

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

ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

“MASHINASOZLIK” FAKULTETI

“AVTOMOBILSOZLIK” kafedrası

**« AVTOMOBIL QISMLARINI TAYYORLASH
TEXNOLOGIYALARI »**
fanidan

MARUZALAR MATNI

5310500 – “Avtomobilsozlik va traktorsozlik” yo`nalishi talabalari
6-semestr uchun

Andijon- 2018

Ushbu amaliy mashg'ulotlarni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma "Avtomobil qismlarini tayyorlash texnologiyalari" fanining namunaviy dasturi asosida ishlab chiqilgan va ishchi dasturga asosan tayyorlangan bo'lib, 5310500 – «Avtomobilsozlik va traktorsozlik» yo'nalishi talabalari uchun tayyorlangan.

«TASDIQLAYMAN»
Andijon mashinasozlik instituti
O'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va ma'qullangan
Kengash raisi Q.Ermatov 2018y
«27» 08

«MAQULLANGAN»
Fakultet kengashida muhokama qilingan va ma'qullangan
Kengash raisi M.Qo'chqarov 20 y
«27» 08

«TAYSIYA ETILGAN»
"Avtomobilsozlik" kafedrasi
Majlisida muhokama qilingan va taxsiya etilgan
kafedrasi mudiri T.Almatayev
(kafedra majlisining 2-sonli bayonnomasi
«27» 08 2018y)

Tuzuvchilar:

1. T.O.Almatayev-«AndMI», «Avtomobilsozlik» kafedrasi mudiri dotsent, t.f.n.
2. M.M.Sobirov-«AndMI», «Avtomobilsozlik» kafedrasi assistenti.

Taqrizchilar:

1. X.Akbarov - AndMI «MT» kafedrasi mudiri, dotsent, t.f.n.
2. I.Z.Nosirov - And M I "Avtomobilsozlik" kafedrasi dotsenti, t.f.n.

1. O'QUV MATERIALLAR:

MA'RUZALAR KURSI.

5-SEMESTR

1. MAVZU: KIRISH. AVTOMOBIL QISMLARINI TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI XAQIDA TUSHUNCHA.

1.Reja:

1.Kirish.

2. Avtomobil qismlarini tayyorlash texnologiyasi xaqida tushuncha.

3. Avtomobilsozlikda bosim bilan ishlash va payvandlash tarixi.

4.Avtomobil qismlarini tayyorlashning mohiyati

Tayanch so'zlar: Metallarni bosim ostida ishlash, operatsiya, texnologik jarayon, katta shakl, xomaki maxsulot, o'zgarish xarakteri, mexanizm, temirchilikpress ishlab chiqarish, texnologiya, patent, asbobsozlik

Avtomobilsozlikda bosim bilan ishlash texnologiyasi amaliy muhandislik fani bo'lib, uning vazifasi metallarni bosim bilan ishlash jarayonlarini ratsional qurish va tahlil qilishning umumiy printsiplial asoslarini ishlab chiqish hisoblanadi. Bunda metallarga bosim bilan ishlov berish faqat xomaki mahsulot, ko'pincha talab qilingan shakldagi tayyor detallar ham olishni ta'minlash emas, balki metallda sifat o'zgarishlarini ham keltirib chiqarishini hisobga olish lozim. Avtomobilsozlikda metallarni bosim bilan ishlash nazariyasi bunday ishlov berish texnologiyasining ilmiy asosi bo'lishi kerak. Avtomobilsozlikda metallarni bosim bilan ishlash texnologiyasi quyidagilarni ko'rib chiqadi va o'rganadi:

1. Operatsiyalari soni eng kam bo'lgan, ya'ni eng samarador texnologik jarayonlar yaratish maqsadida turli operatsiyalarda metallning eng katta shakl o'zgarishlari imkoniyati ta'minlanadigan sharoitlar.

2. Xomaki mahsulot va detallarning eng yaxshi foydalanish tavsiflari olish maqsadida bosim bilan ishlov berishni metallning mexanik va fizikaviy xossalariga ta'siri.

3. Dastlabki xomaki mahsulotni yoki bosim bilan ishlov berishdan keyin olinadigan detallarni o'lchamlari va shakllari orasidagi eng qulay nisbatlarni qidirib topish, xususan mahsulot sifatini oshirish va metall sarfini kamaytirish maqsadida

xomaki mahsulotning turli operatsiyalarda shakl o'zgarishlari xarakteri. 4. Bosim bilan ishlov berish operatsiyalarida metallning plastik deformatsiyalarga qarshiligi, ya'ni jihozlarni to'g'ri tanlash va ishchi asbobni mustahkamlikka hisoblash maqsadida kuchlanishlarni, bu operatsiyalarni amalga oshirish uchun kerakli kuchlarni va ishlarni taqsimlanishi. Avtomobilsozlikda bosim bilan ishlash texnologiyasi uchun asosiy poydevor bo'lib, reologiya, ya'ni moddalarning oqishi to'g'risidagi fanning bo'limi bo'lgan, metallarning plastik deformatsiyasi haqidagi fan hisoblanadi. Metallning plastik deformatsiyalari haqidagi fan quyidagi, metallarga bosim bilan ishlov berish nazariyasi uchun birdek muhim ahamiyatga ega bo'lgan o'zaro bog'liq uchta asosiy yo'nalishlarda birgalikda rivojlanmoqda:

1. Metallning plastik deformatsiyasi jarayoni fizikasi. Bu yo'nalish metallning plastik shakl o'zgarishi mexanizmini tajribada va nazariy o'rganadi, turli omillarning, asosan temperaturani, deformatsiya tezligi va kuchlanganlik holatining turini bu jarayonga ta'sirini belgilaydi, demak metall elastik holatdan plastik holatga o'tish shartlarini belgilaydi.
2. Plastik deformatsiyani metallning kimyoviy tarkibi va fazaviy holati bilan bog'lanishini ko'rib chiqadigan deformatsiya jarayonining fizikaviy kimyosi.
3. Kuchlangan va deformatsiyalangan holatlarni, plastik deformatsiyalanuvchi jismda kuchlanishlarning kattaligi va taqsimlanishi masalalarini matematik ishlab chiquvchi, jismini plastik holatga o'tish shartlarini tahlil etuvchi plastik deformatsiya mexanikasi.

Plastik deformatsiya nazariyasi nisbatan yosh fan hisoblanadi. Uning jadal rivojlanishini boshlanishi yaqin yuz yillikka tegishli. Metallarni bosim bilan ishlash nazariyasi yanada yangi hisoblanadi. Uni ishlab chiqish faqat asrimizning 30-yillarida, bunday ishlov berishning sanoatdagi ahamiyati keskin o'sishi munosabati bilan boshlandi.

Avtomobilsozlikda bosim bilan ishlash texnologiyasi va metallarni bosim bilan ishlash nazariyasi ko'plab zamonamiz olimlari mehnati bilan yaratildi. Ular orasidan S.I.Gubkin, Ye.P.Unksov, G.A. Smirnov-Alyayev, N.I. Korneev, I.M. Pavlov, shuningdek bu nazariyaning alohida boshqa ko'plab bo'limlari va masalalarini ishlab chiqqanlar: L.A. SHofman, A.D. Tomlenov, K.N. SHEvchenko, I.A. Noritsin, M.V.

Storojev, Ye.A. Popov va A.G. Ovchinnikovlarni birinchi navbatda eslab o'tish lozim. O'zbekistonda fanning bu tarmog'ini rivojlanishi va joriy qilinishiga M.T.O'rozboev va boshqalar o'z xissalarini qo'shganlar. Bu ishlarning ahamiyati beqiyosdir. Ular texnologik jarayonlarni ijodiy va tushungan holda takomillashtirish, sanoatimiz texnikasini yanada baland pog'onalarga ko'tarish imkoniyatini beruvchi muhandislik fani sifatida metallarga bosim bilan ishlov berish texnologiyasi ilmiy asosini yaratishni ta'minladilar. Avtomobilsozlikda bosim bilan ishlash texnologiyasi bo'yicha ko'p sonli adabiyotlar mavjud. Ularda ko'plab alohida olimlar ham, ilmiy tadqiqot institutlari jamoalari va texnika o'quv muassasalari ham bajargan nazariy va tajriba ishlari ifodalangan.

Avtomobilsozlikda bosim bilan ishlash texnologiyasining sanoatdagi ahamiyati temirchilik-press ishlab chiqarishni uzluksiz oshib borayotgan qiymatini nazarda tutsak tinmay oshib boradi.

Agar tarixga nazar tashlaydigan bo'lsak qadimdan odamlar texnologiya va jarayonlardan unumli foydalanib kelishgan. Bunday texnologiyalarning asosiysi buyumlarni bir- biriga biriktirish jarayoni bo'lgan. Barcha bosim bilan payvandlash jarayonlari ichida kontaktli payvandlash usuli eng ko'p qo'llaniladi, ya'ni payvandlashda foydalaniladigan uskunalarning deyarli 97 foizi ana shu usulning hissasiga to'g'ri keladi. Bosim bilan kontaktli uchma-uch payvandlashni London qirollik jamiyatining a'zosi, Peterburg Fanlar akademiyasining faxriy a'zosi ingliz fizigi E. Tompson birinchi bo'lib 1877-yilda amalda qo'lladi. 1887-yilda rus ixtirochisi N.N. Bernardes oddiy ombir yordamida ko'mir elektrodlar orasida nuqtali payvandlashni ixtiro qilib, patent oldi.

Birmuncha keyinroq, N.N. Bernardes tomonidan hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan mis elektrodlar bilan nuqtali va rolikli kontaktli payvandlash usuli ishlab chiqildi.

1903-yilda eritib kontaktli uchma-uch payvandlash ishlab chiqildi. Kontaktli payvandlash yigirmanchi asrning birinchi choragidayoq keng ko'lamda qo'llanila boshladi (ayniqsa AqSHda). Kontaktli payvandlashning MDH mamalakatlarida taraqqiy etishi kontaktli payvandlash mashinalari ishlab chiqarish rivojlanishi bilan chambarchas bog'liqdir. Dastlabki kontaktli payvandlash mashinalari 1920yilning oxirida „Elektrik“ zavodida ishlab chiqarilgan edi. Keyinchalik elektr payvandlash

mashinasozligining bu turi anchagina rivojlandi, bu esa sanoatning birqator tarmoqlarida, ayniqsa, mashinasozlik, avtomobilsozlik, asbobsozlik va boshqa sohalarda kontaktli payvandlash keng qo`llanila boshlashiga yordam berdi. A.A. Alekseyev, A.S. Gelman, K.A. Kochergin, E.D. Orlov, V.P.Nikitin va boshqa ko`pgina ixtirochi konstruktorlarning ilmiy ishlari tufayli MDH mamlakatlarida kontaktli payvandlash mashinalarining barcha asosiy turlari ishlab chiqarilardi. Sobiq ittifoqdagi GAZ zavodi va Lixachev nomidagi Moskva avtomobil zavodi kontaktli nuqtali va uchma-uch payvandlash usuli keng ko`lamda qo`llanilishining kashshoflari sanaladi. O`zbekistonda kontaktli payvandlash Chkalov nomidagi Toshkent aviatsiya ishlab chiqarish birlashmasi va „GM-Uzbekistan“ avtomobilsozlik zavodida keng qo`llanilmoqda.

Eramizdan 8 – 7 ming yil oldin eng sodda payvandlash usullari mavjud edi. Asosan mis buyumlar payvandlanar edi, mis avval qizdirilib so`ng bosim bilan payvandlanar edi. Mis, bronza, qo`rg`oshin kabi metallardan buyumlar tayyorlashda, o`ziga xos quyma payvandlash bilan bajarilar edi. Birikadigan detallar qoliplanib, qizdirilar edi va tutushadigan joyiga oldindan tayyorlangan erigan metall quyular edi. Temir va uning qotishmalaridan buyumlarni tayyorlashda temirchilik o`chog`ida «payvand tobi» darajasigacha qizdirib so`ng toblash natijasida buyumlar tayyorlanar edi. Bu usul temirchilik o`chog`ida payvandlash deb nom olgan edi. Payvandlash usullari juda sekin rivojlangan, shuning uchun ko`pgina payvandlash jihozlari, qurilmalari va texnik usullari o`zgarishi yuz yillar davomida sezilarli darajada o`zgaragan. Texnika sohasida keskin o`zgarishlar XIX asr oxiri XX asr boshlarida sezila boshladi. 1802-yilda rus olimi akademik V.V. Petrov birinchi bo`lib yoy zaryadsizlanishini tadqiqot qildi va ochdi. 1803-yilda u tomonidan «Galvanik voltli tajribalar haqida yangiliklar» kitobida, yoyli zaryadsizlanish yordamida metall erishini bayon qilgan. Yoyli zaryadsizlanish yuqori darajali issiqliq ma`nbayi va yuqori darajada yorituvchanligi bilan amaliy qo`llanishga tez kiritilmadi, chunki, yoy ta`minlanishi uchun zarur bo`lgan tok kuchlanishini yetkazib beruvchi manba yo`q edi. Bunday manbalar faqatgina XIX asr oxirida paydo bo`ldi. Yoy zaryadsizlanish ochilishi davriga elektrotexnika endigina tashkil etilayotgan edi, elektrotexnik sanoati esa yo`q edi. 1821 -yilda ingliz yetakchi fizigi

M. Faradey elektromagnetizmni eksperimental tadqiqot qilishida elektromagnit induksiyaning ochilishi va shu orqali elektr yurituvchi va elektr generatorni qurilmalar prinsipini ishlab chiqdi. Ingliz fizigi D. Maksvell matematik hisoblashlar bilan jarayonda hosil boʻladigan elektromagnit maydon xususiyatlariga tadqiqotlar natijasida tenglama ishlab chiqdi.

1870-yilda fransuz olimi Z.T. Gramm mexanik elektromagnit mashina uchun uzukli langar ishlab chiqdi, bu elektr generator vazifasini bajarishi mumkin, uning ishi mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirib beradi. 1882-yilda rus injeneri N.N. Benardos erimaydigan elektr generator bilan elektr yoyli payvandlash usulini ixtiro qildi. Oʻzining ixtirosiga N.N. Benardos «Elektrogefest» nomini berdi. 1886-yilda u «Elektr tok taʼsiri yordamida metallarni biriktirish va ajratish usullari» ga rus patentini oldi. N.N. Benardos yoyli payvandlash texnologiyasini va payvand birikmalar turlarini ixtiro qildi (uchma-uch, ustma-ust va b.), bular hozirgi kunda ham ishlatilmoqda; qalin metallarni payvandlashda u payvand birikmani yonboshlab joylashtirish usulini qoʻllagan. Yupqa tunuka listlarni payvandlashda, payvand birikmani payvandlashga tayyorlash uchun list chekasi boʻrtini bukib tayyorlangan. Payvandlash sifatini oshirish uchun ular flyus ishlatishar edi: poʻlatlarni payvandlashda esa kvarsli kum, marmar ishlatilar edilar misni payvandlashda esa bura va nashatir qoʻllanilar edi.

1888 – 1890-yillarda rus injeneri N.G. Slavyanov eriydigan metall elektrod bilan yoyli payvandlashni taklif etdi. XX asr boshlarida elektr yoyli payvandlash usuli metallarni biriktirishda yetakchi sanoat usuli boʻlib qolmoqda.

Fransuz olimi Anri Lui Le Shatel'e gaz aralashmalarini yonishini tadqiqot qilish natijasida gaz yordamida payvandlashni ishlab chiqdi. 1895-yilda u fransuz fanlar akademiyasiga atsetilen va kislorod aralashmasi yordamida yuqori haroratli alanga hosil qilish haqida hisobot berdi. XX asr boshlarida birinchi marta yonuvchi gazlarni kislorod aralashmasida payvandlash uchun qoʻllab koʻrdi. Birinchi asetilen-kislorod gorelka konstruksiyasini Edmon Fushe ishlab chiqdi, unga Germaniyada 1903-yilda patent oldi. 1904-yilda Fransiyada kesish uchun atsetilen kislorod gorelkasini qoʻllashni sinab koʻrishdi. Birinchi boʻlib gaz yordamida payvandlash 1906-yilda Moskva texnik uchilishesida amalga oshirildi. 1911 - yildan boshlab Rossiyada avtogen ishi rivojlanish pioneri boʻlib Peterburgdagi «Perun» zavodi

hisoblanadi, bu zavodda gaz payvandlash va kesish uchun apparatura tayyorlanadi va birinchi gaz payvandchilar o„qitilishi boshlangan edi. Elektr yoy yordamida payvandlash, mexanizatsiyasi, avtomatizatsiyasi jarayonlari sohasida asosiy xizmatlar Ukrainalik olim akademik E.O. Patonga tegishli. Ikkinchi jahon urushi davrida flyus ostida avtomatik payvandlash mudofaa zavodlarida tank va artilleriya qurollarini ishlab chiqishda katta ahamiyatga ega edi.

Sanoatning jadal rivojlanishi va texnikaning hamma sohalaridagi metallarni payvandlashda: termit aralashmalar, elektron nur, lazer, yuqori haroratli plazma, ultratovush va boshqa yangi effektiv payvandlash usullari qo'llaniladi.

2. MAVZU: AVTOMOBILSOZLIKDA METALL VA QOTISHMALARNING TUZILISHI, XOSSALARI. [1,2]

Reja:

- 1. Metallar va qotishmalar.*
- 2. Metallarning ichki tuzulishi.*
- 3. Metall va qotishmalarning xossalari. 4. Qotishmalar haqida ma'lumotlar.*
- 5. Qotishmalarning holat diagrammasi.*

Tayanch so'zlar: Metall, yaltiroqlik, shaffof, davriy sistema, sodda metallar, qotishmalar, keramika, tabiiy metallar, kompozitsion materillar, birikma, Kristall moddalar, kvarz, kristallanish, eritma, kristall panjara, angstrom, allotropic, algaritm, kupsimon panjara.

Metallar va qotishmalar

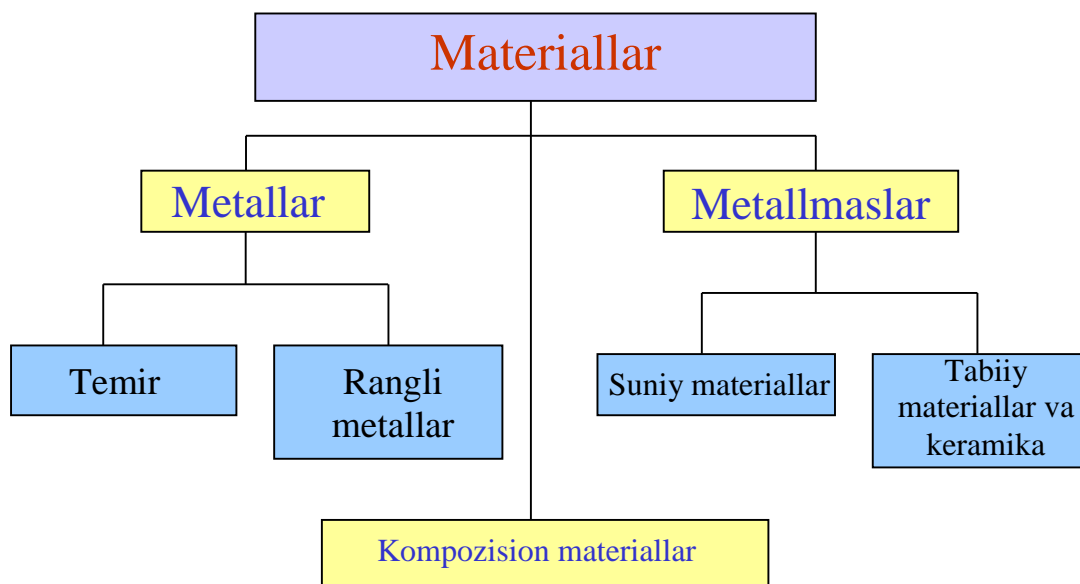
Metall deb tavsifli xususiyatga, yaltiroq va plastik bo'lgan, elektr va issiqlik



Texnikada metallarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

- 1) **oddiy yoki sodda metallar** (nisbatan boshqa kimyoviy elementlardan toza bo'lgan);
- 2) **murakkab metallar yoki qotishmalar** (metall asosida bir necha elementlarning birikmasi).

