби

1. Ёйли разряд жараёнини экранда кузатиш учун қурилмада ташқи магнит майдонни таъсир этиш натижасида ёйни четлашишини ва тузилишини экранда кузатиб бориш. Магнит майдони соленоидлар ёки

электрмагнит чулғамлар ёрдамида (УМПТ-1 ёки УМПТ-2 қурилмалари билан ҳосил қилинган) ҳосил қилинади. Пайванд ёйи кўмир электрод ва кўмир пластина орасида ҳосил қилинсин.

Ёй разряди ҳолатига магнит майдони тури ва қутблилиги ва пайванд токини қутблилигини таъсири аниқлаш. Барча ҳолатлар учун ёй шаклини чизиб олинсин.

2. ИПК-350-4 таъминловчи манба ва АДФ-500 тракторида АМг6 қотишмасидан иборат пластиналарни пайвандлаб кўриш натижасида ташқи магнит майдонини пайванд чок металини шаклланишига таъсирини ўрганиш. Тажрибани ўзгармас, ўзгарувчан (50 Гц) ва импульс тоқларида бажарилсин. Электрмагнит чулғамларини импульс тоқлари билан таъминланганда частотани магнит майдони билан боғлиқлигини ва чок металини юзасидаги қатламини шаклланишига таъсирини ўрганиш. Пайванд чоки металини қониқарли даражада шаклланишини таъминловчи магнит индукцияси қийматларини аниқлаш. Магнит майдонини пайванд чокнинг геометрик ўлчаларига таъсир этувчи ташқи магнит майдон импульсларини кўрсаткичларини аниқлаш. Эриш чуқурлигини чок кўндаланг кесими макроструктураларида аниқланади. Чок эни (b) ва эриш чуқурлиги (h) ўлчаш БМИ-1 микроскопида амалга оширилади. Ўлчов натижалари 2.1-жадвалга киритилсин.

2.1-жадвал

№	B, Гс	t _и , мс	t _п , мс	f, Гц	y	b, мм	h, мм
п/п							

Чок эни ва эриш чуқурлигини ташқи импульсли магнит майдони индукциясига боғлиқлигига кўрсатувчи графигини тузиш (импульс частотасининг ҳар хил қийматида).

$$b=f(B), \quad h=f(B)$$

Ўтказилган тажрибалар асосида хулосалар келтирилсин

Ҳисобот мазмуни

Тажриба бўйича ҳисобот ўз ичига ишни бажариш тартибини, тажриба усуллари, тажриба натижалари ёзилган жадвал ва тажриба хулосасини олади.

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш жараёнида қўлланиладиган магнит майдон турлари?
2. Пайванд ваннаси ва ёй разрядига бўйлама ва кўндаланг магнит майдонлар қандай таъсир ўтказади?
3. Пайванд ёйининг шаклига ташқи магнит майдони тури ва қутблилиги қандай таъсир этади?

4. Чок металини шаклланишига ўзгармас, ўзгарувчан ва импульс майдонлари қандай таъсир кўрсатади?

5. Чок метали юза шакланувчанлигига импульс частотаси қандай таъсир кўрсатади?

6. Чокнинг геометрик ўлчамларига магнит майдони импульс параметрларини қандай таъсир қилади? Бунда ҳолатни қандай ифодалаш мумкин?

3-Лаборатория иши

ЭЛЕКТРОД ҚОПЛАМАСИ КОМПОНЕНТЛАРИНИНГ ИОНЛАШТИРУВЧИ ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ.

Ишдан мақсад: электрод қопламалари ионлашиш хусусияти ва тайёр электродларни ёй разряди барқарорлигига таъсирини ўрганиш.

Ишни мазмуни

Ёй разряди барқарор давом этиши учун электродлар орасидаги қатламда доимо етарли даражада зарядланган зарралар мавжуд бўлиши керак: электронлар ва ионлар. Термо ва автоэлектрон эмиссия натижасида ёйли ораликга катоддан ажралаётган электронлар ва газнинг ионлашиши шунингдек электрод қопламаси компонентлари ёрдамида пайдо бўлади. Ионлашиш жараёнида электронлардан ташқари ионлар ҳам ҳосил бўлади. Ионлашиш жараёни нурланиш (фотоионизация), юқори ҳарорат (термик ионланиш) ва урилиш оқибатида вужудга келиши мумкин. Ёй разряди барқарорлиги ионланиш даражаси билан белгиланади ва буни ионланиш потенциали билан белгилаш мумкин. Атом ёки молекулани ташқи қобиғидан электронини ажратишга сарф этилаётган энергия миқдорини ионланиш потенциали деб аталади ва вольт (аникроғи электрон-вольт) да ўлчанади. Айрим элементларнинг ионланиш потенциаллари 3.1-жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал

Бирламчи ионланиш потенциаллари, В

Cs	K	Na	Ca	Fe	H	H ₂	O	N	Ar	F	Ne	He
3,8	4,3	5,1	6,0	7,8	13,5	15,4	13,5	14,	15,	18,	21,	24,
8	0	1	8	3	3	0	6	5	7	6	5	5

Ёй барқарорлигини ошириш мақсадида электрод қопламаси таркибига ионланиш потенциали паст бўлган элементлар қўшилади (ишқор ва еришқор металлари тузлари). Электрод қопламаларини бундай ташкил этувчиларини ионлаштирувчи компонентлар деб аталади. Электрод қопламаси таркибига кирувчи ионлаштирувчилардан ташқари суяқ ваннани ва чокга зарарли бўлган атроф муҳитдан сақловчи, суяқ метални металлургик жараёнларида ва чокни шаклланишини таъминловчи компонентлар ҳам мавжуд. Бу компонентларнинг вазифаси турлича бўлганлиги сабабли уларнинг

ионланиш хусусияти ҳам ҳар хил бўлади. Баъзи бир компонентлар таркибида юқори ионлашиш потенциалига эга элементлар бўлганлиги учун улар (масалан, фторли бирикмалар), ёй разряди барқарорлиги пасайтиради.

Ёй разряди барқарорлигини ифодалаш мақсадида эффектив ионлашиш потенциали тушунчасидан фойдаланилади. Бу тушунча фақат алоҳида компонентларнинг ионлашиш потенциалига боғлиқ бўлмай балки уларнинг бир жойга тўпланиши ҳам боғлиқ бўлади. Эффектив ионланиш потенциали U_0 қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$U_0 = \frac{T}{5800} \ln \sum_1^n \gamma^{1/2} e^{-\frac{5800U_i}{T}}$$

бу ерда T - ҳарорат, ° К;

γ - компонент концентрацияси (моляр қисми);

U_i - компонент ионлашиш потенциали, В.

Тайёр электродлар ва электрод қоплама компонентларини ионланиш хусусиятини таққослаш учун ёйнинг узулиш узунлиги аниқланади.

Жихоз ва материаллар

1. Электродни вертикал ҳолатда ҳаракатга келтирувчи мослама ва ўлчов шкаласини ўз ичига олган ёйнинг узулиш узунлигини аниқлаш учун қурилма.

2. ТСК-500 пайвандлаш трансформатори;

3. Кўмир электродли электрушлагиш.