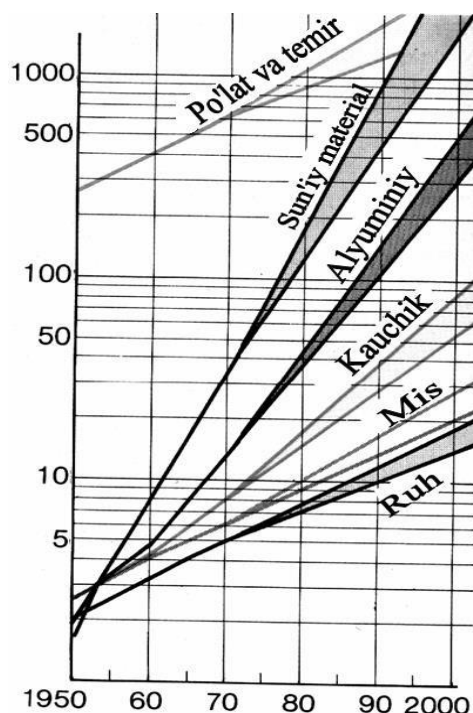
D.I. Mendeleev davriy sistemasiga ko'ra hozirda 110 kimyoviy element bo'lib, shulardan $\frac{3}{4}$ qismi metallardir. Qolgan qismi metallmaslardir. Metallarni shunday ko'p bo'lishiga qaramasdan sanoatda juda oz soni ishlatiladi.



o'tkazuvchanligi yuqori, shaffof bo'lmagan jismga aytiladi.

Materiallarning sinflanishi

Asosiy sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan metall bu temir (**Fe**) bo'lib, uning uglerod (**C**) bilan birikmasi qora metallarni tashkil etadi. Dunyoda sanoatda ishlatiladigan metallarning **93%** qora metallardir. Hamma qurilishlarda, mashina va mehanizmlarni tayyorlashda, asosan, qora metallar ishlatiladi. Qolgan metallar va ularning qotishmalari rangli metallar guruhiga kiradi. Rangli metallardan sanoat ahamiyatiga ega



Sanoatda qo'llaniladigan asosiy materiallar

Texnik metallar

Rangli metallar qimmat bo'lgani uchun sanoatda iloji boricha ularning o'rnini bosa oladigan qora metallardan ishlatishga harakat qilinadi.

Yuqorida ko'rsatilgan rangli metallardan tashqari sanoatda xrom-Cr, nikel-Ni, marganes-Mn, molibden-Mo, kobalt-Co ham ishlatiladi. Bu metallar, asosan, asosiy metallarning xususiyatlarini yaxshilash uchun, ularga mal'um xususiyatlar berish uchun qo'shimcha materiallar hisoblanadi. Misol uchun V, W, Ti va So lar qirqish asboblari tayyorlashda qo'llaniladi.

Texnik metallar

Rangli metallar qimmat bo'lgani uchun sanoatda iloji boricha ularning o'rnini bosa oladigan qora metallardan ishlatishga harakat qilinadi.

Yuqorida ko'rsatilgan rangli metallardan tashqari sanoatda xrom-Cr, nikel-Ni, marganes-Mn, molibden-Mo, kobalt-Co ham ishlatiladi. Bu metallar, asosan, asosiy metallarning xususiyatlarini yaxshilash uchun, ularga mal'um xususiyatlar berish uchun qo'shimcha materiallar hisoblanadi. Misol uchun V, W, Ti va So lar qirqish asboblari tayyorlashda qo'llaniladi.

Sanoatda va texnikada ko'p va keng tarqalgan metall qotishmalari bo'lib, ularning xususiyatlari metall xususiyatlaridan ancha yuqori bo'ladi. Pishiq talabga javob beradigan, har xil xususiyatli qotishmalar olinadi. Oddiy metallardan keng ishlatiladigani mis va alyuminiy bo'lib, ular elektr simlari va boshqa detallar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Metallmas kimyoviy elementlardan sanoatda eng muhim rol o'ynaydigan metallmas elementlar kislorod, uglerod, azot, vodorod va boshqalardir.

Texnikada azotning birikmasi NH_3 -ammiak gazi po'latni sirtqi qismini qattiq qilish, azotlashtirish uchun ishlatiladi

Kislorod O_2 sanoatda metallarni payvandlash va qirqishda, domna va konverterlarda metall ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish uchun ishlatiladi. metall ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish uchun ishlatiladi. Kremniy Si turli xil metall qotishmalarini olishda ishlatiladi, metallarni jilvirlashda, silliqlashda kremniy karborundi SiC dan foydalaniladi.

Oltinugurt S cho‘yan va po‘lat tarkibida juda oz miqdorda bo‘ladi. Uglorod C olmos, grafit, toshko‘mir holida uchraydi. Po‘lat va cho‘yanning xossalari uglorodning miqdoriga va holatiga bog‘liq (erkin, ya‘ni grafit holida, temir bilan kimyoviy birikkan - sementit holida bo‘ladi). Fosfor P juda ko‘p metallar bilan tez birikadi, temirning barcha uglorodli birikmalari tarkibida mavjud. Fosfor bilan oltinugurt po‘lat tarkibidagi zararli elementlar hisoblanadi. Metall va qotishmalardan to‘g‘ri foydalanish uchun ularning xossalari va ularni qanday sharoitda o‘zgarishini bilish kerak. Metall va qotishmaning ichki tuzulishi o‘zgarishi bilan ularning xossalari ham o‘zgaradi.



Metallarning ichki tuzulishini o‘rgatadigan fan metallografiya deb aytiladi.

Qattiq moddalar ikkiga: amorf va kristall moddalariga bo‘linadi. Amorf moddalarning atomlari tartibsiz joylashgan bo‘ladi, ularni sindirganda ham tartibsiz yo‘nalishda sinadi, siniqlarida tekis yuzalar bo‘lmaydi. Qizdirilganda asta-sekin yumshab boradi va suyuqlanadi, ularning muayyan bir suyuqlanish va qotish harorati bo‘lmaydi (yelim, kanifol, shisha va boshqalar). Amorf degan so‘z shaklsiz demakdir.

Hamma metall va qotishmalar kristall tuzulishiga ega. Kristall moddalarni atomlari aniq fazoviy geometrik shaklda tartibli joylashgan bo‘ladi. Ba‘zi moddalar sharoitga qarab, ba‘zan amorf, ba‘zan esa kristall holatda bo‘lishi mumkin (kauchuk, yelim va h k)

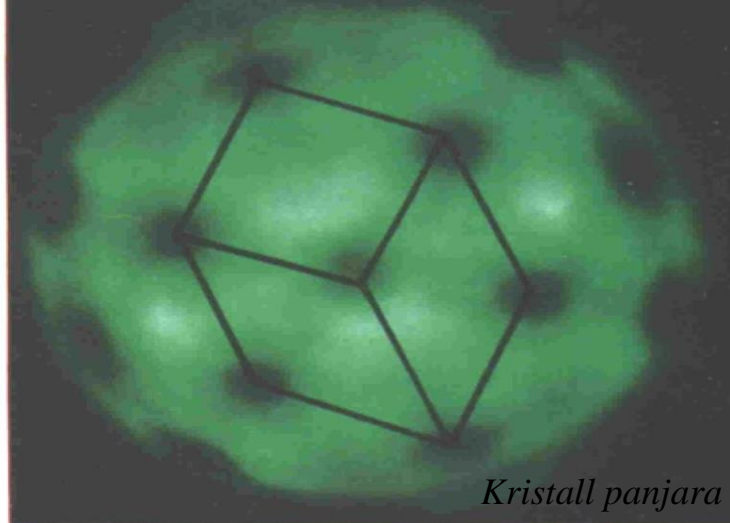
Kristallar haqidagi fan kristallografiya deb ataladi.

Kristall moddalar muayyan suyuqlanish va qotish haroratlariga, ularning atomlari muayyan geometrik shakllarga

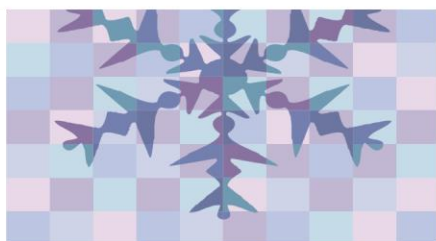
egadirlar, ularning xossalari turli yo‘nalishlarda turlicha bo‘ladi, bu xususiyat **anizotropiya** deb ataladi.

Kristall moddalarning mexanik puxtaligi, issiqligi va elektr o‘tkazuvchanligi, suyuqlanish

tezligi va harorati, ularni atom tuzulishiga bog'liq va xossalari ta'sir etadi.



Kristall panjara



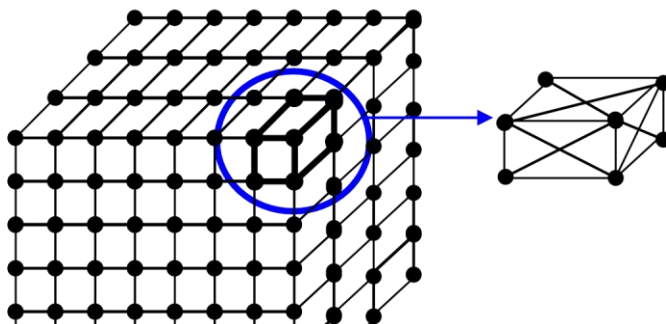
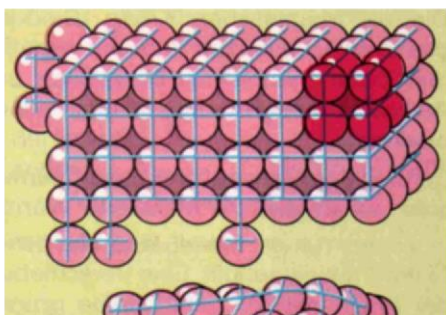
Kristallar ko'pincha eritmalaridan olinadi. Eritma qizdirilganda erituvchi bug'lanib, kristall hosil bo'ladi. Bu hodisani *kristallanish* deb ataladi. Kristallanish sharoitiga qarab, kristallar mayda yoki yirik bo'lishi mumkin.

Eritma past haroratda asta-sekin bug'latilsa yirik kristallar, yuqori haroratda bug'latilib, tez sovitilsa mayda kristallar hosil bo'ladi. Mayda donli po'latlar qattiq, yirik donli po'latlar nisbatan yumshoq bo'ladi. Hosil bo'lgan kichik bir kristall atrofida muntazam ravishda o'suvchi yirik kristall olish mumkin. Bu jarayon *kristallning o'sishi* deb aytiladi. Hamma metall va qotishmalar kristall tuzulishiga ega. Kristall donlar geometrik shaklsiz bo'lib, tashqi tomonidan kristall – ko'p qirraga o'xshaydi va ularni *kristall donalar* yoki *granulalar* deb ataladi.

Metallarning ichki tuzulishi



Kristallarni tashkil etgan zarrachalar shu kristallarni hajmida batartib geometrik tarzda joylashadi, bu joylashish *kristall panjara* deb aytiladi.



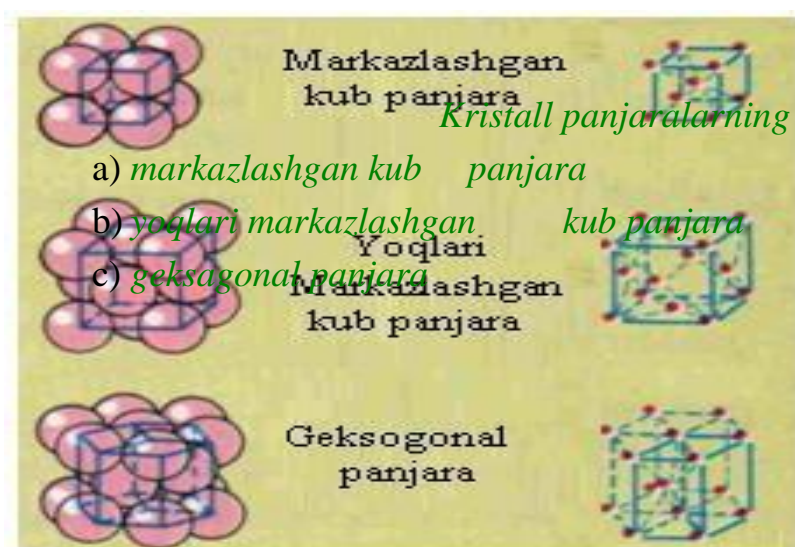
Rentgen nurlari yordamida tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, aksari metallarning

kristall panjalarining turi quyidagicha bo'ladi;

1) **markazlashgan kub panjara**. Bunda kristall panjaraning o'sida 9 ta atom bo'lib, kub burchaklarini uchlarida 8 ta atom, 1 ta atom esa kubning markazida joylashgan. Bunday panjara Fe, Na, Cr va boshqa metallarga xos;

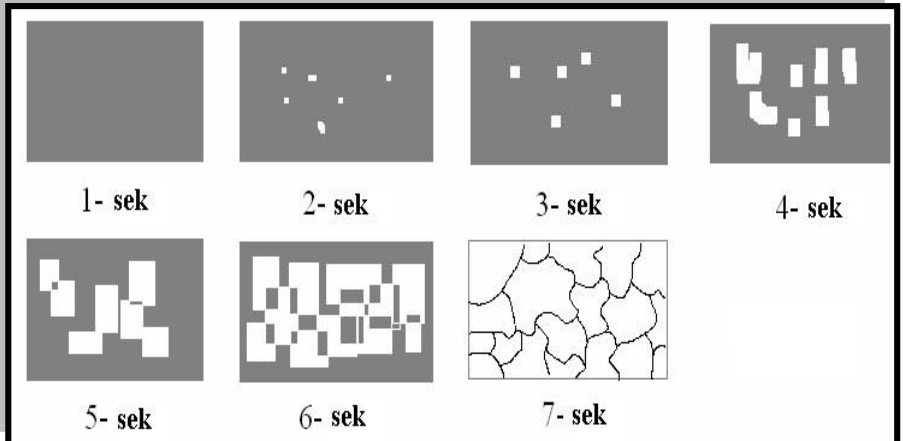
2) **yoqlari markazlashgan kub panjara**. Elementlar uyada 14 ta atom joylashgan bo'lib, 8 ta atom kub uchlarida va 6 ta atom esa kub tomonlari markazlarida joylashgan. Bunday kristall panjara alyuminiy, qo'rgoshin, oltin, nikel va boshqa metallarga xos;

3) **geksagonal panjara (olti yoqli prizma)** metall atomlarining 12 tasi prizma burchaklarining uchida, 3 tasi esa prizmaning o'rta ko'ndalang kesimida joylashgan va 2 tasi prizmaning yuqori va ostki yuza markazlarida joylashgan. Bunday metall panjara magniy, rux, titan va boshqa metallarga xos.



Metallarning xossalari kristall panjara xiliga, atomlarining diametriga hamda atomlar orasidagi masofaga qarab o'zgaradi. Kristall moddalarning atomlari fazoviy panjaraga ma'lum tartibda joylashgan, bu moddalar muayyan erish haroratiga ega bo'ladi. Kristall moddalarga hamma metallar va ularning qotishmalari misol bo'ladi.

Fazoviy panjaraning bir turdan ikkinchi turga o'tishi muayyan kritik haroratlarda ro'y berib, **allotropik o'zgarishlar** deb yuritiladi.



Atomlarning muayyan tartibda joylashuvi natijasida hosil bo'ladigan geometrik jihatdan to'g'ri shakl, **butun kristall yoki monokristall** deb yuritiladi.

Kristall moddalarning fazoviy panjarasida atomlar bir tekis va ma'lum tartibda joylashganligi har xil yo'nalishda ularning xossalari har xil bo'ladi, chunki atomlar orasidagi masofa o'zgaradi. Elementlar uyan tashkil etgan atomlarning o'lchamlari juda kichik, ularni o'lchash uchun angstrom birligi ishlatiladi. $1 \text{ \AA} = 0,00000001 \text{ sm}$ ga teng. Kristall panjarani tashkil etgan atomlar markazlari orasidagi masofa qiymati ham juda kichik bo'ladi. Har bir metall o'ziga xos kristall panjaraga ega.

Butun kristall uni o'sishiga biror tashqi qarshilik ko'rsatilmagan taqdirdagina hosil bo'ladi. Odatda, kristall soviyotgan suyuq metall ichida sodir bo'la boshlaydi. Metall qotgan sari unda o'sayotgan boshqa kristallar shakllangan kristallarning to'g'ri shaklini buzib yuboradi, natijada kristallar donlarga o'xshab qoladi. Demak, tashqi shakli **noto'g'ri kristall donlar** deb ataladi. Donlar ichida atomlar muayyan tartibda joylashganicha qoladi.



Kristall jismlarning atomlar turli tekisliklarda turlicha zichlikda joylashuviga anizotropik xossa deb atiladi.

Metallarning kristallanish jarayoni ikki bosqichdan iborat bo'lib, kristall markazlarining hosil bo'lishi va hosil bo'lgan markazlar atrofida kristallarning o'sishi. Kristallanish jarayonini o'rganish katta amaliy ahamiyatga ega, chunki metallarning xossalari donlarni shakliga,



Kristall jismlar bir haroratda suyuq holatda qattiq holatga va aksincha qattiq holatdan suyuq holatga o'tadi. Bu haroratni *erish nuqtasi* va *qotish nuqtasi* deb aytiladi.

Suyuq metallning qattiq holatga o'tish jarayoni *birlamchi kristallanish* deb ataladi.

Ba'zi bir metall va qotishmalarda kristallanish jarayoni tugagandan keyin ham, ularni tuzilishida o'zgarishlar davom etadi. Bu jarayon *ikkilamchi kristallanish* deb aytiladi.

Qattiq holatdagi metall tuzilishida yuz beradigan o'zgarishlar *allotropik o'zgarishlar* deyiladi.

Ikkilamchi kristallanish jarayoni shundan iboratki, ma'lum haroratda metallni kristall panjarasi o'zgaradi. Bu o'zgarish vaqtida atomlar qayta guruhlanib, yangi kristall panjara hosil qiladi. Ikkilamchi kristallanish vaqtida metallning xossalari o'zgarishiga sabab shundan iborat. Bunday o'zgarishlarni metallarga termik ishlov berish jarayonida kuzatish mumkin.

o'sishi. Kristallarning hosil bo'lish jarayonini o'rganish katta amaliy ahamiyatga ega, chunki metallarning xossalari donlarni shakliga, joylashishiga va kattaligiga bog'liq. Demak, metallarni suyuq holatdan qotish holatga o'tish jarayoni, atomlarni to'g'ri tartibda joylashish (kristall

Metall va qotishmalarning xossalari

Metall va qotishmalardan tayyorlangan detallarning ishlatilishiga qarab turlicha talablar qo'yiladi.

Metallarning xossalari quyidagi turlardan iborat:

1. **Fizik xossalar.**
2. **Kimyoviy xossalar.**

Metallarning fizik xossalari metallarning rangi, solishtirma og'irligi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xususiyati, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqdan kengayishi, issiqlik sig'imi va boshqalar.



Metallarning fizik xossalari metallarning rangi, solishtirma og'irligi, elektr o'tkazuvchanligi, magnit xususiyati, issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqdan kengayishi, issiqlik sig'imi va boshqalar.

Metallarning kimyoviy xossalari metallarning oksidlanishi, eruvchanligi, korroziyaga chidamliligi va boshqalar.



Metallarning kimyoviy xossalari metallarning oksidlanishi, eruvchanligi, korroziyaga chidamliligi va boshqalar.

Metallarning mexanik xossalari metallarning mustahkamligi, qattiqligi, egiluvchanligi va boshqalar.



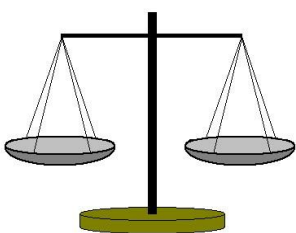
Metallarning mexanik xossalari metallarning mustahkamligi, qattiqligi, egiluvchanligi va boshqalar.

Metallarning texnologik xossalari metallarning quyiluvchanligi, kesiluvchanligi, payvandlanishligi, bolgalanuvchanligi, toblanuvchanligi, oquvchanligi va boshqalar.



Metallarning texnologik xossalari metallarning quyiluvchanligi, kesiluvchanligi, payvandlanishligi, bolgalanuvchanligi, toblanuvchanligi, oquvchanligi va boshqalar.

Metallarning rangi shaffof bo'lmaydi, har bir metall o'ziga xos yaltiroqlikka va rangga ega. Mis-qizil, rux-kulrang, temir-kumushsimon va hakazo.



Solishtirma og'irligi - moddaning hajm birligiga to'g'ri keladigan metallarning miqdori bo'lib, quyidagicha aniqlanadi.

$$\gamma = P/V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Hamma metallarning solishtirma og'irligi D.I.Mendelev davriy sistemasida berilgan.



Hamma metallarning solishtirma og'irligi D.I.Mendeleev davriy sistemasida berilgan.

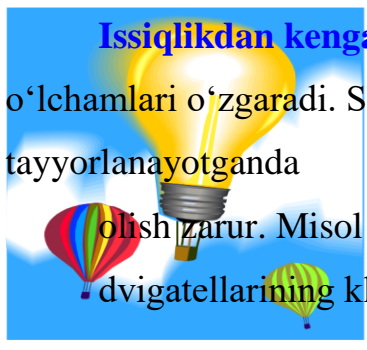
Erish harorati. Metallarning batamom suyuq holga o'tadigan harorati **erish harorati** deb ataladi. Har qaysi metallning erish harorati jadvallarda berilgan

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Metallarni qizdirganda yoki sovutganda o'zidan issiqlikni qanchalik tezlik bilan o'tkazishga aytiladi. Issiqlik o'tkazuvchanligi taqqoslash uchun shartli belgilardan foydalaniladi. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi koefitsient bilan ifodalanadi. Misol uchun (koefitsient miqdori) mis 0,9, alyuminiy 0,5, temir 0,15, simob 0,02. Issiqlikni o'zidan yomon o'tkazadigan metallning to'la qizishi uchun, uzoq vaqt qizdirilishini talab etadi. Bunday metallarni tez sovutganda yorilib ketishi mumkin.

Metallarni

termik ishlangan ana shu xususiyatini hisobga olish zarur.

Amaliyotda radiatorlar va elektr asboblarning detallari issiqlikni yaxshi o'tkazadigan metallardan tayyorlanadi.



Issiqlikdan kengayish. Ma'lumki, issiqlikdan metallarning hajmi va o'lchamlari o'zgaradi. Shuning uchun mashina va mehanizmlar tayyorlanayotganda ularning detallarini issiqdan kengayishini hisobga olish zarur. Misol uchun mashina va traktorlarning dvigatellarining klapanlari, ko'priklar, relslar va hakazolar.



Elektr o'tkazuvchanlik. Metallarda elektr o'tkazuvchanlik har xil bo'ladi. Elektrni eng o'z qارشilik ko'rsatadigan metallar elektrni yaxshi o'tkazadi. Metallarning harorati oshishi bilan elektr o'tkazuvchanligi kamayadi va aksincha. Metallni absolyut nol (-237°C) ga sovutilganda elektr qarshiligi nolga teng bo'ladi.



Magnit xossalari. Po‘lat va cho‘yanning magnit xossalari ularning kimyoviy tarkibiga bog‘liq emas, balki ichki tuzulishiga ham bog‘liq. Bundan shu narsa kelib chiqadi, chunki magnit xossalari doimiy emas, ularga termik va mexanik ishlov berilganda ushbu xossalari o‘zgaradi.



Temirni sovuq holatida magnit xossalari ancha sezilarli bo‘lib, uni qizdirganda magnit xossalari ancha kamayib boradi va butunlay yo‘qolishi ham mumkin.

Magnit xossalari ega bo‘lgan po‘latlar texnikada juda ko‘p tarmoqlarda ishlatiladi. Misol uchun rudalarni saralashda, temir-tersaklarni ko‘tarishda, elektr dvigatellarida, radio-telefon, telegraf detallarini tayyorlashda ishlatiladi.

Ba‘zi magnit xossalari ega bo‘lmagan po‘latlarni ishlatishga to‘g‘ri keladi. Bunday po‘latlarning tarkibida ma‘lum miqdorda nikel va

marganes

Metallarning kimyoviy xossalari



Korroziyaga uchragan panjara qismi

Metallar va qotishmalar muhit ta‘sirida kimyoviy o‘zgaradi. Bu o‘zgarishlarni **korroziya** deb ataladi.

Korroziya turli metallarda turlicha ro‘y beradi: temir zanglaydi, misning ustki qismi ko‘karadi, qo‘rg‘oshin xiralashadi, alyuminiy qorayadi va hakazo.

Korroziya turli metallarda turlicha ro'y beradi: temir zanglaydi, misning ustki qismi ko'karadi, qo'rg'oshin xiralashadi, alyuminiy qorayadi va hakazo.

Ko'p metallar va qotishmalar yuqori harorat sharoitida kimyoviy jihatdan o'zgaradi. Metallar oksidlanishi sababli chiqindiga chiqishi mumkin.

Yuqori darajada qizdirilganda, oksidlanmaydigan metallar **issiqlikka chidamli metallar** deb ataladi.

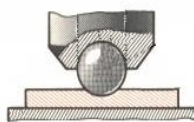
Ba'zi metallar yuqori darajagacha qizdirilganda ham, o'z tuzilishini saqlash, bunday metallarni **o'tga chidamli metallar** deb ataladi.

Ko'p metallar ishqorlar, kislotalar, tuzlar ta'sirida bo'ladi. Agar ular metallarga ta'sir etmasa, bunday metallar **kislotaga, tuzga, ishqorga chidamli metallar** deb ataladi.

Metallarning mexanik xossalari. Metallarning mexanik xossalari: mustahkamlik, qattqlik, egiluvchanlik, plastiklik va hakazolar. Bunda har-xil metall namunalari mashinalarda sinab ko'riladi.



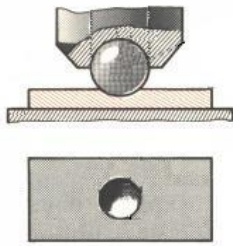
Ushbu bo'limda, metallarning qattqligiga to'xtashga to'g'ri keladi, chunki mashinasozlik sanoatida metallarning qattqligini o'zgartirish usullari mavjud bo'lgani sababli uning ahamiyati katta.



Sharikni namunada qoldirgan izi qancha katta bo'lsa, metall shuncha yumshoq va aksincha bo'ladi.

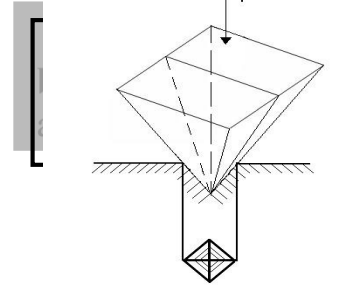
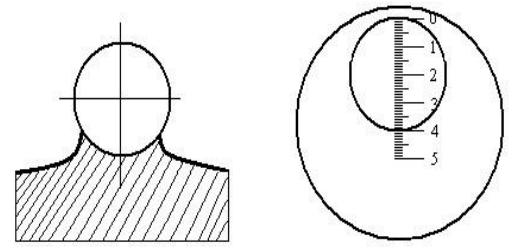
Metallarning qattqligi deb metallni unga bir qattiqroq jismni botishiga qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga aytiladi. Qattqlik metallning eng asosiy xususiyatlaridan bo'lib, detallar tayyorlashda uning yaroqli va yaroqsizligi ifodalanadi. Metall qancha qattiq bo'lsa, uni ishlash uchun shuncha ko'p kuch talab etadi. Metallarning qattqligi turlicha aniqlanadi. Ko'proq qo'llaniladigan usullardan namunaga toblangan sharik, konussimon olmos yoki piramidasimon olmos botirish yo'li bilan aniqlanadi.

Qattqlikni aniqlashning quyidagi usullari keng tarqalgan:



1. Toblangan sharikni botirish
(Brinell bo'yicha qattqlikni aniqlash)

2. Olmos konusning uchini botirish (Rokvell bo'yicha qattqlikni)



idaning uchini
bo'yicha qattqlikni

Qattqlikni aniqlashda metallni sindirmasdan tekshiriladi. Detalning qalinligi va qattqligiga qarab, shariklarning har-xil diametrdagisi olinadi. Misol uchun, nagruzka 30000 N bo'lganda diametri 10 mm li, 7500 N bo'lganda 5 mm li, nagruzka 1800 N bo'lganda diametri 2,5 mm li bo'lgan sharik qabul qilinadi.

Sharik botirilgandan so'ng hosil bo'lgan izning metallning qalinligidan kamida 10 marta kam bo'lishi zarur. Izni markazidan metallning yuza chetigacha bo'lgan oraliq sharining diametridan katta bo'lishi kerak.

Qattqlik qimmati N bilan belgilanadi va aniqlash usulining indeksi qo'yiladi.

$$HB = \frac{P}{F} \left(\frac{H}{mm^2} \right)$$

bunda, R-sharikka qo'yilgan kuch, N; F-shar qoldirgan izning yuzasi, mm²

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{2} - \frac{\pi \cdot D}{2} \sqrt{D^2 - d^2}, \text{ mm}^2$$

bunda, D-sharning diametri, mm; d-izning diametri, mm.

Brinell usuli

Rokvell usuli

Rokvell usulida diametri 1,58 bo'lgan po'lat sharik yoki 120° burchakli olmos konusdan foydalaniladi. Bunda qattqlik indikatoridagi shkaladan aniqlanadi. Sharik yoki olmos konus metallni qattqlik indikatoridagi shkaladan aniqlanadi. Sharik yumshoq metallar uchun, olmos konus qattiq metallarni sinash uchun ishlatiladi.

metallarni sinash uchun ishlatiladi.

Vickers usulida juda yumshoq va qattiq metallarning qattiqligini aniqlash mumkin. Bu usulda namunaga Vickers uchlaridagi burchak 136° bo'lgan piramida bosiladi. usuli Bosiladigan kuch 550-1200N gacha. Izning o'lchami priborning o'zidagi mikroskop yordamida aniqlanadi.

Metallarning texnologik xossalari

Metallarning texnologik xossalariga ularning bolg'alanuvchanligi, payvandlanuvchanligi, oquvchanligi, kesib ishlanuvchanligi va boshqalar kiradi.

Metallarning texnologik xossalariga ularning bolg'alanuvchanligi, payvandlanuvchanligi, oquvchanligi, kesib ishlanuvchanligi va boshqalar kiradi.

Qotishmalar haqida ma'lumotlar

Ikki va undan ortiq elementlarni birga suyuqlanish yo'li bilan olingan murakkab jism *qotishma* deb aytiladi. Bunga misol uchun cho'yan, po'lat,



bronza, latun, duralyuminiy va boshqalarni keltirish mumkin. Ba'zan qotishmani uning tarkibiga kiruvchi elementlarning kukunlarini aralashdirib, unga shakl berib hosil qilingan buyumni maxsus pechlarda $1100-1400^\circ\text{C}$ da pishirish yo'li bilan ham olish mumkin. Misol uchun

qattiq qotishmalar, metallokeramik detallar shu yo'sinda olinadi. Ba'zan qotishmani uning tarkibiga kiruvchi elementlarni aralashdirib, unga shakl berib hosil qilingan buyumni maxsus pechlarda $1100-1400^\circ\text{C}$ da pishirish yo'li bilan ham olish mumkin. Misol uchun qattiq qotishmalar, metallokeramik detallar shu yo'sinda olinadi.

Qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atom diametrlari farqiga, kristall panjara turiga va ularning suyuqlanish haroratiga ko'ra qotishmalar: *mexanik aralashma, kimyoviy birikma va qattiq eritma* ga bo'linadi.

Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning atomlari kristallanish jarayonida bir-biriga *Mexanik* kiruvchi har bir element mustaqil kristallar hosil qiladi. Bunda hosil bo'lgan kristall donlar mexanik aralashmadan iborat bo'ladi.

Kimyoviy elementlarning o'zaro kimyoviy ta'sir etsa, bunday elementlar kimyoviy birikma hosil qiladi. murakkab, ularni ko'proq metall va metallmas elementlar birikib hosil qiladi.

Agar qotishma tarkibiga kiruvchi elementlarning birida qotish jarayonida o'zaro kimyoviy ta'sir etsa, bunday elementlar birikma hosil qiladi. Kimyoviy birikmaning kristall panjarasi murakkab, ularni ko'proq metall va metallmas elementlar birikib hosil qiladi.

Qotishmaga kiruvchi elementlardan biri ikkinchisida erib qolganda sof metall kabi kristall panjarali tuzilish hosil qiladi. Misol uchun, temir S, Ni, Mn, Si va boshqa

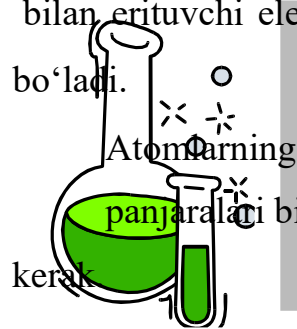
Qattiq eritma elementlar bilan, Cu, Ni, Zn, Al, Si va boshqa elementlar bilan qattiq eritma hosil qiladi. Qattiq eritmalar hosil qilishda qotishma tarkibidagi qaysi elementning kristall panjarasi saqlanib qolsa, shu element **erituvchi element** deb, kristall panjarasi saqlanmagan elementni esa, **eruvchi element** deb aytiladi va A(V) A erituvchi, V-eruvchi deb nomlanadi.

Qotishmaga kiruvchi elementlardan biri ikkinchisida erib qolganda sof metall kabi kristall panjarali tuzilish hosil qiladi. Misol uchun, temir S, Ni, Mn, Si va boshqa elementlar bilan, Cu, Ni, Zn, Al, Si va boshqa elementlar bilan qattiq eritma hosil qiladi. Qattiq eritmalar hosil qilishda qotishma tarkibidagi qaysi elementning kristall panjarasi saqlanib qolsa, shu element erituvchi element deb, kristall panjarasi saqlanmagan elementni esa, eruvchi element deb aytiladi va A(V) A erituvchi, V-eruvchi deb nomlanadi.

Qotishmalar tarkibiga kirgan elementlarning o'zaro munosabatlariga ko'ra elementlarning eruvchanligi turlicha bo'ladi. Misda nikel, nikelda mis xohlaganicha eriydi.

Hamma metallar ham bir-birida yaxshi erivermaydi. Ba'zi elementlar yaxshi, o'rta, yomon va umuman erimasligi mumkin. Rentgean nurlari yordamida tekshirilganda shu narsa aniqlandiki, eruvchi element atomlari Hamma metallar ham bir-birida yaxshi erivermaydi; Ba'zi elementlar hosil bo'ladi. yaxshi, o'rta, yomon va umuman erimasligi mumkin. Rentgean nurlari yordamida panjaralari bir xil bo'lishi va atomlar radiuslari bir-biriga yaqin bo'lishi tekshirilganda shu narsa aniqlandiki, eruvchi element atomlari kerak.

bilan erituvchi element atomlari o'rin almashuvi natijasida qattiq eritma hosil bo'ladi.



Odatda, qotishmani hosil qiluvchi asosiy komponentlardan tashqari qotishma tarkibida oz miqdorda boshqa elementlar ham mavjud bo'ladi va ularni **primeslar** deb yuritiladi. Bu primeslar qotishmaga tadam eritib olayotganda yoki xossalari aytarli ta'sir etmaydi.

Odatda, qotishmani hosil qiluvchi asosiy komponentlardan tashqari qotishma tarkibida oz miqdorda boshqa elementlar ham mavjud bo‘ladi va ularni *primeslar* deb yuritiladi. Bu primeslar qotishmaga rudani eritib olayotganda yoki qotishma eritilayotganda tushadi. Ular qotishmani xossalariga aytarli ta’sir etmaydi.

Qotishmalarning holat diagrammasi

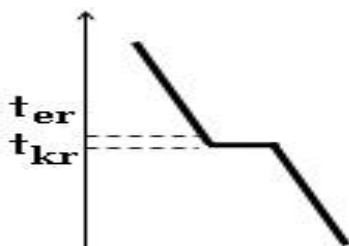
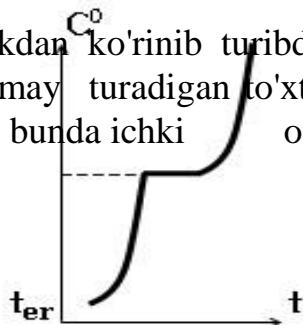


Metall (qotishma) sovitilgan vaqtda kristallanadi, ya’ni suyuq holatdan qattiq holatga o‘tadi. Bunday kristallanish *birlamchi kristallanish* deb ataladi.

Metallarning kristallanish grafigi. Har qanday metall va qotishmalarning ichki tuzulishi, xossalari uni qizdirganda va sovitganda ro‘y beradigan hodisalar, aralashmaning bir-biri bilan qanday miqdorda aralashishiga bog‘liq. Odatda, metall (qotishma) sovitilgan vaqtda kristallanadi, ya’ni suyuq holatdan qattiq holatga o‘tadi. Bunday kristallanish *birlamchi kristallanish* deb ataladi.

Qotgan metallning sovishi natijasida qaytadan kristallanish *ikkilamchi kristallanish* deb aytiladi. Kristallanish jarayonini yaxshiroq o‘rganish uchun kristallanishni grafikda ko‘ramiz.

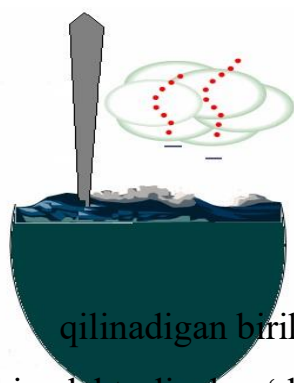
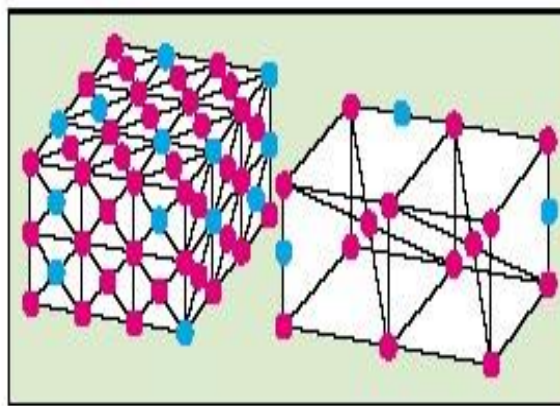
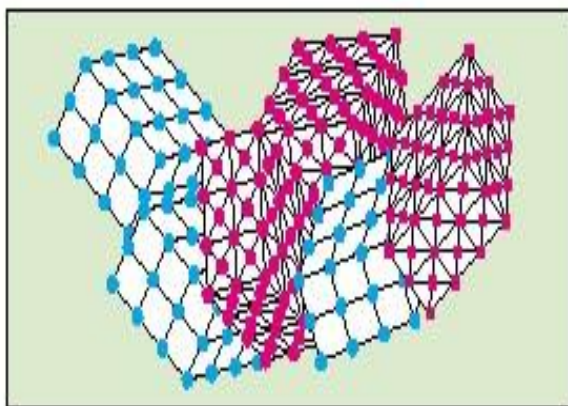
Grafikdan ko‘rinib turibdiki, harorat ma’lum darajaga yetganda birmuncha o‘zgarmay turadigan to‘xtash (bu to‘xtashlar sovitganda ham mavjud bo‘ladi) bo‘lib, bunda ichki o‘zgarishlar sodir bo‘ladi.