4. Қопламасиз пўлат электродлари ва пўлат пластиналари.

5. МР-3, ОММ-5, УОНИИ 13/45 маркали электродлар

6. Мел (CaCO_3).

7. Плавикли шпат (CaF_2).

8. Қум (SiO_2)

9. Каолин ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

10. Поташ (K_2CO_3).

11. Қизил туз ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$).

12. Титан концентрати (38% TiO_2 , 52% FeO , 5% Al_2O_3 , 5% SiO_2).

13. Ферросилиций (70-80%Si).

14. Ферромарганец (70- 80% Mn)..

Ишни бажариш тартиби

1. Қопламасиз пўлат электродини пўлат пластинадан 2-3 мм баландликда масофа қолдириб қурилмага ўрнатилади. Пайвандлаш занжирида ёйни ёқиш учун электртутгич ёрдамида қисқа вақтли туташув ҳосил қилинади. Ёй ҳосил қилингандан сўнг электрод бир қисми эрийди ва электрод билан пластина орасидаги масофа катталашганлиги сабабли ёйли

разряд сўнади. Ёй узилиш узунлиги ўлчаб олинади. Тажриба уч маротаба қайтарилади ва ўртача миқдори ҳисобланади.

2. Қопламасиз электрод уч қисмига қоплама компонентларини сепиб тажриба қайтарилади. Қайтадан тажриба ўтказилишидан аввал электрод ва пластина орасидаги компонент қолдиқлари тозалаб олинади. Ёй узилиш узунлигини ўлчашдан олдин метал устидаги шлак қатламидан тозалаб олинади.

3. Тажриба қурилмадаги қопламасиз электрод ўрнига қопламали электродларни алмашган ҳолда қайтарилади.

Электрод қопламаларини таркиби 3.2-жадвалда келтирилган

3.2-жадвал

Электродлар қопламасининг таркиби, %			
Электрод маркаси	ОММ-	УОНИИ	МР-
	5	13/45	3
Титан концентрати	37	-	-
Марганец темир тоши	21	-	-
Дала шпати	20	-	-
Ферромарганец	9	2	15,5
Крахмал (декстрин, ун)	-	-	-
Мрамор	-	53	18
Плавикли шпат	-	18	-
Кварц	-	9	-
Ферросилиций	-	3	-
Ферротитан	-	15	-
Рутил	-	-	50
Каолин	-	-	5
Оксицеллюлоза	-	-	15
Тальк	-	-	10

Тажриба натижалари 3.3-жадвалга киритилсин

3.3-жадвал

қопламасиз электрод	Мел	Плавикли шпат	қум	Каолин	Поташ	қизил туз

Титан Ферро- Ферро- ОММ-5 УОНИИ13/45 МР-3
концентрати силиций марганец

Олинган натижалар асосида хулоса қилинсин

Ҳисобот мазмуни

Тажриба бўйича ҳисобот ишни бажариш тартибини, тажриба усуллари, тажриба натижалари ёзилган жадвал ва тажриба хулосасини ўз ичига олади.

Назорат саволлари:

1. Ионланиш потенциали ва эффектив ионланиш потенциали деганда нимани тушунаси?
2. Электрод қопламаси компонентлари нима мақсадида қўлланилади?
3. Қайси компонентларни ионлаштирувчилар деб санаб ўтамыз?
4. Нима учун бир хил катионли ва ҳар хил анионли тузларни ионлаштириш хусусияти ўзгача?
5. Элементларни ионлаштирувчи хусусияти нима билан белгиланади?
6. ОММ-5, УОНИ 13/45 ва МР-3 маркали электродларнинг қопламасида қайси компонент ионлаштиручи бўлиб хизмат қилади?

4-Лаборатория иши ЭЛЕКТРОДЛАР ҚИЗИШИ ВА ЭРИТИШ.

Ишдан мақсад: Пайвандлашда электродларни қизиш ва суюқланиш жараёнларини ўрганиш.

Иш мазмуни

Электрод стержени орқали электр токи ўтиши натижасида ажралаётган иссиқлик ва электрод учида пайванд ёйи ёрдамида ҳосил бўлаётган иссиқликдан қизийди.

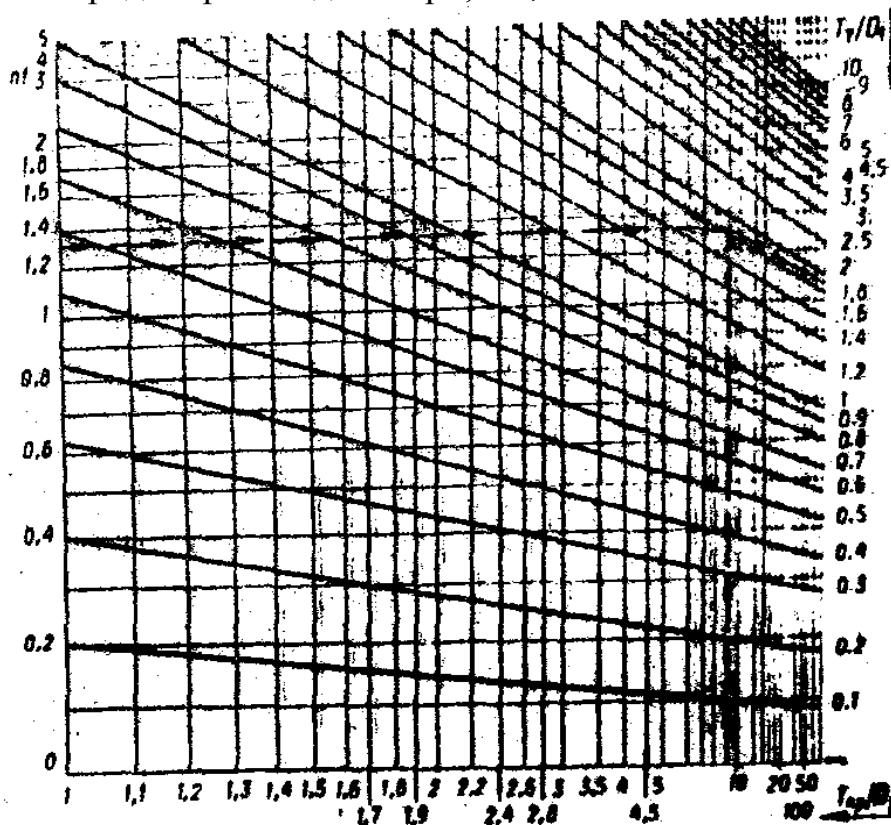
Электродни ток ёрдамида қиздириш. Ҳарорат 0 - 800°C оралиғида электродларни қизишини ҳисоблаш учун тенглама олинган. Электроднинг қизиш жараёнини ҳисоблаш қуйидаги кўрсаткичларни ўз ичига олган номограммадан фойдаланиб соддалаштириш мумкин: ўлчамсиз ҳарорат

T_{np}/D_1 ва ўлчовсиз вақт nt . Ўлчовсиз коэффициент n қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$n = \frac{A}{md_1} \left(\frac{T_{np}}{D_1} + 1 \right) \quad (4.1)$$

бу ерда A , D_1 , m – экспериментал равишда аниқланувчи ўзгармас катталиклар. Айрим электрод турлари учун ўзгармас катталиклар 1.1-жадвалда келтирилган.

d_1 – электрод стержени диаметри, мм;



4.1-Расм. Кам углеродли пўлат симдан олинган электродни ток билан қизиш жараёнини ҳисоблаш учун номограмма.