Metall qizdirilgan vaqtda metall berilgan issiqlikni o'ziga yutadi, sovitilganda esa metalldan issiqlik ajraladi, bu esa metallni qizdirganda yoki sovishida to'xtatishga sabab bo'ladi.

Metallning biror holatida yoki tuzilishidagi o'zgarishlarga mos keladigan harorati **kritik nuqta** deb aytiladi. Erigan metallning kristallanishi uchun erish haroratidan pastroq bo'lgan haroratgacha sovitish kerak, chunki ana shu haroratga atomlar aniq bir sxema bo'yicha guruhlanib kristall hosil bo'ladi. *Metallni erish va sovish grafigi*

Metallarni kristallanishini **pirometr** deb ataluvchi asbob bilan aniqlanadi, ya'ni vaqt ichida suyuq metallni qotish yoki metallni qattiq holda suyuq holga o'tirish kuzatiladi. Ma'lum vaqt birligida yuz bergan o'zgarishlar yozib olinib, olingan material bo'yicha sovish yoki qotish egri chizig'ini harorat va vaqt koordinat a o'qlarida chiziladi.



qilinadigan birikmadir. Ko'pchilik qotishmalar erish yo'li bilan olinadi, lekin elektroliz, bug' holatiga o'tkazib va boshqa usullar bilan ham qotishma olish

Ma'lumki, qotishma ikki va undan ko'p elementlarning bir-biri bilan aralashtirilib hosil qilinadigan birikmadir. Ko'pchilik qotishmalar erish yo'li bilan olinadi, lekin elektroliz, bug' holatiga o'tkazib va boshqa usullar bilan ham qotishma olish mumkin. Aralashmalar ichida metallmas elementlar ham bo'lishi mumkin, ammo asosiy elementlar metall tashkil etadi. Hamma metallar ham aralashib qotishma hosil qilinmaydi. Misol uchun temir bilan ra'rg'ochin aralashmasidan qotishma hosil bo'lmay, balki qatlamli birikma hosil bo'ladi.

Qotishmalar holat diagrammasi erigan aralashmaning qotish jarayonida

mumkin. Aralashmalar ichida metallmas elementlar

ham bo‘lishi mumkin, ammo asosiy elementni metall tashkil etadi. Hamma metallar ham aralashib qotishma hosil qilavermaydi. Misol uchun temir bilan

qo‘rg‘oshin aralashmasidan qotishma hosil bo‘lmay, balki qatlamli birikma hosil bo‘ladi.

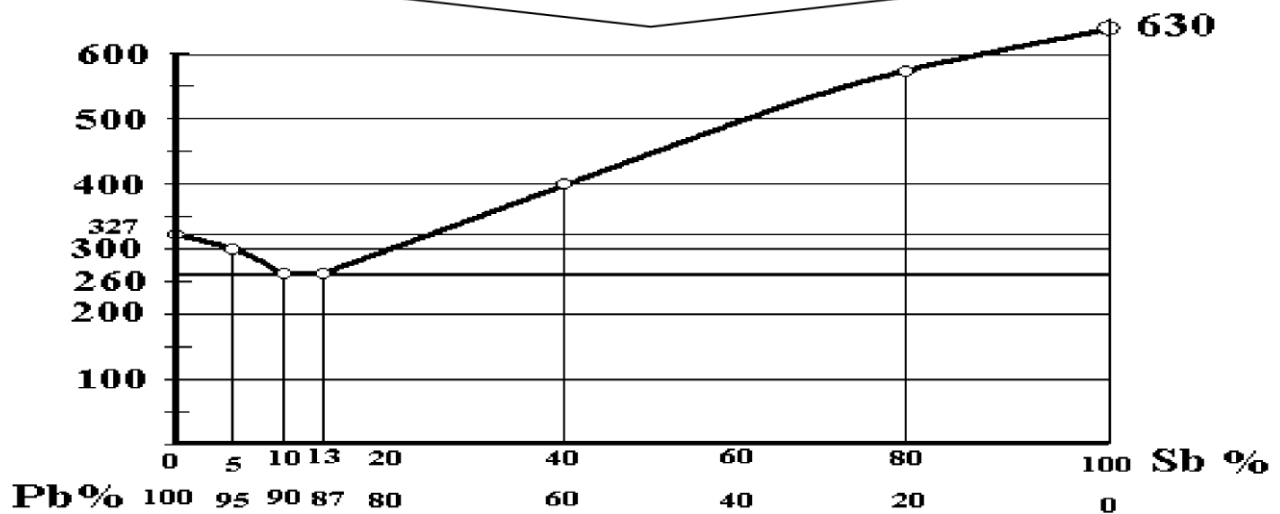
Qotishmalarning holat diagrammasi erigan aralashmaning qotish jarayonida tuzilish o‘zgarishini tavsiflab, berilgan qotishmani tuzilishi haqida yaqqol ma’lumot beradi. Holat diagrammasi bo‘yicha berilgan qotishmani avvaldan tuzilishini va xossasini bilish mumkin. Bundan tashqari holat diagramma qotishmalarni termik ishlashni ilmiy jihatdan asoslab berish uchun xizmat qiladi.

Qo‘rg‘oshin va surma bir-birida yaxshi erib, juda ko‘p turdagi qotishmalarni hosil qiladi. Ma’lumki qotishmaning holat diagrammasini chizish uchun erish va kristallanish kritik haroratlari va nuqtalari zarur bo‘ladi. Ular tajriba yo‘li bilan olinadi.

Holat diagrammasini chizish uchun 6 ta tavsifli qo'rg'oshin-surma qotishmasini olamiz.

Qot. №	Tarkibi		Qotishmaning erish harorati, °C	Qotishmaning kristallanish harorati, °C
	Qo'rg'oshin	Surma		
1.	95	5	296	246
2.	90	10	260	246
3.	87	13	246	246
4.	80	20	280	246
5.	60	40	395	246
6.	20	80	570	246

Qotishmaning holat diagrammasini qurishni qo'rg'oshin-surma holat diagrammasini chizish misolida ko'ramiz



Qotishmalarning holat diagrammasi. Har qanday qotishmaning holat diagrammasini chizish uchun masshtabdan gorizontaal bo'yicha qotishmaning % miqdori (chap tomoni toza qo'rg'oshin, o'ng tomoni to'la surma) quyiladi. (327°C, 630°C) masshtabda belgilab chiqamiz.

Pastdagi kritik nuqtalarni birlashtirib DE chizig'ini va yuqoridagi kritik nuqtalarni birlashtirib AV va VS egri chiziqlarini olamiz. Ikkala egri chiziq V nuqtada, va ular DE to'g'ri chizig'ida kesishadi. Diagrammadan ko'rinib

Vertikal bo'yicha kritik nuqtalarni hamda surma va qo'rg'oshin erish nuqtasini (327⁰C, 630⁰C) masshtabda belgilab chiqamiz.

Pastdagi kritik nuqtalarni birlashtirib DE chizig'ini va yuqoridagi kritik nuqtalarni birlashtirib AV va VS egri chiziqlarini olamiz. Ikkala egri chiziq V

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, ABC chizig'idan yuqorida hamma qotishmalar suyuq holda bo'ladi, bu chiziqni **likvidus chizig'i** deb aytiladi (lotin tilida - suyuq ma'noni bildiradi). DBE chizig'ini **solidius chizig'i** deb aytiladi (solidius - lotincha qattiq ma'noni bildiradi).

Tekshirish uchun savollari

1. Avtomobil qismlarini tayyorlashda materiallar tuzilishiga izoh bering.

2. Texnikada ishlatiladigan asosiy metallarga izox bering.

3. Metallarning xossalarini ta'riflang .

4. Materialning qattiqligi qanday tushuniladi va uni aniqlash usullarini ko'rsating.

5. Metallarning ichki tuzilishini tushuntiring. Kristal panjaralarning turlarini keltiring .

3-MAVZU: PLASTIK DEFORMATSIYANING TABIATI.

Reja:

1. Metallarning tuzilishi

2. Plastik deformatsiya haqida tushuncha

3. Monokristallning sovuq plastik deformatsiyasi mexanizmi

4. Polikristallning sovuq plastik deformatsiyasi

5. Sovuq deformatsiyada mustahkamlanish

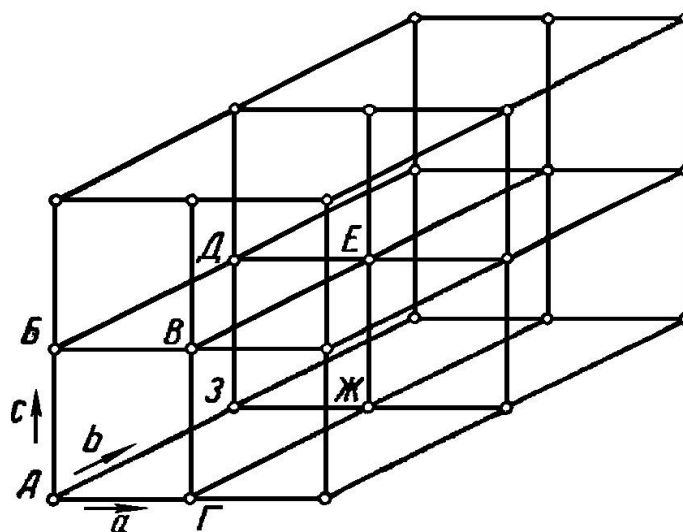
6. Mustahkamlanish egri chiziqlari

Tayanch so'zlar: kristall tuzilish, atomlar tekisliklari, kubsimon katakcha, monokristall, sovuq plastik deformatsiya, polikristall, issiq deformatsiya, mustahkamlik, mustahkamlik chegarasi, sirpanish, qiyofadoshlanish

METALLARNING TUZILISHI.

Barcha metall va qotishmalar kristall tuzilishga ega. Kristall tuzilish umuman atomlarning fazoda qonuniyatli va davriy joylashuvi bilan ajralib turadi. Bunda har bir atom qo'shnilari bilan bir hil joylashgan bo'ladi. Kristallarning rentgenogrammalari ko'rsatishicha, ularda atomlar to'g'ri chiziq va tekisliklar bo'yicha joylashadi va nafaqat atomlarning fazoda o'zaro joylashishini ochib

berishni, balki ular orasidagi angstremlarda o`lchanadigan masofani ($1\text{Å}^0=10^{-8}\text{sm}$) ham aniqlashga imkon beradi.



1- rasm. Kristall panjaraning ramziy tasviri.

Atomlarning tekisliklar va to`g`ri chiziqlar bo`yicha qonuniyat bilan joylashishi natijasida, kristallning tuzilishini uch o`lchovli to`g`ri chiziqlardan iborat to`r ko`rinishida tasavvur qilish mumkin. Ularning kesishish nuqtalarida (tugunlarida) atomlar joylashgan. Bu 1 - rasmda ramziy ko`rsatilgan.

Bunday to`rni bir hil kattalikdagi umumiy tegib turuvchi qirralarga ega geometrik ko`pburchaklardan (parallelopipedlar, prizmalar va hokazo) tashkil topgan deb hisoblash mumkin. Bu to`rning har qanday ko`pqirradi, masalan ABVGDEJZ parallelopiped (agar to`r parallelopipedlardan tashkil topgan bo`lsa) berilgan to`rning har qanday boshqa parallelopipedi bilan uch yo`nalishdan (a;b;c) har biri bo`ylab belgilangan masofaga ko`chirish yo`li bilan to`liq almashtirilishi mumkin ekanligini payqash qiyin emas.

Uchta kristallografik yo`nalishlarda uzluksiz ko`chirishlar yo`li bilan barcha fazoviy to`rni qurish mumkin bo`lgan eng kichik ko`pqirra, kristall panjaraning elementar katakchasi deb ataladi.

Uch o`lchovli fazoda joylashgan, qirralari bilan birlashgan elementar katakchalarning yig`indisi fazoviy panjara deb ataladi. Ushbu katakcha atomlarini qo`shni katakcha atomlari bilan to`liq mos tushishi uchun zarur bo`lgan, elementar katakchanning eng kichik surilish kattaligini aniqlovchi (a,b,c) kesmalar uzunligi, panjara parametrlari yoki qaytarilish davrlari deb ataladi.

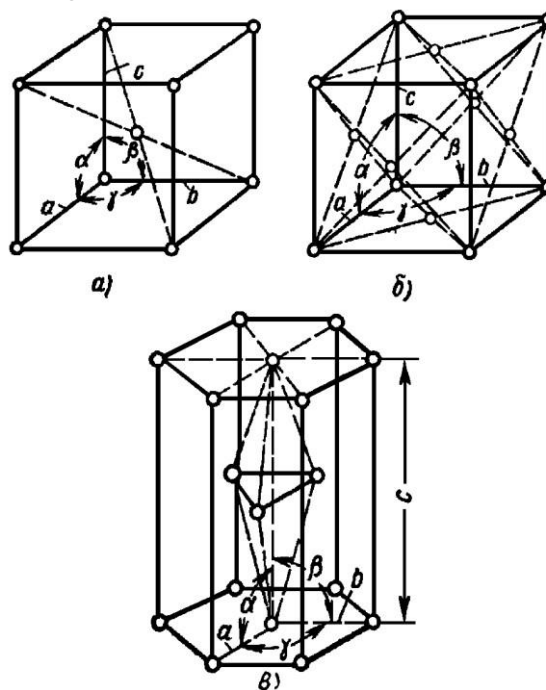
Atomlarning katakchada o`zaro joylashishi atomlarning ushbu fazoviy panjarada joylashuvini to`liq aniqlaydi.

Kristallarning atomlar faqat panjara tugunlarida (faqat asosiy elementar katakchanning uchlarida) joylashgan oddiy fazoviy panjaralari va asosiy elementar katakchanning ichida aynan bir xil joylarda ham atomlar joylashgan murakkab fazoviy panjaralarini farqlaydilar.

Kristallar yoki kristallarning fazoviy panjarasi tuzilishini bayon etish uchun odatda koordinat tizimi tanlab olinadi. Uning o`qlari bo`lib, bir nuqtadan (panjara

tugunidan) o`tuvchi, kristallning asosiy tugun chiziqlari bilan mos tushuvchi uchta to`g`ri chiziq, (masalan 1 - rasmdagi a,b,c vektorlar bilan yo`nalishi mos tushuvchi to`g`ri chiziqlar), xizmat qiladi. Bunda kristallografik tizim o`qlarini kristallning simmetriyasiga mos ravishda tanlab olinadi. Kristallografik o`qlar tizimida fazoviy panjaraning elementar katakchasi shakli kristallografik o`qlar orasidagi uchta koordinat burchagi α , β , γ va panjaraning uchta parametri a, b, c yordamida ifodalanishi mumkin.

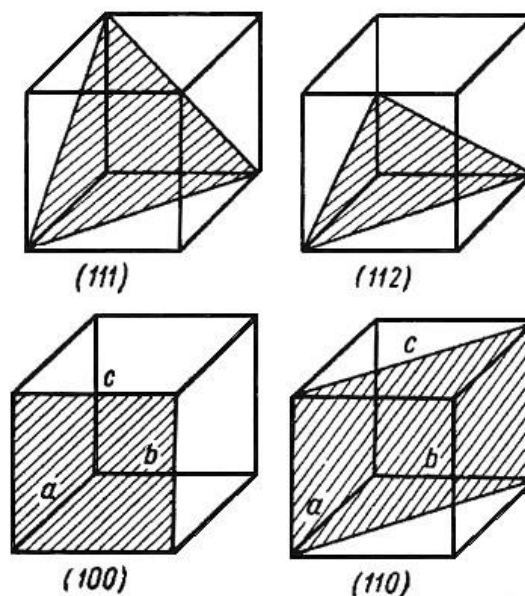
Metallar fazoviy kristall panjarasining asosiy elementar katakchalarini namunaviy shakllari 2 - rasmda keltirilgan.



2 - rasm. Kristall panjaraning elementar katakchalari.

Kubsimon panjaralar (2-rasm, a va b) $\alpha = \beta = \gamma$ burchaklar tengligi va $a = b = c$ panjara parametrlarining o`zaro tengligi bilan ajralib turadi. Agar kubsimon panjarada elementar katakcha kubining uchlarida joylashgan atomlardan boshqa, kub markazida joylashgan atom ham bo`lsa, unda bunday panjara hajmiy markazlashtirilgan kubsimon deb ataladi. Kub tomonlarining markazida joylashgan atomlarga ega bo`lgan kubsimon panjara tomonlari markazlashtirilgan kubsimon deb ataladi. Geksagonal panjaraning elementar katakchasi (2 - rasm, v) $\alpha = \beta = 90^\circ$ va $\gamma = 120^\circ$ burchaklar qiymati va panjaraning faqat ikkita parametrini o`zaro tengligi $a = b \neq c$ bilan ajralib turadi.

Panjaralarning keltirilgan uch turi ko`plab metallarga taalluqlidir.

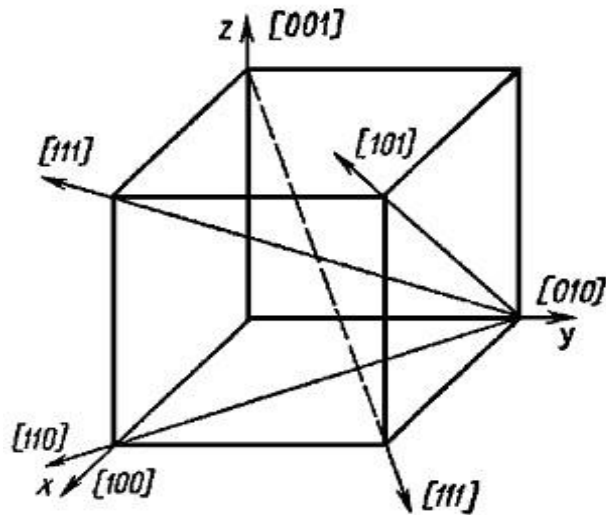


3-rasm. Kubsimon katakchada o`tkazilgan tekisliklarning belgilanishi.

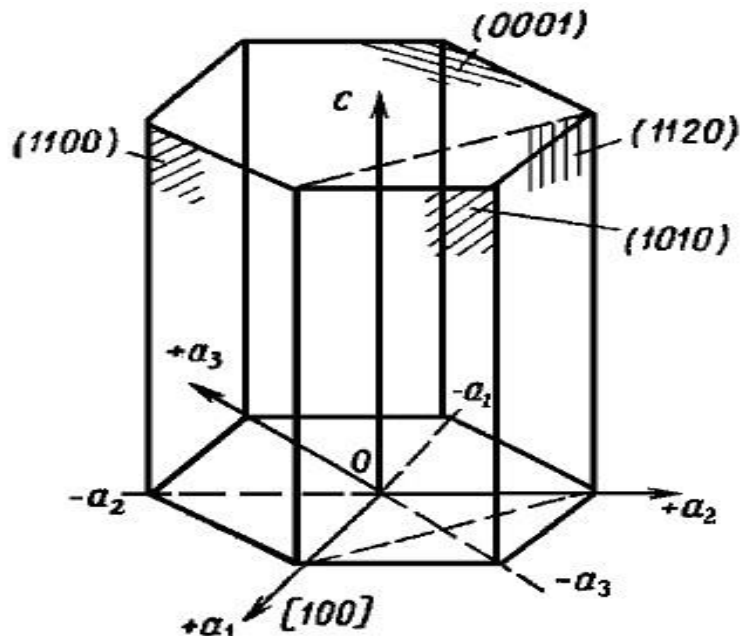
Hajmiy markazlashtirilgan kubsimon katakchali panjaraga masalan, metallar: \square - va \square - temir, litiy, vanadiy, volfram, molibden, xrom, tantal egadir; alyuminiy, \square -temir, oltin, mis, nikel, platina, qo`rg`oshin, kumush metallari tomonlari markazlashtirilgan kubsimon katakchalarli panjaraga ega; geksagonal zich joylangan katakchalarli (ya`ni, prizmaning ichida uchta atomga ega bo`lgan, 2-rasm, v) panjara magniy, rux, beriliy, kadmiy, kobalt, \square - titan metallarida bo`ladi.

Fazoviy panjaraning elementar katakchalarida (demak, fazoviy panjaraning o`zida ham) o`tkazish mumkin bo`lgan tekisliklarni aniqlash uchun, shuningdek kristallografik yo`nalishlarni aniqlash uchun kristallografiyada indekslash tizimi qabul qilingan. Bu tizim bo`yicha kubsimon panjara tekisliklarini indekslash yumaloq qavsga olingan uchta raqam bilan amalga oshiriladi. Bu raqamlar koordinat o`qlarida tekislik bilan kesilgan kesmalar kattaligiga o`zaro teskari proporsional uchta oddiy sonlardan iborat bo`ladi. Bunda kesmalarning o`lchov birligi sifatida panjara parametrlari qabul qilinadi.

3 - rasmda elementar kubsimon katakchada o`tkazilgan ba`zi tekisliklar bu tekisliklarning belgilanishi bilan birga keltirilgan.



4-rasm. Kubsimon katakchadagi belgilanishlar.



5-rasm. Geksagonal katakchadagi belgilanishlar.

Geksagonal elementar katakchada indekslash ko`rilayotgan tekislik bilan to`rtta kristallografik o`qda kesilgan kesmalarning kattaligiga teskari olib boriladi. Bu o`qlardan uchta olti yoqli prizmaning (bazis tekisligi deb ataluvchi) asosi tekisligida yotadi.

Plastik deformatsiya haqida tushuncha

Metallning qandaydir hajmiga qo`yilgan tashqi kuchlar tizimi uni deformatsiyasini keltirib chiqaradi. Elastik va plastik deformatsiyalar bo`ladi. Agar tashqi kuchlar olingandan so`ng deformatsiyalangan jism o`zining dastlabki shakl va o`lchamlarini to`liq tiklasa, bunday deformatsiya elastik deb ataladi. Agar tashqi kuchlar keltirib chiqargan jismning shakli va o`lchamlarining o`zgarishi, bu kuchlar

olingandan so`ng o`z holida qolsa, bunday deformatsiyani plastik yoki qoldiq (qaytmas) deb ataladi.

Metallarga bosim bilan ishlov berish usulida detallarni olish homaki mahsulotni plastik deformatsiyalashga asoslangan. Plastik deformatsiya homaki mahsulotni buzmasdan turib, uning alohida hajmlarini nisbiy siljitish yo`li bilan detalning berilgan shaklini olishga imkon beribgina qolmay, balki homaki mahsulot materialining mexanik va fizik-kimyoviy xossalari ham ta`sir ko`rsatadi.

Elastik deformatsiya metallarda atomlarning turg`un muvozanat holatidan chetlatish hisobiga ro`y beradi va potentsial energiyaning minimum bo`lishi bilan ajralib turadi. Bu chetlanishning kattaligi qo`shni atomlar orasidagi masofadan oshmaydi. Elastik deformatsiya atomlararo masofani o`zgarishi natijasida qaytadigan hajm o`zgarishlarini keltirib chiqaradi. Hajmning qaytadigan o`zgarishi, masalan, 10 MPa bosim bilan har tomonlama siqilishda po`lat uchun $\approx 0,6\%$, mis uchun $1,3\%$ ni tashkil etadi.

Atomlarni turg`un muvozanat holatidan chetlanishi jismda to`plangan potentsial energiyani oshiradi va belgilangan chegaralargacha chetlanish kattaligi deformatsiyalovchi kuchlar oshishiga proporsional ortib boradi. Har qanday sharoitlarda ham tashqi kuchlarning jismga ta`siri, atomlarni eng kam potentsial energiyali holatga qaytarishga intiluvchi, atomlararo kuchlarning qarshi ta`siri bilan muvozanatlashadi.

Plastik deformatsiya atomlarni yangi turg`un muvozanat holatlarga, kristall panjaradagi atomlar orasidagi masofadan ancha katta bo`lgan nisbiy siljishi hisobiga amalga oshadi. Plastik deformatsiyalashda jismga qo`yilgan kuchlar keltirib chiqargan umumiy deformatsiya plastik tashkil etuvchini ham, shu qatorda deformatsiyalovchi kuchlar olingandan so`ng yo`qoladigan elastik tashkil etuvchini ham o`z ichiga oladi.

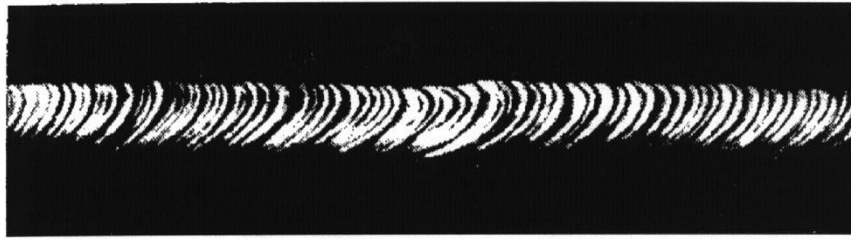
Monokristallning sovuq plastik deformatsiyasi mexanizmi.

Monokristallning plastik deformatsiyasi asosan ikki yo`l: sirpanish va qiyofadoshlanish bilan bo`lishi mumkin.

Sirpanish kristallning yupqa qatlamlarini yonidagilarga nisbatan parallel siljishidan iborat bo`ladi. Harakat qator tekisliklarni yoki oralig`ida plastik deformatsiya elementlari bo`lmagan juda yupqa qatlamlarni (sirpanish yo`llarini) qamrab oladi.

Sirpanish yo`llari bir-biridan o`rtacha 1 mkm atrofidagi masofada ketma ket saflanadi, bu vaqtda qo`shni atom tekisliklari orasidagi masofa esa 10^{-4} mkm raqami bilan ifodalanishi tajriba yo`li bilan aniqlangan.

Monokristallning sirpanish yo`li bilan deformatsiyalanishi 6 - rasmda keltirilgan mis va alyuminiy qotishmasi monokristallini cho`zilishga uchragan namunasi fotosuratidan yaqqol ko`rinib turibdi.



6-rasm. Monokristallning sirpanish yo`li bilan deformatsiyalanishi.

Monokristalllarda sirpanish aniq kristallografik tekisliklar bo`yicha ro`y beradi. Bularni sirpanish tekisliklari deyiladi. Odatda atomlar joylashuvining eng katta zichligiga ega tekisliklar sirpanish tekisliklari bo`lib hisoblanadi, atomlararo masofalar minimal kattalikka ega bo`lgan yo`nalishlar esa sirpanish yo`nalishi bo`lib hisoblanadi. Masalan, yon tomoni markazlashgan kubsimon kristall panjarali metallarda odatda (111) turidagi oktaedr tekisliklari sirpanish tekisliklari hisoblanadi, (101) turidagi yo`nalish esa sirpanish yo`nalishi bo`lib hisoblanadi.

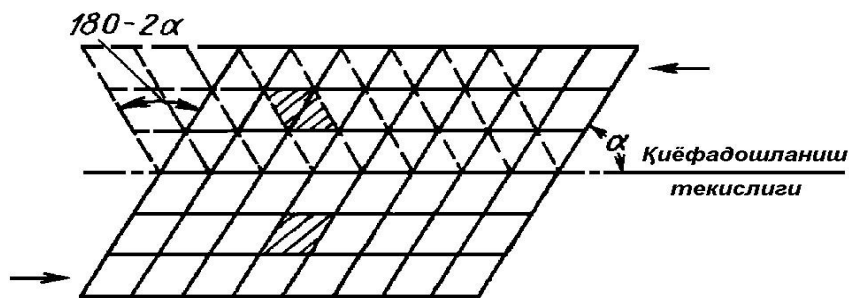
Geksagonal kristall panjarali metallarda odatda sirpanish tekisligi bo`lib (0001) turidagi bazis tekisligi, sirpanish yo`nalishi bo`lib esa, oltiburchakning diagonaliga mos tushadigan (100) turidagi (bu katakchanning asosi) yo`nalish hisoblanadi.

Atomlarning qandaydir kristallik tekisliklari bo`yicha siljishi mumkinligiga temperatura ancha sezilarli ta`sir ko`rsatadi. Temperaturaning oshishi qator hollarda shunga olib keladiki, bunda sirpanish jarayoni, hona temperaturasida sirpanish bo`ladigan tekisliklardan farqli, boshqa tekisliklar bo`yicha amalga oshishi mumkin. Masalan, geksagonal zich joylashgan panjarali metallarda hona temperaturasida bitta sirpanish tekisligi - (0001) bazis tekisligi bo`ladi, 200° dan oshiq temperaturada esa qo`shimcha (1011) yoki (1012) turidagi tekisliklar bo`yicha sirpanish imkoniyati paydo bo`ladi.

Qiyofadoshlanish «qiyofadoshlanish tekisligiga» parallel tekisliklarda joylashgan atomlarning ma`lum masofaga siljishidan iborat bo`lib, bu masofa tekisliklarning qiyofadoshlanish tekisligigacha bo`lgan masofasiga proporsional bo`ladi. 7 - rasmda deformatsiya natijasida hosil bo`lgan qiyofadosh punktir chiziq bilan ko`rsatilgan. Bunda kristall panjara qirralari, dastavval qiyofadoshlanish tekisligiga $\square \square 90^{\circ}$ burchak ostida bo`lgan bo`lsa, $180^{\circ} - 2\square$ ga teng burchakka buriladi.

Qiyofadoshlanish orqali deformatsiya olgan kristall bo`lagining panjarasi, kristallning deformatsiyaga uchramagan qismi panjarasini qiyofadoshlanish tekisligiga nisbatan oynadagi tasviri (qiyofadoshi) bo`ladi. Qiyofadoshlanish statik yuklanishda nisbatan kam, zarb bilan deformatsiyalanishda ancha tez-tez kuzatiladi. Qiyofadoshlanish nafaqat deformatsiyalanuvchi jismga tashqi kuchlarning ta`siri natijasida, balki plastik deformatsiyadan so`ng otjig (bo`shatash) natijasida ham paydo bo`lishi mumkin. Bunday xodisa, xususan, misda, latun (jez) va ba`zi boshqa, kubsimon yon tomoni markazlashtirilgan panjarali metallarda kuzatiladi. Qiyofadoshlanish sirpanib deformatsiyalanish bilan birga kelishi mumkin.

Sirpanish bilan deformatsiyalanishda qiyofadoshlanish deformatsiyalash uchun zarur bo`lgan kuchni keskin kamaytiradi.



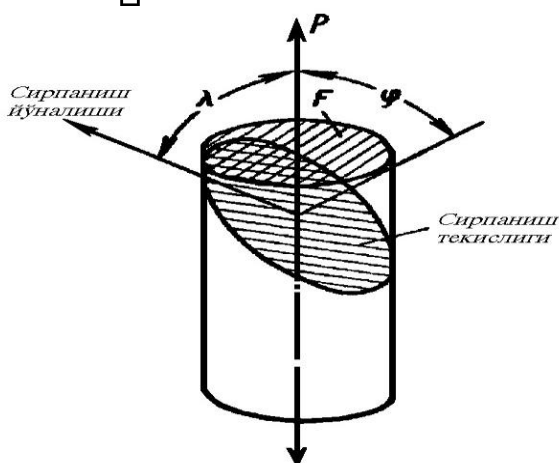
7-rasm. Deformatsiya natijasida hosil bo`lgan qiyofadosh.

Ishlov beriladigan metallarning plastik deformatsiya jarayoni asosan sirpanish hisobiga amalga oshiriladi.

Berilgan metallni sirpanish bilan plastik deformatsiyasi boshlanishi uchun zarur bo`lgan siljituvchi (urinma) kuchlanishlar, berilgan temperatura va deformatsiya tezligida, jismga ta'sir ko`rsatayotgan kuchlarga nisbatan sirpanish tekisliklar yo`nalishiga bog`liq bo`lmagan doimiy kattalik ekanligi ko`p sonli tadqiqotlarda ko`rsatilgan. Agar ko`ndalang kesim yuzasi F bo`lgan monokristall namunani R kuch bilan cho`zilsa, bunda sirpanish tekisligiga normal (tik chiziq) ta'sir etayotgan kuchlar yo`nalishi tomoniga λ burchak ostida, sirpanish yo`nalishiga esa ψ burchak ostida qiyalangan bo`lsa (8 -rasm), u holda siljituvchi kuchlanish σ kattaligi ushbu formula bo`yicha topilishi mumkin:

$$\sigma = \frac{P}{F \cos \lambda \cos \psi} \quad (1.1)$$

bu yerda: $\frac{P}{\cos \lambda}$ - namunaning sirpanish tekisligi bo`yicha maydoni.



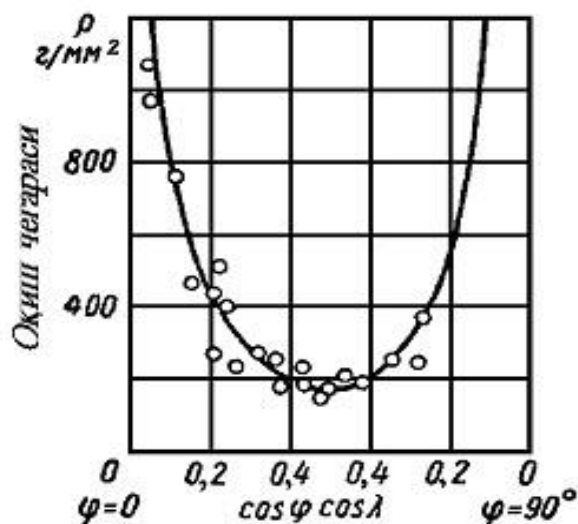
8-rasm. Monokristallning R kuch ta'sirida cho`zilishi.

9 - rasmda (1,1) formula bo`yicha $\sigma = \text{const}$ bo`lganda hisoblab hosil qilingan P

$\sigma_f \cos \varphi \cos \lambda$ bogʻlanish keltirilgan. Nuqtalar bilan tajriba natijalari

F

koʻrsatilgan. Keltirilgan maʼlumotlar tajribalar aniqligi chegaralarida, oʻzgarmas temperatura va deformatsiya tezliklari uchun, sirpanish boshlanishiga mos keluvchi siljitivchi kuchlanish kattaligi doimiy va sirpanish tekisligini taʼsir etuvchi kuchlar yoʻnalishi tomon ogʻish burchagiga bogʻliq ekanini tasdiqlaydi.



9-rasm. Oʻzgarmas φ qiymatlarida oqish chegarasining $\cos \varphi \cos \lambda$ ga bogʻliqligi.

Bu maʼlumotlar har bir metallning monokristalli uchun oquvchanlik chegarasi

P

kattaligini (plastik deformatsiya boshlanishiga mos keluvchi σ_f normal

F

kuchlanishni), kuchlar taʼsiri yoʻnalishiga nisbatan φ burchaklarda minimumga ega boʻlib, sirpanish tekisliklarining qanday yoʻnalganligiga sezilarli bogʻliqligini koʻrsatadi.

Xuddi shunday tajribalar bilan plastik deformatsiya kattalashgan sari namunani keyingi deformatsiyalanishi uchun zarur boʻlgan siljitivchi kuchlanish σ_f oshib borishi koʻrsatilgan.

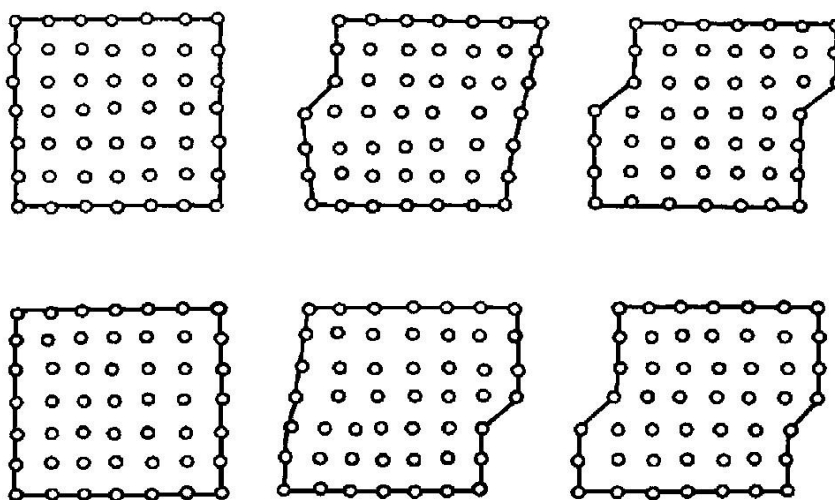
Koʻp sonli tadqiqotlar bilan sirpanish jarayoni bitta tekislikdagi barcha atomlarning koʻshni atomlarga nisbatan bir vaqtdagi siljishi sifatida qaralishi mumkin emasligi koʻrsatilgan.

Zamonaviy tushunchalar boʻyicha sirpanish jarayoni atomlarning alohida guruhlarini ketma-ket siljitish yoʻli bilan amalga oshiriladi. Deformatsiya jarayonida atomlarning parallel kristallografik tekisliklarda joylashgan faqat bir qisminigina nisbiy siljishi mumkinligi metallda toʻgʻri kristall tuzilishning buzilishi borligi bilan izohlanadi. Haqiqiy monokristall va donachalar mozaik tuzilishga ega, yaʼni oʻlchami 10^{-4} - 10^{-6} sm atrofida boʻlgan bloklardan iborat, shuningdek har bir blok mukammal kristall (toʻgʻri kristall tuzilishga ega) ekanligi, qoʻshni bloklar bir biriga

nisbatan $10^7 - 20^7$ atrofida burchakka burilganligi tajribalarda isbotlangan. Bunday bloklar mozaika bloklari deb ataladi. Bundan tashqari haqiqiy monokristall va donachalarda kristall tuzilishi to'g'riligining maxalliy buzilishi mavjud bo'lib, bunda panjaraning alohida tugunlarida atomlar bo'lmaydi yoki panjaraning ba'zi joylarida «ortiqcha» atomlar bo'ladi. Haqiqiy kristall tuzilishidagi to'g'rilikning bunday buzilishi, ko'rinib turibdiki, kristallanish jarayonining mukammal emasligini natijasi bo'ladi.

Kristall tuzilishining to'g'riligini buzilishi kristall panjaraning alohida joylarida deformatsiyalanmagan metallda atomlar eng kam potentsial energiyali turg'un muvozanat holatidan siljigan bo'lishiga olib keladi. Bunday siljishlarning mavjudligi shunga olib keladiki, atomlarning alohida guruhlarini yangi turg'un holatlarga surilishi uchun, bunday surilishlar bo'lmagandagiga qaraganda, kamroq suruvchi kuchlanishlar talab qilinishi mumkin.

Hozirgi vaqtda fazoviy panjaraning, dislokatsiya deb ataluvchi alohida nomukammalliklarini sirpanish tekisligida sirpanib surilish jarayonini tushuntiruvchi taxmin keng tarqalgan. Dislokatsiya deb kristall panjaraning maxalliy buzilishi (qiyshayishi) ga aytiladi. Unda qo'shni parallel tekisliklarda atomlar sonidagi farq oqibatida atomlarning sirpanish tekisligidan bir tomonda joylashgan qismi kichiklashgan atomlararo masofaga ega bo'ladi (siqilgan), sirpanish tekisligining qarshi tomonida joylashgan atomlarning boshqa qismi esa kattalashgan (cho'zilgan) atomlararo masofaga ega bo'ladi. SHartli ravishda kristallning sirpanish tekisligi tepasida joylashgan qismida atomlararo masofa kichiklashgan musbat dislokatsiyalar va kristallning sirpanish tekisligidan pastda joylashgan qismida atomlararo masofa kichiklashgan manfiy dislokatsiyalarni farqlaydilar.