4.1-жадвал

A , D_1 доимий катталикларни қийматлари

Тури		Ток тури	A ,	D_1 , ϵC	m ,
сим	қоплама		$\frac{мм^2 \cdot C}{A^2 \cdot сек} 10^{-2}$		$\frac{мм^3 \cdot C}{A^2}$
Кам углеродли	мелли	ўзгармас	3,1	240	2,65
		ўзгарувчан	3,7	300	
	УОНИИ-	ўзгармас	2,4	200	2,5
	13	ўзгарувчан	2,7	240	
	ОММ-5				

Электроднинг қизиш ҳарорати қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$T_{np} = md_1 j^2 + T_0$$

бу ерда j – ток зичлиги, А/мм²;

T_0 – электрод бошланғич ҳарорати, °С

Ёй иссиқлиги ёрдамида электродни қиздириш. Пайванд ёйи электродни суюқланиш учидан бошлаб 10 мм гача қиздириб боради. Электродни шу қисмидаги иссиқликни тарқалиш ҳарорати $T(x)$ қуйидаги формула ёрдамида аниқланади

$$T(x) - T_T = (T_K - T_T) e^{-\frac{wx}{a}} \quad (4.3)$$

бу ерда x – электрод уч қисмидаги қизиган масофа, см;

T_T – электрод симини ток билан қиздириш ҳарорати, °С;

T_K – суюқланган электрод томчиси ҳароратига тенг бўлган электрод учидagi ҳарорат, °С;

w – электрод эриш тезлиги, см/сек;

a – ҳарорат ўтказувчанлик коэффиценти, см²/сек

Электродларни суюқланиши. Вақт бирлиги ичида электрод металига берилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$q_s = \eta_s \cdot 0,24UI \quad (4.4)$$

Электродни пайванд ёйи билан қизиш жараёнидаги эффектив ф.и.к. 0,15 – 0,30 га тенг бўлади.

Бу иссиқлик электрод ҳароратини T_T дан ўртача T_K ҳароратгача қиздирилиб унинг энталпиясини ошириш учун сарф бўлади:

$$q_s = wF\rho(S_K - S_T) \quad (4.5)$$

бу ерда F – электродни кўндаланг кесми юзаси, см²;

ρ – зичлик, г/см³;

S_K ва S_T – суюқланган томчи ҳароратидаги (пўлат учун T_K 2000 – 2200°С) ва ток билан электродни қиздириш ҳароратидаги метал энталпияси

Пайванд ёйи орқали киритилаётган иссиқлик миқдорини (4.4) метални суюқлантиришга сарфланаётган иссиқлик миқдори (4.5) билан тенглаштириб электродни суюқлантириш тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$\eta_s \cdot 0,24UI = wF\rho(S_K - S_T) \quad (4.6)$$

(4.6) тенгламадаги $wF\rho$ кўрсаткич электродни суюқланиш унумдорлигини белгилайди, г/сек:

$$g_{II} = wF\rho \quad (4.7)$$

(4.7) тенгламасини ҳисобга олган ҳолда (4.6) тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$\eta_s \cdot 0,24UI = g_{II}(S_K - S_T) \quad (4.8)$$

Электродни суюқланиш жараёнини характеристикалаш мақсадида суюқланиш коэффициенти β_p ва суюқланиш тезлигини нотекислиги коэффициенти киритилади. Суюқланиш коэффициенти β_p ток кучи бирлигига тўғри келувчи суюқланиш унумдорлигини билдиради, г/А, соат.

$$\alpha_p = \frac{g_p}{I} 3600 = \frac{3600 \cdot 0,24 \cdot \eta_s U}{(S_K - S_T)} \quad (4.9)$$

Электродни суюқланиш тезлиги нотекислиги коэффициенти пайвандлаш охиридаги суюқланиш тезлигини пайвандлаш бошидаги суюқланиш тезлигини нисбатига тенг:

$$k_H = \frac{W_{\max}}{W_0} \quad (4.10)$$

Пайвандлаш жараёни яхши ўтиши учун k_H 1,3 дан бўлиши керак.

Жихоз ва ашёлар.

1. Пайвандлаш пости.
2. Пирометрик милливольтметрга эга стенд.
3. Термопаралар.
4. Бир ҳил диаметрга эга ОММ-5 электроди (кам углеродли пўлат стержен) ва ОЗЛ-17У (ОЗХН28МДТ маркали темир никел қотишмаси стержени).

Ишнинг бажариш тартиби

1. ОММ-5 ва ОЗЛ - 17У электродларини ўрта қисмида термопаралар маҳкамланади, маҳкамланиш жойида қоплама кўчириб ташланади. Электродни ток орқали қизиши ва қизиш ҳарорати жараёнига ток зичлига ва электрод турини таъсирини ўрганиш. Тажриба икки ҳил қийматли токда электродни қисқа туташув ҳосил қилиш билан ўтказилади.

Ўлчов натижалари 4.1-жадвалга киритилсин ва унинг асосида вақт бирлиги ичида электрод қизиш ҳароратини ўзгариш графиги тузилсин.

4.1-жадвал

		Электродлар қизиш ҳарорати, С										
t, сек		0	10	20	40	60	90	120	150	180	240	300
I ₁ =...А	ОММ-5											
	ОЗЛ-17У											
I ₂ =...А	ОММ-5											
	ОЗЛ-17У											

Электрод қизиш жараёнига электрод турини боғлиқлигини аниқлаш. Номограммадан (4.1-рasm) фойдаланган ҳолда ОММ-5 маркали электродини ҳар 20-30 секундаги қизишини ҳисобланади. Тажрибадан олинган натижалар ҳисобланган натижалар билан таққосланади.

2. ОММ-5 ва ОЗЛ-17У электродларида ҳар 50 мм масофа қолдириб қоплама устидан мис симдан фойдаланиб белгилаб чиқилади. Икки ҳил қийматдаги ток ёрдамида электрод суёқланиши амалга оширилади. Электрод суёқланиш вақти секундомер ёрдамида белгиланади ва натижалар 4.2-жадвалга киритилади.

4.2-жадвал

Электрод қисмларини суёқланиш вақти									
Ток, А	Электрод тури	Суёқланиш вақти, сек							
$I_1 = \dots A$	ОММ-5	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8
	ОЗЛ-17У								
$I_2 = \dots A$	ОММ-5								
	ОЗЛ-17У								

Электродни ҳар бир қисмини суёқланиш ўртача тезлиги аниқланади ва электродни узунлиги бўйича тезлигини ўзгариш графиги тузилади. Тажрибадан олинган натижалар асосида электродни суёқланиш тезлиги нотекислиги коэффиценти, суёқланиш коэффиценти ва суёқланиш унумдорлиги аниқланади. Тажриба ва ҳисобланган натижалар таққосланади. Тенглама (4.3) ёрдамида электрод учидан 3,5 ва 10 мм масофадаги электроднинг ҳарорати ҳисоблансин.