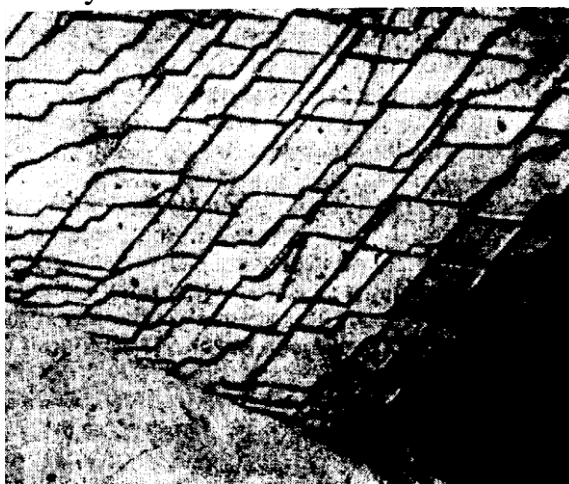
10-rasm. Kristallik panjarada sirpanish sxemalari.

10-rasmda kristallik panjarada musbat va manfiy dislokatsiyalarni sirpanish tekisligi bo'ylab surilishi natijasida bitta atomlararo masofaga sirpanish sxema tarzida ko'rsatilgan.

Dislokatsiyalarni surish uchun kerakli siljitivchi kuchlanish kattaligi, berilgan tekislikdagi hamma atomlarni bir vaqtda siljitish uchun kerak bo'lganidan ko'plab marta kam. SHunday qilib, tashqi kuchlarning ta'siri ostida sirpanish birinchi navbatda kristall tuzilishining dastlabki nomukammalligi - dislokatsiyalarga ega bo'lgan tekisliklarda hosil bo'ladi. Dislokatsiyalar soni plastik deformatsiya jarayonida oshadi deb taxmin qilinadi.

Kristallik tuzilishining to'g'riligi buzilishi oqibatida dislokatsiyalar atrofida kuch maydoni bo'ladi. Dislokatsiyalar orasidagi masofa nibatan kam bo'lgan hollarda kuch maydonlari o'zaro ta'sir ko'rsatadi. Bir ishorali dislokatsiyalar itariladi, turli ishoralilari esa tortishadi. Qandaydir darajagacha plastik deformatsiya jarayonida siljitivchi kuchlanishning oshishi deformatsiya vaqtida bir xil ishorali dislokatsiyalar sonini ko'payishining oqibati bo'lishi mumkin.

Dislokatsiyalar nazariyasi plastik deformatsiya paytida ro'y beradigan ko'plab hodisalarni tushuntirib beradi. Sirpanish mexanizmini tushuntiruvchi boshqa taxminlar ham bor. Masalan, Ya.I.Frenkel va T.A.Kontorova kristall tuzilish to'g'riligida maxalliy buzilishlar bo'lmaganda ham kristall panjara atomlarini bir turg'unlik holatidan boshqasiga asta - sekin o'tishi yo'li bilan sirpanish amalga oshishi mumkin deb hisoblaydilar.



11-rasm. Monokristallning alohida bloklarga maydalanishi Monokristallardagi plastik deformatsiyada sirpanish jarayoni ba'zi bir kristall tuzilishining qo'shimcha o'zgarishlari bilan birgalikda sodir bo'ladi.

Monokristallning plastik deformatsiyasi jarayonida kuzatiladigan sirpanish tekisliklarini davriy fazoviy yuzalarga aylanishini (sirpanish tekisliklarining egilishi), shuningdek mozaika bloklarining nisbiy burilishini ko'plab tadqiqotchilar qayd etgan. Bir vaqtda metallning yaxlitligi va alohida bloklarning ichidagi fazoviy panjara buzilmasdan, monokristallning alohida bloklarga yanada yaqqol ko'rinishdagi maydalanishi kuzatiladi (11-rasm). N.F.Lashko plastik deformatsiya jarayonida bloklar paydo bo'lishining sababi kristall alohida qismlarining sirpanish tekisliklarining egilishi bilan bir vaqtda sirpanishiga asoslangan murakkab siljishi deb hisoblaydi.

Sezilarli plastik deformatsiya natijasida monokristall to`g`ri kristall tuzilishga ega va atomlarning sezilarli siljishi oqibatida kristall tuzilish buzilgan sirpanish tekisliklari dastasi bilan chegaralangan alohida bloklarga ajraladi. SHunday qilib, sezilarli plastik deformatsiyalarda monokristall ma`lum donalar sonidan tashkil topgan polikristallga aylanadi.

Polikristallning sovuq plastik deformatsiyasi

Polikristall jismning umumiy qoldiq shakl o`zgarishi, uni tashkil etuvchi donachalarning shakli va o`lchamlarini o`zgarishi va ularning nisbiy siljishi bilan bo`ladigan plastik deformatsiyadan yig`iladi. SHunga ko`ra polikristallning kristallararo va kristall ichidagi deformatsiyalarini farqlaydilar. Polikristallning alohida donachalari deformatsiyasi, xuddi monokristalldagidek, sirpanish yoki qiyofadoshlanish bilan amalga oshadi. Biroq, polikristallda anchagina donachalar borligi polikristallning plastik deformatsiya jarayonini ba`zi o`ziga xos xususiyatlarini keltirib chiqaradi. Polikristallning alohida donalarida sirpanish tezliklari fazoda betartib yo`nalgan.

Alohida donachalarning sirpanish tekisliklarini fazoda turlicha yo`nalganligi shunga olib keladiki, polikristall jismni tashqi kuchlar tizimida yuklanishida deformatsiya boshlanishi hamma donachalarda bir vaqtda bo`lmaydi. Birinchi navbatda plastik deformatsiya sirpanish tekisligiga eng qulay yo`nalgan, ya`ni sirpanish tekisliklari berilgan kuchlar tizimi keltirib chiqaradigan eng katta urinma kuchlanishlarning ta`sir maydonchalari bilan mos tushgan donachalarda paydo bo`ladi. Qolgan donachalar elastik deformatsiyalanadi va faqat nisbiy siljish olishi mumkin. CHiziqli cho`zilish va siqilishda plastik deformatsiya boshlanishi uchun eng qulay yo`nalish, sirpanish tekisligi tashqi kuch ta`siri yo`nalishiga 45° burchak ostida joylashgan donachalarda bo`ladi.



12-rasm. Xomaki mahsulot sirtidagi sirpanish chiziqlari.

Eng qulay yo`nalgan donachalardagi siljishlarning tashqi ko`rinishi birinchi marta D.K.CHernov tomonidan topilgan va ko`pincha deformatsiyalanayotgan jism

sirtida kuzatiladigan sirpanish chiziqlaridir. 12-rasmda qalin metall taxtasidan kesib olingan xomaki maxsulotning oksid pardasi qoplangan sirtida hosil bo'lgan sirpanish chiziqlari ko'rsatilgan. Donachalardagi birinchi siljishlar deformatsiyalanayotgan jismda eng katta urinma kuchlanishlar ta'sir ko'rsatayotgan yo'nalishlarda sodir bo'lgani sababli, polikristall jism yuzasida ko'rinadigan sirpanish chiziqlari, unda qo'yilgan kuchlar keltirib chiqaradigan maksimal siljituvchi kuchlanishlar yo'nalishi haqida xulosa chiqarishga imkon beradi. Deformatsiyalovchi kuchlar oshgan sari, qulay bo'lmagan yo'nalishlardagi sirpanish tekisliklarida ta'sir etayotgan urinma kuchlanishlar plastik deformatsiyalar boshlanishi uchun zarur bo'lgan kattalikka yetadi. Deformatsiya polikristallning yanada ko'proq donachalarini qamrab ola boshlaydi. Metallning ko'plab donachalarini plastik deformatsiyaga kirishishiga to'g'ri keladigan chiziqli cho'zilish yoki siqilishdagi normal kuchlanish oquvchanlik chegarasi hisoblanadi.

Polikristall jismning keyingi deformatsiyasi metallning eng jadal oqish yo'nalishida donachalar cho'zilgan shaklni olishiga olib keladi. Plastik deformatsiya natijasida cho'zilgan donachalarning aniqlangan yo'nalganligi mikrostrukturaning yo'l-yo'lligi deb ataladi. Donachalarning eng katta va eng kichik o'rtacha o'lchamlari kattaligi orasidagi nisbat ularning deformatsiyasi kattaligini ko'rsatadi.

Deformatsiya jarayonida donachalar shakli o'zgarishi bilan bir vaqtda alohida donachalarning kristallografik o'qlarini fazoda burilishi ro'y beradi. Plastik deformatsiya ro'y bergan sari alohida donachalarning kristallografik o'qlari yo'nalishlaridagi farq kamayadi, sirpanish tekisliklari esa metallning eng jadal oqish yo'nalishi bilan birlashishga intiladi. Bu shunga olib keladiki, sezilarli deformatsiyada tekstura deb ataluvchi polikristallning kristallografik o'qlarini afzal yo'nalganligi kelib chiqadi. Teksturaning kelib chiqishi polikristall xossalari anizotropiyasiga (turli yo'nalishlarda har xil bo'lishiga) olib keladi.

Metallning plastik deformatsiyasi diffuziya hodisasi bilan birga kechishi mumkin. Asosiy metallning donachalari, kristall panjarada joylashgan atomlar atrofida, qo'shni atomlarni minimal potentsial energiya holatidan siljishini keltirib chiqaradigan, kuch maydoni hosil qiladi. Bu kuch maydoni dislokatsiyalarning kuch maydonlari bilan o'zaro ta'sirlashishi mumkin. Bunday o'zaro ta'sir natijasida erigan element atomlari aralashmalari yig'iladi yoki dislokatsiya sohasidan surib chiqariladi.

SHunday qilib, aralashma atomlarning deformatsiyalanayotgan donachalarda kuchlanish gradienti yo'nalishida yo'naltirilgan harakatlanishi (siljishi) hosil qilinadi. «Diffuzion plastik deformatsiya» deb atalgan bu hodisa G.V.Kurdyumov, S.T.Konobeevskiy, I.A.Oding va boshqalar tomonidan tadqiqot qilingan.

Diffuzion plastiklik hodisasi, xuddi sirpanish kabi, dislokatsiyalar surilishi natijasida hosil bo'ladigan, donachalarning o'lchami va shaklini qoldiq o'zgarishlariga olib kelishi mumkin.

Diffuzion plastiklik mexanizmi donachalarning chekka qatlamlarida va mozaika bloklari chegarasida juda kuchli namoyon bo'ladi. Bu mexanizm sirpanishga yo'ldosh bo'ladi. Uning ahamiyati qizdirib deformatsiyalashda ortadi.

Yuqorida yozilgan kristallning ichki deformatsiyasi jarayonlari polikristall metallning shakl o'zgarishlarini keltirib chiqaradigan asosiy jarayonlar bo'lib hisoblanadi. Kristallararo deformatsiya bu ma'noda ancha kam ahamiyatga ega.

Kristallararo deformatsiya ilgari aytilganidek, donachalarning bir-biriga nisbatan nisbiy surilishida ifodalanadi. Bunda polikristallning kristallni ichki va kristallararo deformatsiyalari orasidagi nisbatga donalar ichidagi va ularning chegaralaridagi metall xossalarining farqi ta'sir ko'rsatadi.

Donachalar chegarasida o'tish qatlami mavjud bo'lib, undagi atomlarning joylashish qonuniyati keskin buziladi. Atomlarning donachalar chegara qatlamlarida qonuniyat bilan joylashishini bo'lmasligi qo'shni donachalar atomlari o'zaro ta'siri ular shaklining noto'g'riligi va donachalar uning suyuq xoldan kristallanishda o'zaro «zo'rlab bosilishi»ning natijasi hisoblanadi.

Bundan tashqari, suyuq metallning qotishida donachalar chegaralari bo'ylab erimaydigan qo'shimchalar yig'iladi. SHunday qilib, donachalarning chegara qatlamlari fizika-kimyoviy xossalari bilan ichki qatlamlardan farq qiladi.

CHegaraviy donalar aro qatlamlarda metall tuzilishi to'g'riligini bo'lmasligi shunga olib keladiki, bu qatlamlardagi atomlar minimal potentsial energiyaga mos keluvchi xolatlarda joylashgan bo'lmaydi. Bundan kelib chiqadiki, ularning qo'zg'aluvchanligi ichki qatlamdagi donachalarga qaraganda katta bo'lishi mumkin, ularning nisbiy siljishi esa (ro'y berishi qandaydir ma'lum tekisliklar bo'yicha emas) nisbatan kam urinma kuchlanishlarni talab qilishi mumkin. Biroq, atomlarning chegara qatlamlarda nisbiy siljish imkoniyati, sirpanish dislokatsiyalar surilishi bilan amalga oshadigan ichki qatlamlardagiga qaraganda, doimo ham katta bo'lmaydi.

Atomlarning donachalar chegara qatlamlarida siljishi erimaydigan qo'shimchalar va donacha yuzasini ularni deformatsiya jarayonida ilashib va tiqilib qolishiga olib keluvchi noto'g'ri shakli bilan qiyinlashadi.

Kristallitaro deformatsiyada donachalar chegarasi bo'ylab shikastlanishlar kelib chiqadi. Ular kristallitaro deformatsiya rivojlanganda mikro-, keyin makrodarazlar hosil bo'lishiga olib keladi, bular pirovard natijada polikristallni buzilishiga olib kelishi mumkin.

Kristallitaro siljishlar kichik va ikkinchi darajali ahamiyatga ega bo'lganda, donachalarning chegaralari yetarlicha mustahkam bo'lgan holda, ancha sezilarli plastik deformatsiya bo'lishi mumkin.

Biroq donacha chegaralarida hosil bo'ladigan shikastlanishlar deformatsiya jarayonida to'liq yoki sezilarli darajada tiklanadigan bo'lsa, donachalararo siljishlar jism shaklini o'zgartirishda juda muhim ahamiyat kasb etishi ham mumkin. Bu hodisa ko'pincha yuqori temperaturalarda kuzatiladi.

Sovuq deformatsiyada mustahkamlanish

Polikristallning plastik deformatsiyasi metallning mexanikaviy, fizikaviy va kimyoviy xossalarini ancha o'zgarishiga olib keladi. Deformatsiya darajasini oshishi bilan deformatsiyaga qarshilikning barcha ko'rsatkichlari: elastiklik,

proportsionallik, oquvchanlik va mustahkamlik chegaralari oshadi, shuningdek metallning qattiqligi ham oshadi. Bu bilan bir vaqtda plastiklik ko'rsatkichlarini (nisbiy cho'zilish, nisbiy siqilish, zarbiy qovushqoqlik) kamayishi kuzatiladi; elektr qarshilik oshadi, korroziyaga qarshilik, issiqlik o'tkazuvchanlik kamayadi, ferromagnit metallarning magnit xossalari o'zgaradi va xokazo. Metallarning plastik deformatsiya jarayonida mexanikaviy va fizika-kimyoviy xossalarini o'zgarishi bilan bog'liq xodisalar to'plami mustahkamlanish (parchinlanish) deb ataladi. Hozirgi vaqtgacha mustahkamlanishning fizikaviy tabiati to'liq aniqlanmagan.

Metallar mexanik xossalarini o'zgarishi, xususan mustahkamlik ko'rsatkichlarini oshishi sezilarli darajada fazoviy atom panjarani ishorasi bo'yicha bir xil dislokatsiyalar o'zaro ta'sirida buzilishi, sirpanish tekisliklarini qiyshayishi, sirpanish tekisliklarida donachalar bo'laklarini kontsentratsiyalari blok hosil qilishi bilan tushuntiriladi. Bundan tashqari qator tadqiqotlarda, ba'zi tashkil etuvchilari metastabil tuzilishga ega qotishmalarning deformatsiyalash jarayonida mustahkamlik xossalarini o'zgarishi, bu fazalarning tuzilish xolati o'zgarishiga ta'sir ko'rsatishi ko'rsatib o'tilgan.

S.T.Kishkin tushunchasiga ko'ra po'latning sirpanish tekisliklari bo'yicha plastik deformatsiyasi jarayonida siljishlarni to'xtatuvchi va metallni mustahkamlanishiga yordam beruvchi submikroskopik zarrachalar (karbidlar) ajralib chiqadi.

S.T.Konobeevskiy va M.A.Zaxarova misning alyuminiydagi qattiq eritmasini deformatsiyasi jarayonida, sirpanish tekisliklari bo'yicha dispers zarrachalar ajralishi bilan bu eritmani parchalanishi ro'y berishini rentgenografik usulda aniqladilar.

S.S.Nosirova va M.V.Burakova plastik deformatsiya jarayonida o'ta sovutilgan austenitni sirpanish tekisliklari bo'yicha martensitga aylanishini kuzatdilar.

Sirpanish tekisliklari bo'yicha submikroskopik zarrachalar ajralishi, ko'rinib turibdiki, sirpanish tekisliklari va unga yaqin joylashgan kichik xajmlarda temperaturani sezilarli oshishi natijasi hisoblanadi.

Temperaturaning oshishi diffuziya jarayonlari o'tishi uchun zarur bo'lgan va xususan, sirpanish tekisliklarida koagulyatsiya va karbidlar to'kilishi uchun qo'shimcha energiya manbaidir.

Metall tuzilishi va atomlarning panjarada o'zaro joylashishidagi o'zgarishlar, plastik deformatsiya natijasida metallar xossalarining boshqa o'zgarishlarini ham tushuntirib beradi.

Mustahkamlanish egri chiziqlari

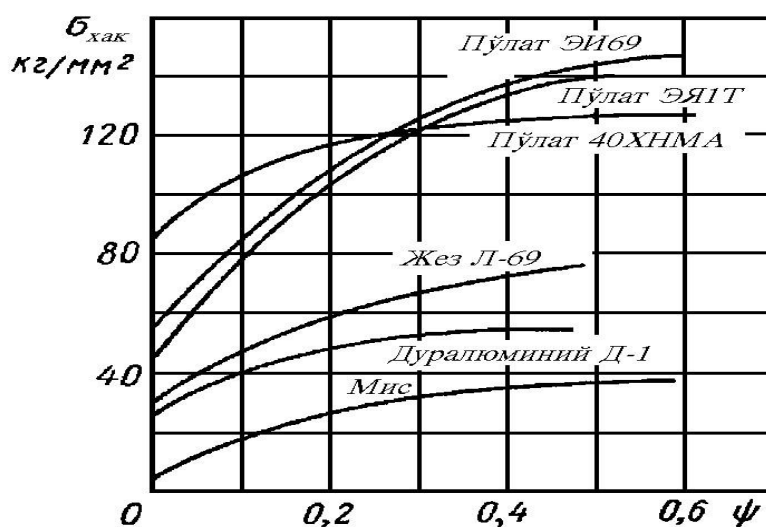
Plastik deformatsiya jarayonida deformatsiyalashga qarshilikning o'zgarishi ko'rsatkichi sifatida odatda haqiqiy kuchlanish deb ataluvchi kattalik qabul qilinadi. U namunani chiziqli cho'zilishidagi ta'sir etayotgan kuchni har bir berilgan deformatsiyalash paytida uning ko'ndalang kesim yuzasiga xususiy bo'linishi bo'ladi (L.A.S.Hofman ko'rsatishicha haqiqiy kuchlanishlar qiymati, siqilishga sinash ma'lumotlari bo'yicha ham topilishi mumkin). Haqiqiy kuchlanish mohiyati bo'yicha deformatsiyada mustahkamlanish oladigan materialning oqish

chegarasidir. Deformatsiya darajasini baholovchi namunaning shakl o'zgarishi ko'rsatkichlari bo'lib, namunaning cho'zilishdagi nisbiy uzayishi $\Delta = (l - l_0)/l_0$ yoki ko'ndalang kesim yuzasini nisbiy kamayishi $\Delta = (F_0 - F)/F_0$ hisoblanadilar. Bu yerda: l_0 va F_0 - namunaning hisoblanadigan uzunligi va ko'ndalang kesimining dastlabki qiymatlari; l va F - berilgan deformatsiya paytidagi namunani uzunligi va ko'ndalang kesim yuzasini joriy qiymatlari.

Haqiqiy kuchlanishning deformatsiya darajasidan bog'liqligi grafigi mustahkamlanish egri chiziqlari deb ataladi. Ba'zi metall va qotishmalar uchun mustahkamlanish egri chiziqlari 13-rasmda ko'rsatilgan.

Keltirilgan mustahkamlanish egri chiziqlaridan ko'rinadiki, haqiqiy kuchlanishning eng shiddatli o'sishi deformatsiyalashni boshlang'ich bosqichida bo'ladi, deformatsiya darajasini qandaydir qiymatlaridan (mustahkamlanish bo'sag'asi) keyingi deformatsiya haqiqiy kuchlanish kattaligini sezilarli o'zgarishini keltirib chiqarmaydi.

Deformatsiya darajasini qabul qilingan ko'rsatkichga bog'liq holda birinchi va ikkinchi xildagi mustahkamlanish egri chiziqlarini farqlaydilar. Birinchi xildagi mustahkamlanish egri chiziqlarida haqiqiy kuchlanish nisbiy cho'zilishga, ikkinchi xildagi egri chiziqlarda esa - nisbiy torayishga bog'liq holda beriladi.



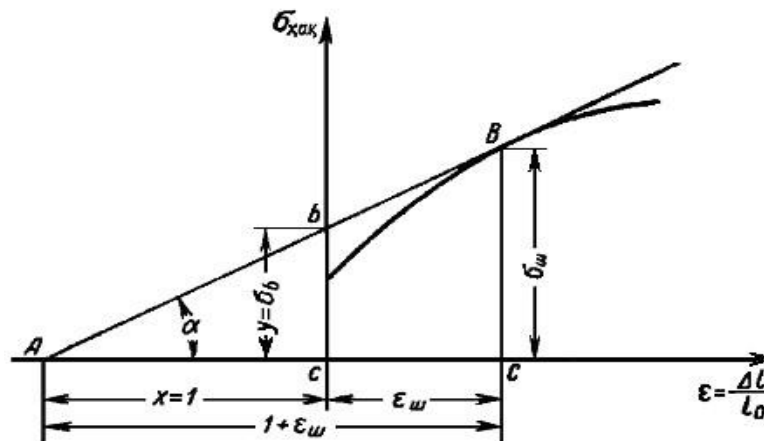
13-rasm. Mustahkamlanish egri chiziqlari.

Birinchi va ikkinchi xildagi mustahkamlanish egri chiziqlari, ularni standart cho'zilishga sinash ma'lumotlari bo'yicha tahminiy qurish imkoniyatini beradigan ba'zi xususiyatli xossalarga ega.

Birinchi xildagi mustahkamlanish egri chizig'ini ko'rib chiqamiz (14-rasm). Deformatsiyaning bo'yin hosil bo'lishi boshlanguncha bo'lgan istalgan payti uchun haqiqiy kuchlanish (1.2) nisbatdan shartli kuchlanish Δ_{shart} va ko'ndalang kesim yuzasi F ning joriy qiymatlari bo'yicha aniqlanishi mumkin:

$$\Delta_{hak} = \Delta_{shart} F_0 / F \quad (1.2)$$

bu yerda: $\sigma_{shart} = R/F_0$ - berilgan paytda ta'sir etayotgan kuchni namunaning dastlabki ko'ndalang kesim yuzasiga xususiy bo'linishi.



14-rasm. Birinchi xildagi mustahkamlanish egri chizig'i.

Cho'zilishga sinashda namunada bo'yin hosil bo'lishiga mos keluvchi paytda shartli kuchlanish mustahkamlik chegarasi σ_v ga teng (cho'zuvchi kuch maksimal qiymatga ega). Bu paytga to'g'ri keluvchi haqiqiy kuchlanish σ_{sh} ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$\sigma_{sh} = \sigma_B F_0 / F_{III} \quad (1.3)$$

bu yerda: F_{sh} - namunani cho'zilishda bo'yin hosil bo'lish boshlanishi paytidagi ko'ndalang kesim yuzasi.

Namunani bir tekis uzayishida hajmning o'zgarmay qolishi shartidan ushbuni belgilash mumkin:

$$F = \frac{F_0 l_0}{\sigma l} = \frac{F_0 l_0}{l_0(1 + \epsilon)} = \frac{F_0}{1 + \epsilon} \quad (1.4)$$

bu yerda: $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ - namunani nisbiy uzayishi.

(1.2) - (1.4) nisbatlar bo'yin hosil bo'lishini boshlanish paytigacha to'g'ri bo'ladi. Deformatsiyaning istalgan paytidagi kuch ushbu nisbatdan topiladi:

$$R = \sigma_{haq} F \quad (1.5)$$

(1.5) tenglamani differentsiallab ushbuni topamiz:

$$dP = \sigma_{xak} dF + F d\sigma_{xak} \quad (1.6)$$

F ning qiymatini (1.4) dan (1.6) ga qo'yib va dF kattalikni (1.4) ifodani differentsiallash yo'li bilan topib, murakkab bo'lmagan o'zgartirishlardan so'ng ushbuga ega bo'lamiz:

(1.7)

Bo`yin hosil bo`lishi boshlanish paytida $\sigma_{haq} = \sigma_{sh}$, $\epsilon = \epsilon_{sh}$, $dP = 0$, chunki bu paytda cho`zuvchi kuchning o`sishi to`xtaydi. Bundan

$$\frac{d\sigma_m}{d\sigma_m} = \frac{\sigma_m}{1 + \sigma_m} \quad (1.8)$$

σ_m kelib chiqadi. Biroq $\frac{d\sigma_m}{d\sigma_m} = tg \alpha$, bu yerda α - bo`yin hosil bo`lish boshlanishiga mos

σ_m

keluvchi nuqtada mustahkamlanish egri chizig`iga o`tkazilgan urinmaning og`ish burchagi. Bu urinmani abtsissa o`qi x va ordinata o`qi u da kesishgan kesmaning kattaligini topamiz (14-rasm).

AVS uchburchakdan $x = \frac{u}{1 + \sigma_m}$ ekanini topamiz. Bundan $x=1$ kelib $tg \alpha$ chiqadi.

$$\text{AVS va Abc uchburchaklar o`xshashligidan } \frac{y}{1 + \sigma_m} = \frac{1}{1 + \sigma_m} ; y = \frac{\sigma_m}{1 + \sigma_m} \text{ ekanligi}$$

kelib chiqadi.

(1.3) va (1.4) nisbatlardan foydalanib, $u = \sigma_b$ ni topamiz.

SHunday qilib, bo`yin hosil bo`lishi boshlanishiga mos keluvchi nuqtada mustahkamlanish egri chizig`iga o`tkazilgan urinma, deformatsiya o`qini manfiy qismida son jihatidan birga teng kesma, haqiqiy kuchlanishlar o`qida esa son jihatidan mustahkamlik chegarasiga teng bo`lgan kesma ajratadi.

Ikkinchi turdagi mustahkamlanish egri chiziqlarining xossalarini ko`rib o`tamiz (15-rasm). Namunaning cho`zilishdagi ko`ndalang kesim yuzasini nisbiy

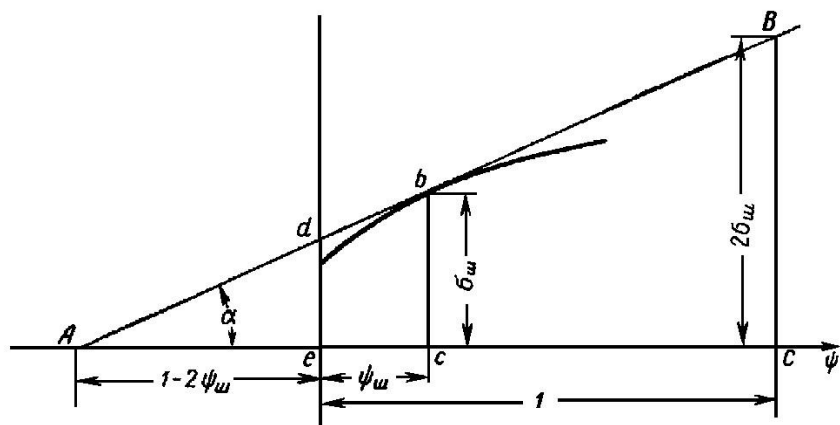
$(F^0 - F)$ kamayishi $\epsilon = \frac{F - F_0}{F_0}$ ifoda

bilan aniqlanadi. Bundan

F_0

$$F = F_0(1 - \epsilon) \quad (1.9)$$

kelib chiqadi.



15-rasm. Ikkinchi turdagi mustahkamlanish egri chiziqlari.

R kuch deformatsiyaning istagan paytidagi, bo`yin hosil bo`lishi boshlanishini ham qo`shib, ushbu ifodadan topilishi mumkin:

$$R = \sigma_{\text{haq}} F = \sigma_{\text{haq}} F_0 (1 - \sigma) \quad (1.10) \quad (1.10)$$

ni differentsiallab, ushbuni topamiz:

$$dP = F_0 (1 - \sigma) d\sigma_{\text{haq}} - \sigma_{\text{haq}} F_0 d\sigma \quad (1.11)$$

Bo`yin hosil bo`lish boshlanishiga mos keluvchi payt uchun ilgari ko`rilganiga o`xshash $\sigma = \sigma_{\text{sh}}$, $\sigma_{\text{haq}} = \sigma_{\text{sh}}$, $dP = 0$ bo`ladi.

SHuning uchun (1.11) ifodadan bo`yin hosil bo`lish boshlanishiga mos keluvchi payt uchun ushbu nisbat olinishi mumkin.

$$\frac{d\sigma_u}{\sigma} = \frac{\sigma_u}{1 - \sigma} \quad (1.12) \quad d\sigma_u (1 - \sigma_u)$$

_____ nisbat bo`yin hosil bo`lishi boshlanishiga mos keluvchi nuqtada ikkinchi $d\sigma_u$ turdagi mustahkamlanish egri chizig`iga o`tkazilgan urinmani og`ish burchagining tangensi hisoblanadi. Bundan $\text{tg } \alpha = \sigma_{\text{sh}} / (1 - \sigma)$ kelib chiqadi. AVS va Abc uchburchaklardan esa urinma abtsissa o`qining manfiy qismida son jihatidan $1 - 2\sigma_{\text{sh}}$ ga teng, abtsissa o`qiga perpendikulyarda esa, $\sigma = 1$ nuqtada son jihatidan $2\sigma_{\text{sh}}$ ga teng kesma ajratishini topamiz.

SHunday qilib, ikkinchi turdagi mustahkamlanish egri chizig`iga, bo`yin hosil bo`lishi boshlanishiga mos keluvchi nuqtadan o`tkazilgan urinma, abtsissa o`qiga perpendikulyardagi $\sigma = 1$ nuqtada, son jihatidan bo`yin hosil bo`lish boshlanishi paytidagi haqiqiy kuchlanishning ikkilangan qiymatiga teng bo`lgan kesma ajratadi.

Metallarni bosim bilan ishlashda deformatsiyalash uchun talab etiladigan kuchlarni kattaligiga mustahkamlanish tabiati va ta`sir darajasini tahlil qilish uchun mustahkamlanish egri chiziqlaridan foydalanish mumkin. Deformatsiyalash kuchlari kattaligiga mustahkamlanish ta`sirini belgilash va deformatsiyalanayotgan jismdagi kuchlanishlarni taqsimlanishi bo`yicha masalani analitik yechishni

osonlashtirish uchun, mustahkamlanish egri chizig`ini haqiqiy kuchlanishlarni deformatsiya darajasi bilan bog`lovchi tenglama ko`rinishida tasvirlash zarur. Haqiqiy kuchlanishlarni deformatsiya darajasiga funktsional bog`liqligini soddalashtirish maqsadida mustahkamlanish egri chizig`ini to`g`ri chiziq yoki darajali egri chiziq bilan almashtiradilar.

Mustahkamlanishning haqiqiy kuchlanish kattaligiga ta`sirini tahminan ifodalovchi to`g`ri chiziq sifatida, bo`yin hosil bo`lish boshlanishiga mos keluvchi nuqtadan o`tkazilgan urinma qabul qilinadi. Bu to`g`ri chiziqning σ_{haq} - ϵ koordinatlaridagi tenglamasi ushbu ko`rinishda yozilishi mumkin:

$$\sigma_{\text{haq}} = \sigma_{m0} + B\epsilon \quad (1.13)$$

bu yerda: σ_{m0} - ekstrapolyatsiyalangan oquvchanlik chegarasi (urinma bilan $\epsilon=0$ bo`lganda ordinata o`qida kesilgan kesma); V - mustahkamlanish moduli, to`g`ri chiziqni abtsissa o`qiga ϵ og`ish burchagining tangensi bo`ladi.

(1.12) va (1.9) nisbatlardan foydalanib, shuningdek $\sigma_{\text{sh}} = \sigma_0 F_0 / F_{\text{sh}}$ ekanini hisobga olib, ushbuni olish mumkin:

$$\sigma = \frac{\sigma^b}{(1 + \epsilon u)} \quad (1.14)$$

σ_{m0} kattaligi Ade uchburchagidan topilishi mumkin (15-rasm) va (1.14) ifodadan foydalanib σ_{m0} ni aniqlash formulasi $\text{tg } \alpha = V$ uchun ushbu ko`rinishga keladi:

$$(1.15)$$

(1.13) formula bilan hisoblangan σ_{haq} kattaliklari, $\epsilon = \epsilon_{\text{sh}}$ dan tashqari ϵ ning barcha qiymatlarida, haqiqiy kuchlanishlar egri chizig`i bo`yicha aniqlanadigan σ_{haq} qiymatlaridan bir oz katta bo`ladi, bu farq kichik deformatsiya darajalarida ($\epsilon \ll \epsilon_{\text{sh}}$) ayniqsa sezilarli bo`ladi.

Ushbu ko`rinishdagi darajali funktsiya haqiqiy kuchlanishning σ kattaligiga chinakam bog`liqligini yanada aniqroq ifodalaydi:

$$\sigma_{\text{haq}} = S\epsilon^n \quad (1.16)$$

C va n qiymatlari ushbu tarzda aniqlanishi mumkin: $\sigma = \sigma_{\text{sh}}$;

$\sigma_{\text{haq}} = \sigma_{\text{sh}}$; demak $S = \sigma_{\text{sh}} / \epsilon_{\text{sh}}^n$.

C ning topilgan qiymatini (1.16) tenglamaga qo`yib, ushbuni hosil qilamiz:

$$\sigma_{\text{haq}} = \sigma_{\text{sh}} \epsilon^n / \epsilon_{\text{sh}}^n \quad (1.17)$$

(1.10) va (1.17) tenglamalardan cho`zilishning (bo`yin hosil bo`lishi boshlanguncha) har qanday paytidagi R kuchni aniqlash uchun formula topilishi mumkin: $\sigma_u \epsilon^n F_0 (1 + \epsilon u)$

$$P = \frac{\sigma_u \epsilon^n F_0 (1 + \epsilon u)}{\epsilon_u} \quad (1.18)$$

(1.18) ifodani differentsiallab va $dP=0$ (bo`yin hosil bo`lishi boshlanishi payti uchun) tenglab olib, ushbuni topamiz:

$$n = \sigma_{sh} / (1 - \sigma_{sh})$$

n ning topilgan qiymatini (1.17) tenglamaga qo`yib, σ_{sh} ni σ_u $\frac{\sigma_b F_0}{F_u}$ $\frac{\sigma_b}{(1 - \sigma_u)}$

nisbat bo`yicha σ_b bilan almashtirib, uzil-kesil ushbuni hosil qilamiz.

$$\frac{\sigma_0}{\sigma_u} = \frac{\sigma_b}{(1 - \sigma_u)}$$

$$\sigma_{xak} = (1 - \sigma_u) \sigma_b \quad (1.19)$$

S.I.Gubkin taklif etgan (1.19) formula, σ_{haq} ning hisoblangan qiymatlarini daliliy qiymatlar bilan taqqoslash ko`rsatishicha, mustahkamlanishning haqiqiy kuchlanishlar kattaligiga ta`siri tabiati va darajasini yetarlicha to`g`ri ifodalaydi.

Tekshirish uchun savollari

1. Qotishma deb nimaga aytiladi? Qotishmalarning qanday turlari bor?
2. Qiyofadoshlanish nima?
3. Sirpanish tekisligida sirpanib surilish jarayonini tushuntiruvchi qanday taxmin keng tarqalgan?
4. Kristallik panjarada sirpanish sxemalarini chizin bering?
5. Polikristallning sovuq plastik deformatsiyasi qanday ro`y beradi?

4. Mavzu: METALLARNI BOSIM OSTIDA ISHLASH.

Reja:

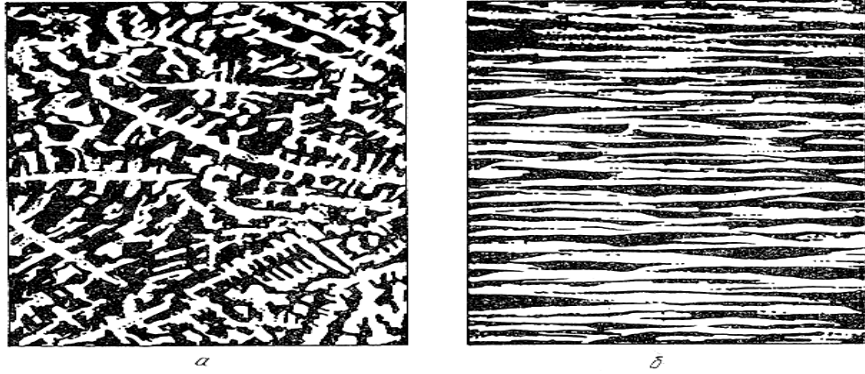
1. Konstruksion metallar
2. Prokatlash va kiriyalash
3. Preslash va bolg'alash
4. Shtamlash va payvandlash

Tayanch so'zlar: konstruksion materilallar, prokatlash, kiriyalash, preslash, bolg'alash, stanlar, texnikaviy metallar, kovka, pakovka, puxtalik, tayyorlama, bo'yin, qo'stavr, juvalar, filer, oboyma.