Ҳисобот мазмуни

Тажриба бўйича ҳисобот ишни бажариш тартибини, тажриба усуллари, тажриба натижалари ёзилган жадвал ва тажриба хулосасини ўз ичига олади.

Назорат саволлари

1. Электрод маркаси токнинг зичлиги ва қизиш тезлигига таъсир кўрсатадими?
2. Нима учун ёйдан чиқаётган иссиқлик электродни қисқа масофасини киздиради?
3. Нима учун электродни узунлиги бўйича суёқланиш тезлиги нотекис?
4. Қандай қилиб электродни суёқланиш ва қизиш ҳароратлари ёрдамида пайвандлаш режимини танлаш мумкин?

5-Лаборатория иши ВАЛИКНИ ҚОПЛАШДА АСОСИЙ МЕТАЛНИ ЭРТИШ.

Ишдан мақсад: метални пайванд ёй билан эритиш жараёни самарадорлигини ўрганиш.

Иш мазмуни

Ёйли пайвандлашда суюқланган метал пайвандлаш ваннасини ҳосил қилади. Суюқ ванна қаттиқ ҳолатга ўтиши билан чок валикини ҳосил қилади. Ванна ва валикни қуйидаги геометрик ўлчамлар билан ифодалаш мумкин:

L – ванна узунлиги; B – ванн эни; H – эриш чуқурлиги; H_B – валикни бўртиқлик баландлиги; F_{np} – эриш чуқурлигини юзаси; F_n – эритиб қопланган юза.

Қуйидаги тенглама ёрдамида тез ҳаракатланувчи қувватли ёй билан катта буюм юзасига энсиз валик ваннасини узунлигини аниқлаш мумкин:

$$L = \frac{q}{2\pi\lambda T_{nl}} \quad (5.1)$$

бу ерда q – ёйнинг эффектив иссиқлик қуввати, Дж/м;

λ – иссиқлик ўтказувчанлик коэффициент, Дж/(см·сек·град);

T_{nl} – метални эриш ҳарорати, °С.

Қуйидаги тенглама ёрдамида эритиб қопланган юза ҳисобланади.

$$F_n = \frac{\alpha_p I (1 - \psi)}{3600 \rho v}$$

бу ерда α_p – суюқланиш коэффициенти, г/(А·ч);

I – пайванд токи,

ψ – метал сачраши коэффициенти;

ρ – зичлик, г/см³;

v – пайвандлаш тезлиги, см/сек.

Эриш чуқурлиги жараёнини самарадорлиги термик ф.и.к. η_t билан ифодаланиб, метални қалинлиги бўйича эритиш учун керакли бўлган иссиқлик миқдорини ёй билан киритилаётган иссиқлик миқдори нисбатига тенг:

$$\eta_t = \frac{v F_{np} S'_{np}}{q} \quad (5.3)$$

бу ерда $F_{пр}$ – эриш чуқурлиги юзаси, $см^2$

$S'_{np} = c\rho T_{пл}$ - суюқланган металнинг ҳажмий энталпияси бўлиб ўз ичига яширин суюқланиш иссиқлигини ҳам олади (кам углеродли пўлат учун = 2500 кал/ $см^3$).

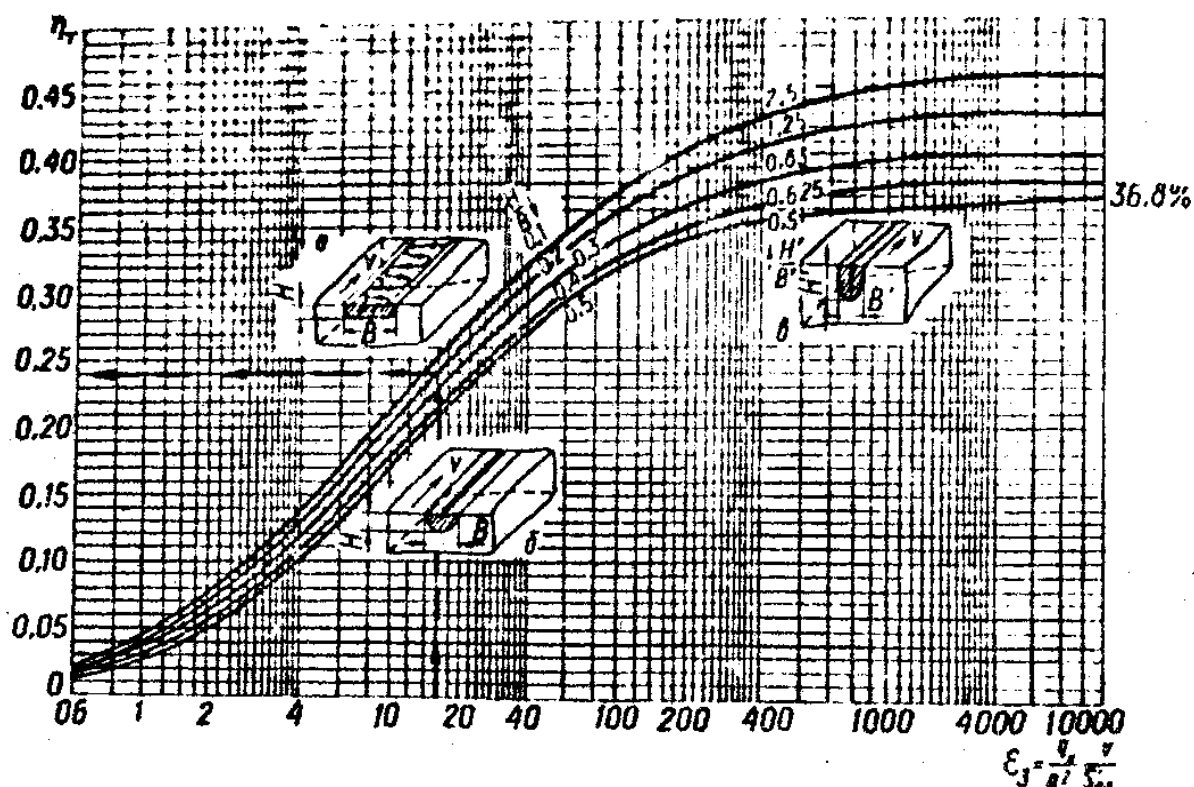
Катта ўлчамдаги буюм юзасига пайванд чок эритиб қоплашда эриш чуқурлиги жараёни термик ф.и.к.и ўлчовсиз критерийга боғлиқ бўлган ҳолда номограммадан аниқланади.

$$\varepsilon_3 = \frac{qv}{a^2 S'_{пл}} \quad (5.3)$$

Юпқа листларни учма-уч пайвандлашдаги термик ф.и.к.и ўлчовсиз критерийга боғлиқ бўлган ҳолда номограммадан аниқланади (рис. 5.2).

$$\varepsilon_2 = \frac{q}{a\delta S'_{пл}} \quad (5.4)$$

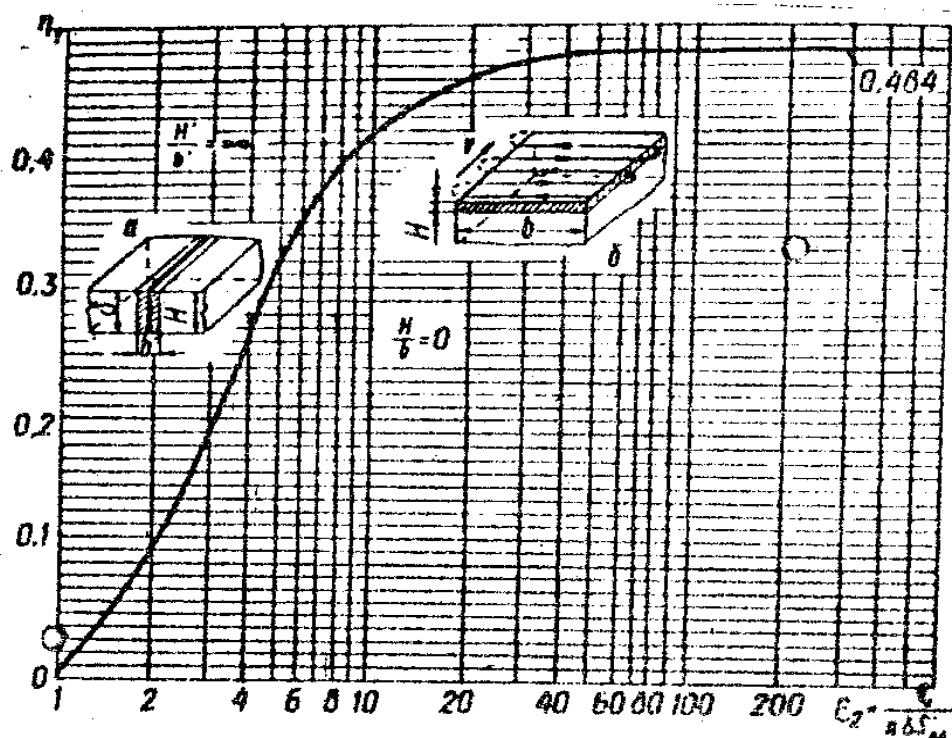
бу ерда δ – пластина қалинлиги, $см$.



5.1-Расм. Катта ўлчамдаги жисмга пайванд чок эритиб қоплашда термик ф.и.к.ини аниқлаш учун график, $H/B=0,1—2,5$:

а - кенгайтирилган зона, $H/B < 0,5$; б – ярим айналани зона, $H/B=0,5$;

в - чуқурлаштирилган зона, $H/B > 0,5$



5.2-Расм. Термик ф.и.к.ини ҳисоблаш учун график к.п.д. η_t :
 а – юпка листларни бир ўтишли учма-уч пайвандлаш $H'/B' = \infty$;
 б – катта ўлчамдаги жисмга кенгайтирилган пайванд чокни эритиб қоплаш, $H/B=0$.

Эриш чуқурлиги жараёни самарадорлигини ифодаловчи тўлиқ иссиқлик ф.и.к.и асосий метални ёй билан қиздириш жараёни самарадорлик ф.и.к.и ва термик ф.и.к.и кўпайтмасига тенг:

$$\eta_{np} = \eta_u \eta_t \quad (5.5)$$

Жихоз ва ашёлар

1. Флюс остида автоматик пайвандлаш пости
2. БМИ-1 туридаги катта микроскопи.
3. Кам углеродли пўлат пластиналар.
4. АН - 348-А маркали флюс
5. Макроструктурани аниқлаш учун реактив.

Ишни бажариш тартиби

Пайвандлаш тезлиги ўзгармас бўлган ва уч хил пайванд токида пластиналар юза қисмига пайванд чок эритиб қопланади. Ёй узунлиги, эритиб қопланган юза ва эриш чуқурлиги юзаси аниқланиб натижалар 5.1-жадвалга киритилсин. Эриш чуқурлиги макрошлифда ўлчансин.

5.1-жадвал

$I_{св}, A$	200	450	700
$L_{эксп}, см$			
$L_{хисоб}, см$			
$F_H_{эксп}, см$			
$F_H_{хисоб}, см$			
$F_{пр эксп}, см$			

Олинган натижалар таҳлил этилсин. Ҳисоблашлар (5.1) ва (5.2) тенгламалари ёрдамида бажарилиб натижалар тажрибадагиси билан таққослансин.

2. Термик ф.и.к.и эритиш чуқурлиги жараёнига ток қиймати таъсирини аниқлаш. Термик ф.и.к.и эритиш чуқурлик жараёнини номограмма ва (5.3) тенламаси ёрдамида аниқлансин.

Натижалар 5.2-жадвалга киритилсин.

5.2-жадвал

Термик ф.и.к. эриш чуқурлиги жараёнини пайванд ток билан боғлиқлиги				
$I_{св}, A$		200	450	700
z_t	номограмма			
	бўйича			
	тенглама			
	бўйича			

3. Ўзгармас ток ва уч ҳил пайвандлаш тезлигида пластинага пайванд чок эритиб қоплансин. Эриш чуқурлиги жараёни термик ф.и.к.ига пайвандлаш тезлигини боғлиқлиги аниқлансин. Термик ф.и.к.и номограмма ва тенглама ёрдамида аниқлансин ва жадвалга киритилсин.

5.3-жадвал

Термик ф.и.к. эриш чуқурлиги жараёнини пайвандлаш тезлиги билан боғлиқлиги				
$v, м/ч$		40	90	150
z_t	номограмма			
	бўйича			
	тенглама			
	бўйича			

Тажриба натижалари изоҳланади ва хулоса қилинади.

Ҳисобот мазмуни

Тажриба бўйича ҳисобот ишни бажариш тартибини, тажриба усуллари, тажриба натижалари ёзилган жадвал ва тажриба хулосасини ўз ичига олади.

Назорат саволлари

1. Пайванд ваннаси ўлчамларига қайси кўрсаткичлар таъсир этади?
2. Эритиб қопланган юзага қайси кўрсаткичлар таъсир кўрсатади?
3. Термик ф.и.к.и қийматига пайвандлаш режими қандай кўрсаткичлари таъсир этади?
4. Пайванд жараёнида термик, иссиқлик ва эффектив ф.и.к.ни қандай ошириш мумкин?

6-Лаборатория иши.

ДАСТАКИ ЁЙЛИ ПАЙВАНДЛАШДА МЕТАЛИНИНГ ЛЕГИРЛАШ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ.

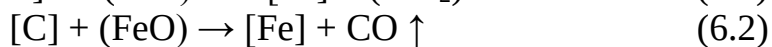
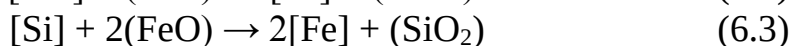
Ишдан мақсад: мел қопламали ва сифатли электродлар билан пайвандлашда чок метали таркиби ўзгаришини ўрганиб чиқиш.

Иш мазмуни

Стабилаштирувчи юпка қопламали ёки қопламасиз электрод билан дастаки ёй пайванд жараёнида суюқ ванна етарли даражада ҳимояга эга бўлмаганлиги сабабли атроф муҳит билан таъсирлашади. Пўлатни пайвандлаш жараёнида темирни кислород билан бирикишини кўришимиз мумкин:



Темир оксиди суюқ эритмада ҳосил бўлиб у кислородни бириктириб олувчи (раскислитель) элементлар билан реакцияга киришади (марганец, кремний ва углерод).



Юқоридаги реакциялар ўтиши натижасида пайванд чок металида марганец, кремний ва углерод элементларини миқдори камайишига сабаб бўлади ва бу пайванд чокини сифатини пасайишига олиб келади. Дастаки ёй

пайвандлашда пайванд бирикмалар сифатини талаб даражасида таъминлаш мақсадида қопламали электродлардан фойдаланиш тавсия этилади. Электрод қопламаси компонентлари турли хил вазифаларни бажариб, шулардан асосийси суюқ ваннани ва чок металини атроф муҳитнинг зарарли таъсиридан ҳимоялаш, суюқланган металга металлургик ишлов бериш ва ёй разрядини мўтадиллаштириш.

Электродлар қопламаси таркибига кирувчи легировчи, шлак ҳосил қилиб берувчи ва оксидлантирувчи компонентлар талаб этилган кимёвий таркибли ва оптимал хусусиятга эга бўлган чок метали ҳосил бўлишини таъминлайди.

Жихозлар ва ашёлар

1. Дастаки ёйли пайвандлаш пости
2. ДФС-8 спектрографи ва ПС-18 спектропроектори
3. Кам углеродли пўлат пластиналари
4. Мел қопламали электродлар
5. ОММ-5 маркали электрод

Ишни бажариш тартиби

1. Кам углеродли пўлат пластина юзасига мел қопламали электрод ёрдамида 4-6 см узунликдаги пайванд чок бажарилсин.

2. Шу пластина юзасига ОММ-5 электроди ёрдамида 4-6 см узунликдаги пайванд чок бажарилсин.

3. Ҳосил қилинган пайванд чоклар ва асосий металл бир қисми металл шетка ва қумқоғоз ёрдамида ялтираш даражасигача тозалансин.

4. Пайвандлашда ишлатилган электродлар учки қисми кесиб олинсин, электрод қопламаси тўкилсин ва ялтироқлик даражасигача қумқоғоз билан тозалансин. Тозалаш ишлари қотиб қолган металл томчига зарар етказмай бажарилсин.

5. ДФС-8 спектрографида спектр чизиқларини интенсивлигини ўзгаришига қараб дастаки ёйли пайвандлашда металдаги марганец миқдорини ўзгаришини тадқиқ қилинсин. Кетма-кет ҳолда асосий метал, эритиб қопланган метал, электрод учигаги томчи ва электрод юқори учигаги металдан спектр олинсин.

6. Расмга олинган спектрлар фотопластинаси проявка ва қуритилиб ПС-18 спектропроекторида кузатилсин. Тўлқин узунлиги 2576, 104⁰Å бўлган марганец чизиғи ҳар хил спектрлардаги кучайиши аниқлансин ҳар бир ҳолат бўйича ҳулоса қилинсин.

Ҳисобот мазмуни

Ҳисобот ўз ичига тажриба мазмуни, натижалар ва таҳлил ва ҳулосаларни олади.

Назорат саволлари

1. Нима учун мел қопламали ва сифатли электрод билан пайвандлашда чок метали таркибидаги марганецнинг миқдори фарқланади?
2. Электрод сими ва электрод учидаги томчидаги марганец миқдорининг фарқини қандай ифодалаш мумкин?
3. Чок металидаги марганец қандай вазифани бажаради?
4. ОММ-5 маркали электрод билан пайвандлашда марганец қайси тартибда чок металига ўтади?

7-Лаборатория иши МЕТАЛЛНИНГ ЛЕГИРЛАНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ТАДҚИҚ КИЛИШ

Ишдан мақсад: пўлатни флюс остида автоматик пайвандлашда марганец билан легирлашни ўрганиб чиқиш

Ишнинг мазмуни

Автоматик пайвандлашда флюс суюқланади ва шлак кўринишига эга бўлиб суюқланган металл билан таъсирлашади. Пайвандлаш режимига қараб ўзаро таъсир вақти 10-15 сек 1 дақиқагача давом этади. Металл ва шлак қотгандан сўнг ўзаро таъсир тугайди. Эритиб тайёрланган флюс билан пайвандлашда легирлаш ва оксидлаш жараёни суюқланган металл ва шлак ўртасидаги ўзаро алмашилиш реакциялари ҳисобига бўлиб ўтади.

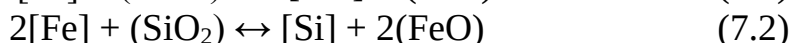
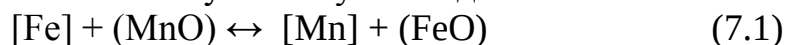
Эритиб тайёрланган флюслар таркибида эркин ҳолатдаги оксидсизлантирувчи хусусиятга эга металллар бўлмаган мураккаб силикат ва алюмосиликатларга эга бўлганлиги сабабли бундай жараён юз беради (7.1-жадвал).

7.1-жадвал

Эритиб тайёрланган флюслар таркиби, %

Флюса маркаси	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O и K ₂ O	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
								гача		
АН-348-А	41,0-44,0	34,0-38,0	≤ 6,5	5,0-7,5	≤ 4,5	-	4,0-5,5	2,0	0,15	0,12
ОСЦ-45	38,0-44,0	38,0-44,0	≤ 6,5	≤ 2,5	≤ 5,0	-	6,0-9,0	2,0	0,15	0,15
АН-60	42,5-46,5	36,0-41,0	3,0-11,0	0,5-3,0	≤ 5,0	-	5,0-8,0	1,5	0,15	0,15
АН-8	33,0-36,0	21,0-26,0	4,0-7,0	5,0-7,5	11,0-15,0	-	13,0-19,0	1,5-3,5	0,15	0,15
АН-20	19,0-24,0	≤ 0,5	3,0-9,0	9,0-13,0	27,0-32,0	2,0-3,0	25,0-33,0	1,0	0,08	0,05
АН-22	18,0-21,5	7,0-9,0	12,0-15,0	11,5-15,0	19,0-23,0	1,0-2,0	20,0-24,0	1,0	0,05	0,05
АН-26	29,0-33,0	2,5-4,0	4,0-8,0	15,0-18,0	19,0-23,0	-	20,0-24,0	1,5	0,10	0,10

Углеродли пўлатни эритиб тайёрланган масалан АН-348-А флюс остида пайвандлашда марганец ва кремний темир билан шлакдан сиқиб чиқарилади ва пайванд ваннаси металига ўтиши кузатилади:



Юқоридаги реакция икки томонлама бўлиб ўтиши мумкин. Ҳарорат юқори бўлган ёй атрофи қисмида реакция тенгламаси бўйича марганец ва кремний тикланиши билан чапдан ўнг томонга ўтиши билан кечади; пайванд ванна қотаётган қисмида эса аксинча марганец ва кремний оксидланишга учрайди, реакция ўнгдан чап томон кечади. Бундан ташқари реакция йўналиши ўзаро таъсир этаётган моддалар миқдори ҳам боғлиқ. Пайванд ваннасида кремний ёки марганецнинг миқдори кўплиги ва MnO ва SiO₂ йўқлиги ёки шлакдаги FeO кўп бўлиши билан пайванд ваннаси юқори ҳарорат қисмида кремний ва марганец оксидланишга учрайди.

Флюсда кремний ва марганец оксидлари миқдори қанча кўп бўлса марганец ва кремнийни флюсдан пайванд ванна металига шунча кўп ўтиши кузатилади.

Жиҳоз ва ашёлар

1. Автоматик флюс остида пайвандлаш пости
2. ДФС-8 спектрограф ва ПС-18 спектропроектори
3. Кам углеродли пўлат пластиналари
4. АН-348-А ва АН-20 флюслари

Ишни бажариш тартиби

1. Кам углеродли пўлат пластина юзасига АН-348-А флюси ёрдамида 4-6 см узунликдаги пайванд чок бажарилсин.
2. Шу пластина юзасига АН-20 флюси ёрдамида 4-6 см узунликдаги пайванд чок бажарилсин.
3. Хосил қилинган пайванд чоклар ва асосий металл бир қисми металл шетка ва кумқоғоз ёрдамида ялтираш даражасигача тозалансин.
4. Пайвандлашда ишлатилган электродлар учки қисми кесиб олинсин, электрод қопламаси тўкилсин ва ялтироқлик даражасигача кумқоғоз билан тозалансин. Тозалаш ишлари қотиб қолган металл томчига зарар етказмай бажарилсин.
5. ДФС-8 спектрографида спектр чизиқларини интенсивлигини ўзгаришига қараб дастаки ёйли пайвандлашда металдаги марганец миқдорини ўзгаришини тадқиқ қилинсин. Кетма-кет ҳолда асосий метал, эритиб қопланган метал, электрод учигаги томчи ва электрод юқори учигаги металдан спектр олинсин.
6. Расмга олинган спектрлар фотопластинаси проявка ва қуритилиб ПС-18 спектропроекторида кузатилсин. Тўлқин узунлиги $2576, 104^{\circ}\text{Å}$ бўлган марганец чизиғи ҳар хил спектрлардаги кучайиши аниқлансин ҳар бир ҳолат бўйича ҳулоса қилинсин.

Ҳисобот мазмуни

Ҳисобот ўз ичига тажриба мазмуни, натижалар ва таҳлил ва ҳулосаларни олади.

Назорат саволлари

1. АН-348-А ва АН-20 флюслари ёрдамида эритиб қопланган пайванд чок металидаги марганецнинг миқдори фарқини қандай тушинтириш мумкин?
2. АН-348-А флюси билан автоматик пайвандлашда чок металини марганец билан легирланиши қандай бўлиб ўтади?

Лабораторная работа №8

КРИСТАЛЛАНИШ ФРОНТИНИНГ СТРУКТУРАСИНИ ТАДҚИҚ КИЛИШ

Ишдан мақсад: кристалланишдаги структура ҳосил бўлишини ўрганиш.

Ишнинг мазмуни

Пайванд чок металида нуқсонларни (дарз, ғовак, нометал қўшимчалар) ҳосил бўлиши асосан бирламчи кристалланиш шароитларига боғлиқ бўлади. Метал ва қотишмаларда бирламчи кристалланиш жараёни нотекислиги сабабли уларда кимёвий ва физик нотекислик вужудга келади, бунга эса кристалланиш фронти структурасининг даражаси таъсир этади.

Кристалланиш фронти структураси бўйича: ясси, бўлакчали ва дендридли бўлади. Кимёвий ва физик нотекислик даражаси структура фронтини яссиликдан бўлакчаликка ва бўлакчаликдан дендридли кўринишга ўтишида ошиб боради.

Бўлакчали структура параллел стерженлардан иборат бўлиб улар кристалланиш йўналиши бўйлаб жойлашади. Стерженлар кесим юзаси бўйича олти бурчакли шаклга эга бўлиб кристалланиш фронтида олти бурчакли бўлакчалар йиғиндисидан ташкил топади. Бўлакчали структурани ҳосил бўлишини ўта совуб кетиш назарияси билан тушунтириш мумкин. Таксимланиш коэффиценти $k_0 < 1$ бўлганда қўшимчалар кристалланиш фронтидан олдинда тўпланади, бунинг натижасида ўта совуб кетиш ҳодисаси рўй беради ($k_0 = C_k/C_c$). Кристалланиш фронтида тасодифан пайдо бўлган бўртиқликлар ўта совиш ҳолатига учрайди, бунинг натижасида уларда ўсиш рўй беради. Пайдо бўлган бўртиқликлар қўшимчаларни ажратишга ёрдам бериб кристалланиш фронтида турғун шаклланишни таъминлайди. Бўртиқликнинг чўққиси қўшимчалар билан бойиган қатламлар томон ҳаракатланиб ўтатез совуш натижасида улар тезроқ ўсади. Ёнлама диффузион оқимлар пайдо бўлиши натижасида қўшимчалар бўртиқликлардан чегара томон сурилади, бу ўз навбатида қўшимчаларни бўртиқликлар чўққисида камайишига ва чегара бўйлаб кўпайишига олиб келади.

Кристалланиш фронти ясси структураданг бўлакчали структурага ўтиш шарти бўлиб ўта тез совуши натижасида рўй беради, буни қуйдаги тенлама ёрдамида ифодалаш мумкин

$$\frac{G}{mG_c} \leq 1 \quad (8.1)$$

бу ерда G – ҳақиқий ҳарорат градиенти

G_c – концентрация градиенти

m – ликвидус чизиги

Кристалланиш фронти ясси структурадан бўлакчали структурага ўтиш шартини қуйидагича ифодалаш мумкин

$$\frac{G}{v} \leq \frac{mC_0}{D} \cdot \frac{1-k_0}{k_0} \quad (8.2)$$

бу ерда v – кристалланиш тезлиги

D – суюқ аралашмада диффузия коэффициентини

k_0 – таксимланиш коэффициентини

C_0 – бошланғич суюқ аралашмадаги ўртача концентрация

Бу тенгламадан кўринадикки ўта совиш концентрацияси ва бўлакчали структура ҳосил бўлиши учун ўзгармас G/v бўлиб аралашмада бирор миқдордаги C_0 қўшимчаси бўлиши керак.

Кристалланиш фронтини ясси структурадан бўлакчали структурага ўтишини олдини олиш мақсадида суюқ эритмадаги ҳарорат градиентини ошириш ёки кристалланиш фронтини кўчиш тезлигини камайтириш керак.

Бўлакчаларнинг ўлчамлари бўлакчали кристалланишда миқдорий кўрсаткич бўлиб хизмат қилади. C_0 ошиши ва G , v ни камайтириш бўлакчаларни энини ошишига сабаб бўлади.

Термик ёки концентрацион ўта совушни ошиши билан бўлакчали структура дендрит структурага ўтади. Суюқ эритмада термик ўта тез совуганлиги натижасида баъзи бўлакчалар қўшни бўлакчаларга нисбатан дендрит шохчалар ҳосил қилиб тез ўсишни бошлайди. Аммо, қотишмаларда дендрит структура асосан концентрацион ўта тез совуш натижасида ҳосил бўлади. Ўта тез совуш критик қийматдан ошганда қолган ҳамма бўлакчаларда шохчалар ўсиб дендритга айланади.

Кристалланиш фронтини бўлакчалидан дендрит структурага ўтиш шартини қуйидагича ифодаланади.

$$\frac{G}{v^{\frac{1}{2}}} \leq A \frac{C_0}{k_0} \quad (8.3)$$

бу ерда A – тажриба асосида аниқланувчи ўзгармас катталик. Бу қиймат қотишманинг табиатига боғлиқ эмас.

Дендрит кристалланишда бўлакчали кристалланиш каби дендритлар бош ўқлари ва шохчалари кам миқдордаги қўшимчаларга эга ($k_0 < 1$ бўлганда), дендритлар орасидаги масофа эса қўшимчаларга бой бўлади.

Маълум бир шароитда олдинга қараб интилаётган кристалланиш фронтида янги кристаллитларни пайдо бўлиши мумкин. Ўта тез совуштиш (термик ёки концентрацион) ёки тайёр кристалланиш марказлари (масалан, модификаторлар) ҳосил бўлиши натижасида янги кристаллитлар пайдо бўлади.

Металлар ва қотишмаларни кристалланиш структурасини кузатиш маълум бир қийнчиликларга эга бўлиб булардан юқори ҳароратдаги нурланиш, юқори кимёвий активлик хусусиятларини кўрсатиш мумкин.

Шунинг учун кристалланишдаги структура ўсишини кузатишда паст эриш энтропиясига эга бўлган моддаларнинг (масалан, хлорли аммоний NH_4Cl) шафоф моделларида ўтказиш қулай ҳисобланади.

Маълум бир моддаларни кристалланиш хусусиятлари металллар ва қотишмалар қотишига хос бўлади.

Жиҳоз ва ашёлар

1. МБС-1 бинокуляр стереоскопик микроскоп.
2. МИМ-7 металографик микроскоп.
3. Хлорли аммоний аралашмаси.
4. Спирт лампаси.
5. Намуна учун шиша (предметное стекло)
6. Пайвандланган алюминий АДЗ1, АМц, АМг6, Д16, Д19, НП2 никель, 06ХН28МДТ темирникел қотишмалардан намуналар.

Ишни бажариш тартиби

1. Намуна шишасига хлорли аммоний аралашмасидан томчи суртилиб монокристалл айлана ҳосил бўлгунича спирт лампасида қиздирилсин. Намуна шишасини МБС-1 микроскопига ўрнатиб окуляр орқали хлорли аммоний аралашмасини кристалланиш жараёнини кузатиш. Кристалланиш фронтини ясси структурадан бўлакчали структурага ва бўлакчали структурадан дендрид структурага алмашилиш вақтини кузатиш. Бу босқичларни чизиб олиш.

2. Тажрибани такрорлаб аралашма томчисига зарядланган тайёқчани яқинлаштирилсин. Микроскоп ёрдамида кристалланиш fronti олдидан янги кристалларни ҳосил бўлиш кинетикасини кузатиш. Янги кристаллар ҳосил бўлиш жараёнини айрим босқичларини чизиб олиш.

3. Алюминий АВ000, АДЗ1, АМц, АМг6, Д16, Д19 алюминий қотишмалари, НП2 никелида пайванд чоки структурасини пайванд чок ўртасидан бирикиш чизигига МИМ-7 микроскоп ёрдамида ўрганиш. Метал материаллар пайванд чокларнинг структураси чизиб олиш ва хлорли аммоний аралашмасидан кристалланган структуралар билан таққослаш.

4. Биринчи турдаги дендрид ўқлари ва бўлакчалар энини ўлчаб олинади, бу ўқлардан эриш чизигига бўлган масофани боғлиқлигини график бўйича кўрсатиш. Кристалл элементлар структурасини ўзгаришини тушинтиринг.

Ҳисобот мазмуни

Ҳисобот ўз ичига усулни тарифи, кристалланиш жараёнини босқичлари чизмаси, пайванд нукталарига эга метал намуна структураси, графиклар, таҳлил ва олинган натижалар хулосаларни олади.

Назорат саволлари

1. Кристалланиш fronti структураси қандай кўринишга эга бўлади?
2. Ясси ва бўлакчали кристалланиш фронтларини барқарорлиги шартини нимадан иборат?

3. Кристалланиш жараёнинида кристаллитлар структура элементлари қайси параметрларига боғлиқ?

4. Электрланган тайёқчани хлорли аммоний кристалланиш fronti олдидан янги кристаллитларни ҳосил бўлишини тушунтириб беринг?

5. Д16 ва Д19 қотишмалар пайванд чок структурасида ясси ва бўлакчали кристалланиш фронтлари мавжуд бўлмайди?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов - Киев: Вища школа, 1976.
2. Гаген Е.Т., Таран В.Л. Сварка магнитоуправляемой дугой. М.: Машиностроение, 1970
3. Ерохин А.А. Кинетика металлургических процессов дуговой сварки. М.: Машиностроение, 1964
4. Лабораторные работы по сварке. Под ред. Г.А. Николаева - М.: Высшая школа, 1971.
5. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга - М.: Машиностроение, 1970
6. Мовчан Б.А. Границы кристаллитов в литых металлах и сплавах. Киев: Техніка, 1970
7. Никифоров Г.Д. Металлургия сварки плавлением алюминиевых сплавов. М.: Машиностроение, 1972
8. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. М. Высшая школа, 1977.
9. Теоретические основы сварки. Под ред. В.В.Фролова. М.: Высшая школа, 1970.
10. Фролов В.В. Физико—химические процессы в сварочной дуге. М.: Машгиз, 1954.
11. Хренов К.К. Электрическая сварочная дуга. Киев: Машгиз, 1949.

MUNDARIJA

Фаннинг ўқув дастури.....	
Ишчи ўқув дастури	
Календарли режа.....	
MA'RUZALAR MATNI.....	
MA'RUZA MASHG'ULOTLARINING TA'LIM	
TEKNOLOGIYASI.....	
AMALIY MASHG'ULOTLARINING TA'LIM	
TEKNOLOGIYASI.....	
LABORATORIYA ISHLARINING TA'LIM	
TEKNOLOGIYASI.....	
LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH	
UCHUN USLUBIY KO'RSATMA.....	
MUSTAQIL ISH O'TISH UCHUN USLUBIY	
KO'RSATMA.....	
REYTING TIZIMI ASOSIDA TALABALAR BILIMINI BAHOLASH	
BO'YICHA JORIY, ORALIQ VA YAKUNIY NAZORAT SAVOLLARI,	
TEST TOPSHIRIQLARI....	
TALABALAR BILIMINI BAHOLASH UCHUN JORIY, ORALIQ VA	
YAKUNIY NAZORAT SAVOLLARI.....	
TEST TOPSHIRIQLARI.....	
GLOSSARIY (IZOHLI LUG'AT).....	
Adabiyotlar.....	