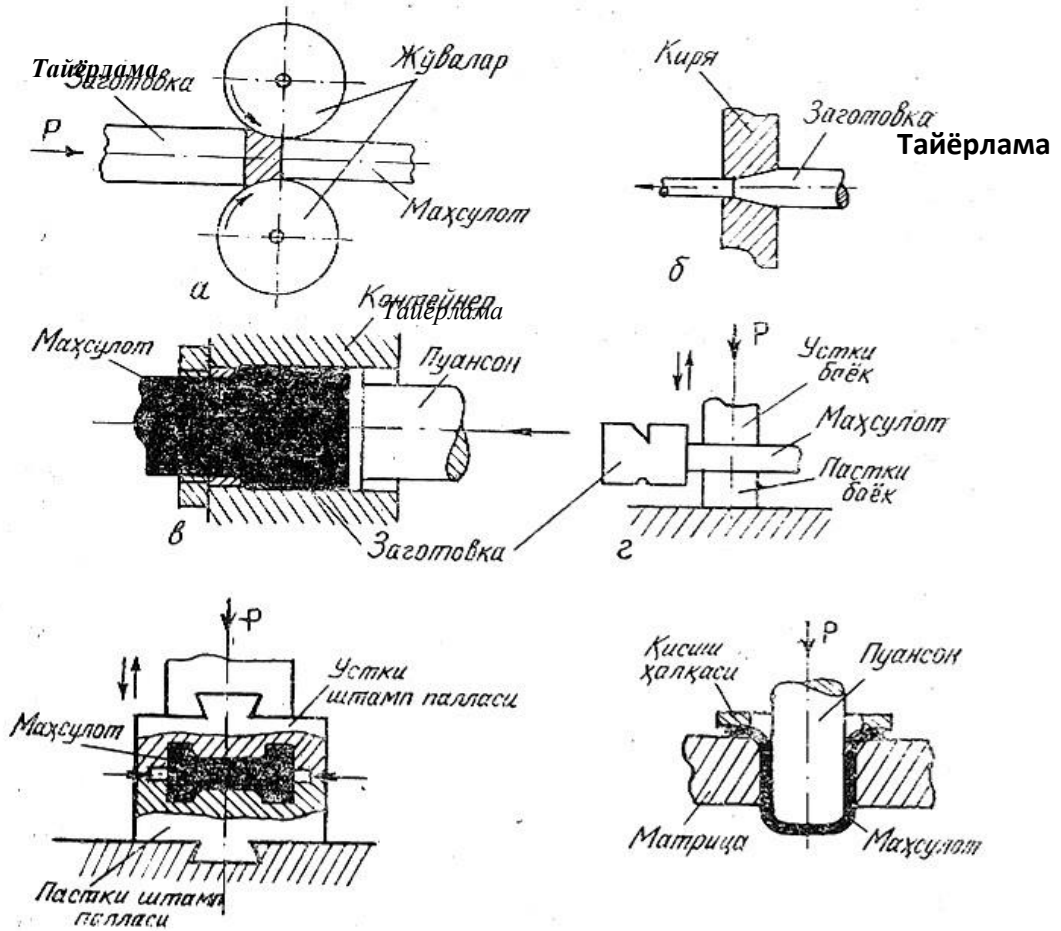
Konstruksion metallarni tashqi kuch tasirida plastik defarmatsiyalash natijasida kutilgan shakilga keltirish, o'z xolatiga zarar etkazmasdan texnologik jarayoniga metallarni bosim bilan ishlash deb aytiladi.

Xozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan po'latlarning 90 % rangli metal va ular qotishmalarning 50 % dan ortiqrog'i bosim bilan ishlanmoqda . Tehnikaviy metallar ichida eng plastigi qurg'oshindir. Qalay, alyuminiy, mis, ruh va temirni xam qizdirilmay bosim bilan ishlash mumkin. Ma'lumki, turli metallarni plastikligi har hil bo'ladi, u metallarni ichki tuzilishiga himiyaviy tarkibiga strukturasi va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liq. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, agar ular siquvchi kuchlar ta'sirida ishlansa, plastik defarmatsiya oson kechadi.

Metallarni sovuq holda bosim bilan ishlash jarayonida strukturaviy o'zgarish oqibatida uning puhtaligi, qatqligi, elastikligi ortib, plastikligi kamayib boradi (1rasm).



1-rasm. Konstruksion materiallar korinishi



2-Rasm. bosim ostidaishlash turlari

Metallarni bosim bilan ishlash usullarining asosiy turlari.

Mashinasozlik sanoatida metallarni bosim bilan ishlashning quyidagi usullari keng tarqalgan.

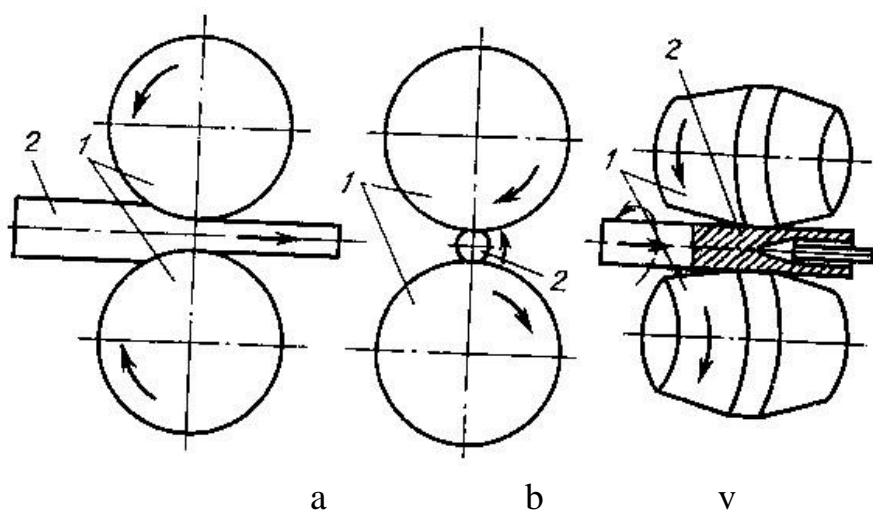
Prokatlash - bunda qizdirilgan tayyormani prokatlash mashinasining qarama-qarshi tomonga aylanuvchi tsilindirik juvalari orasida ezib o'tkazib, ishlanadi. Bunda tayyorlamaning ko'ndalang kesim yuzasi kichrayib, bo'yiga uzayadi. Bu usulda varaqali chiviqlar, turli kundalang kesimga ega bo'lgan maxsulotlar tayyorlanadi.

Ma'lumotlarga qaraganda, ishlab chiqarilayotgan po'latlarning 80% ortiqrog'i, rangli metallarning 40-50% prokatlanadi. Prokatlash quyidagi usullarga bo'linadi.

1. Bo'ylama prokatlash- bu usulda tayyorlama prokat stanining qarama-qarshi tomoniga aylanuvchi juvalar orasidan ezib o'tkazilib, ishlanadi. Natijada uning ko'ndalang kesmi kichrayib uzunligi ortadi (4-rasm, a).
2. Ko'ndalangiga prokatlash bu usulda tayyorlama prokat stanining bir tomoniga aylanuvchi juvalari orasidan ezib o'tkazilib ishlanadi. Bunda tayyorlama juvalarining aylanishi tomoniga qarama-qarshi aylanib, bo'ylama o'qqa tik yo'nalishda plastik deformatsiyalanadi (4-rasm, b).

Metallarni prokatlovchi mashinalarga prokatlash stanlari deyiladi. 5-rasm a va b da prokatlash stani juvalarining tekis va o'yiqli hillari keltirilgan. Tekis tsilindrik juvalardan listlarni prokatlashda, juvalarning o'yiqli hillari yordamida har hil profilli sortamentlar tayyorlashda foydalaniladi. 5-rasm v va g da ochiq va yopiq kalibrlar ko'rsatilgan. 5-rasm, d da qo'shtavrning bo'ylama prokatlanishi misol sifatida keltirilgan.

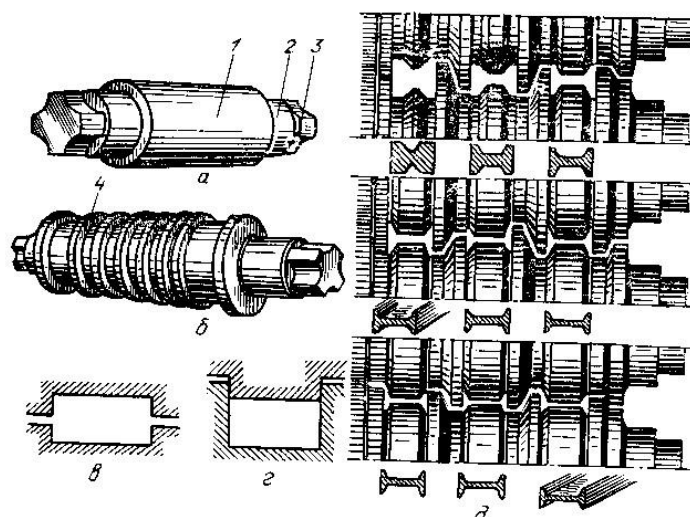
Prokat stanlari juvalarining soniga ko'ra ularni ikki, uch, to'rt va ko'p juvali hillarga ajratiladi 5-rasm.



4-rasm.

Prokatlash usullari shemasi:

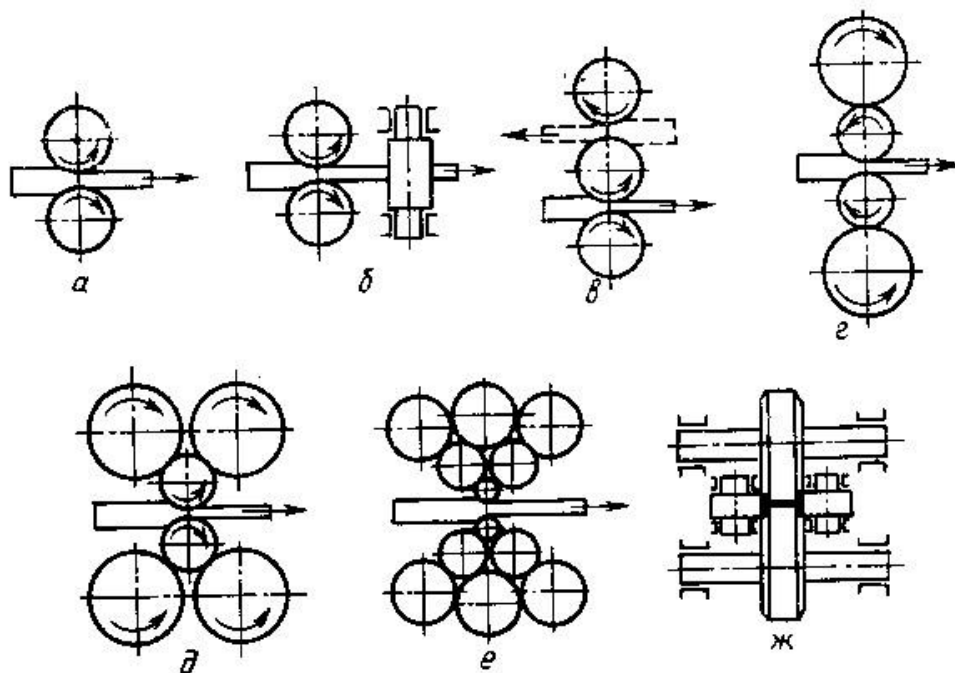
a-bo'yiga; b va v -ko'ndalangiga; 1- juvalar;2-tayyorlama.



5-rasm.

Prokatlash jo'valari va kalibrlari:

a-silliqliq listlar prokatlash jo'valari; 1-bochka; 2-bo'yin; 3-tref;
 b-sortli buyumlar jo'vavlari: 4-o'yiqliq; v-ochliq kalibr: g-yopiq kalibr: d-
 qo'shtavr balkalarni tayyorlashdagi kalibrlash juvalari.



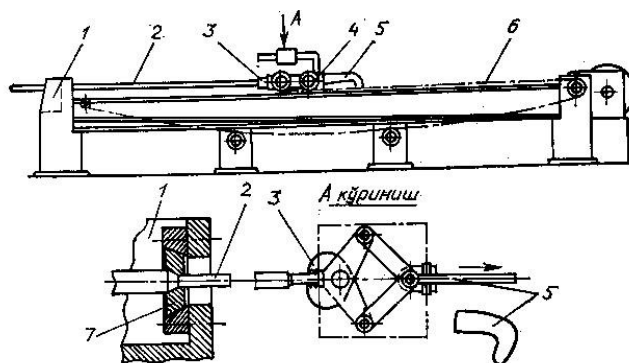
6-rasm. Prokat stanlari:

a-ikki jo'vali; b-gorizantal va vertikal o'rnatilgan; v-o'ch jo'vali; g-to'rt
 jo'vali; d-olti jo'vali; e -ko'p jo'vali; j-universal.

Kiryalash (chuzish) - bunda tayyorlama, uning ko'ndalang kesmidan kichik bo'lgan filer teshigidan tortib o'tkaziladi (3-rasm). Bu usulda turli diametrdagi chiviqlar, simlar, trubalar va profilli boshqa shakldagi maxsulotlar olinadi. Amalda kiryalash kuchini kamaytirish uchun kirya ko'zining tayyorlama bilan tegish yuzasi mineral moy bilan tayyorlanadi.

Tayyorlamani kiryalash mashinalariga kiryalash stamlari deyiladi. Kiryalash stani ishchi gruhga bo'linadi, zanjirli va barabanli. Zanjirli kirya (7-rasm) diametri 150 mm ga ega bo'lgan turli uzunlikdagi metall givislar, turli profilli mahsulotlar, turubalar tayyorlanadi.

Barabanli kiryalash stoklari diametri 0,002-10 mm gacha simlar, kichik kesimli turli profilli mahsulotlar tayyorlanadi.



7-rasm.

Kiryalash ish qismi yuqori qattqlikka ega bo'lgan asbobsozlik materialidan tayyorlanadi. Bu materiallar korrozivga bardosh bo'lib ishlatish jarayonida metal keramik qattiq qotishmalar VK8, T15K6 va asbobsozlik po'latlar U7, U12, SHH15 va boshqa material ishlatiladi.

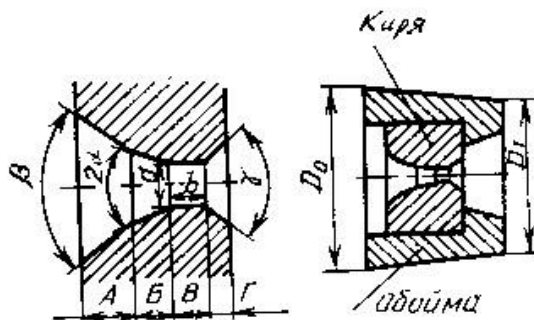
8-rasmda oboymaga o'rnatilgan kiryaning bo'ylama kesimi keltirilgan Kiryaasbob harakterli 4 ta zonadan iborat.

- I. zona (A uchastka). Bu zona tayyorlamaning kirya ko'ziga kirish konusi (□) deyiladi. Uchi o'tkirlangan tayyorlama bu konus orqali kirya kiritiladi. Bunda kirya □□40□60°C oralig'i olinadi.
- II. zona (B uchastka). Bu zona ish konusi (□) deyiladi. Tayyorlama bu zonada plastik deformatsiyaga beriladi. Bu zonaning uzunligi $l \square (0,5 \square 0,7)d_{max}$.

Konus burchagi (□) tayyorlama qattqlikiga, ishqalanish kuchiga qarab belgilanadi.

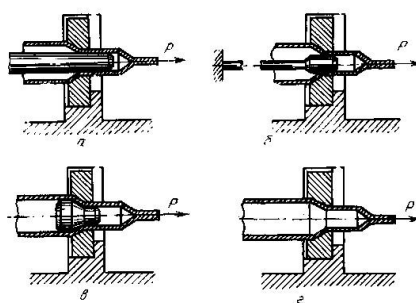
III zona (V uchastka). Tayyorlama bu zonada kalibrlanib, aniq shakil va o'lchamli yuzasi tekis mahsulotga aylanadi. Zonaning eni $V=(0,3-1,0)d_R$.

IV zona (G uchastka). Bu zona chiqish konusi (□) deyiladi. Bu zona kiryalab olinuvchi mahsulot sirtini tiralish dars ketishdan saqlaydi. Zona burchagi □□ 60□90°C.



8-rasm.

Kirya oboymaga o'rnatiladi. Oboyma qovushqoq xamda puhtaroq konstruksion po'latlardan tayyorlanadi va ular konustruksiyasiga ko'ra yahlit, yig'ma va rolikli bo'ladi. 9- rasmda turbalarni kiryalash shemalari keltirilgan. Ishlash opravkalarda va opravkasiz bajariladi. Agar truba devori qalinligini kichraytirish, uzun opravkada (9- rasm, a) trubaning tashqi diametri va qalinligini kichraytirish zarur bo'lsa, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi opravkada (9- rasm, b va v) va diametrinigina kichraytirish zarur bo'lsa, opravkasiz ishlov beriladi (9- rasm, g).



9-rasm.

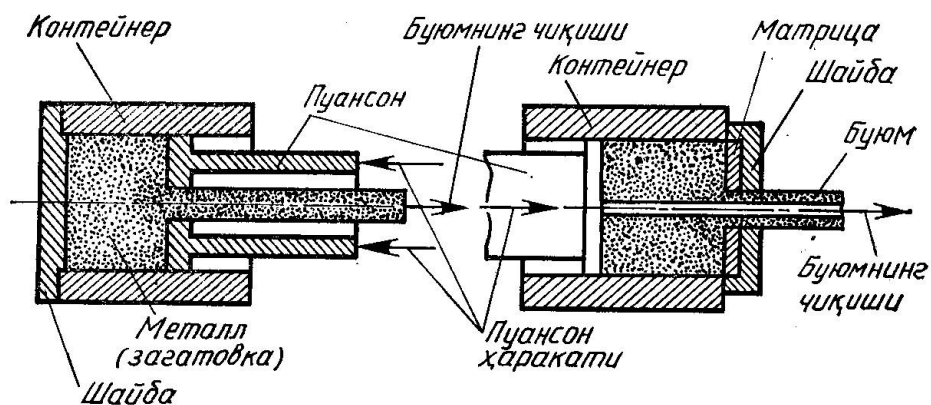
Presslash - bunda tayyorlama avval tsilindr konteynerga kiritilib, uning matritsa deb ataluvchi asbobi ko'zidan siqib chiqariladi. Bu usulda turli o'lchamli simlar, trubalar va turli profilli boshqa maxsulotlar tayyorlanadi.

Tayyorlamani metall yoki qotishmalarni ma'lum tempraturagacha qizdirib uni matritsa teshigidan siqib chiqarish jarayoniga presslash deyiladi. Presslash jarayonida teshik orqali siqib chiqarilgan metallarning ko'ndalang kesmi shu tekis shakliga – doira, to'trburchak, oltiburchak yoki biror shaklga kiradi.

Bu usulda rangli metal qotishmalaridan po'latlardan diametri 3-250 mm gacha bo'lgan chiviqlar diametri 20-400 mm gacha devor qalinligi 1,5-12 mm gacha bo'lgan trubalar va boshqa har- hil profilli mahsulotlar tayyorlanadi. Bu usul bilan ishlab chiqarilgan buyumlar o'lchamlarining yuqori aniqligi bilan xam farq qiladi.

Presslashdan oldin tegishli tayyorlamalar bosim bilan ishlash tempraturasigacha qizdiriladi. Sanoatda presslashning ikki hil usuli mavjud. Bulardan biri to'g'ri presslash, ikkinchisi esa teskari presslash usullaridir. (10- rasm, a, b).

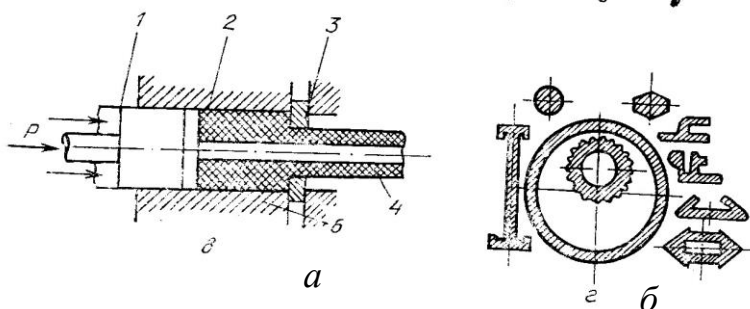
SHuni qayd qilish kerakki teskari presslashda sarflanadigan kuch to'g'ri presslashdagiga qaraganda 20-30% kam bo'ladi, chunki konteynerda metal ishqalanmaydi. Teskari presslashda chiqindi xam kamayadi.



10-rasm.

Presslash jarayonida matritsaning teshigidan chiqish tezligi quydagicha: duralyumini uchun 4-6 m/s, alyumin uchun 8 m/s, mis va uning qotishmalari uchun 12-15 m/s bo'ladi. Presslash jarayonida ishlatiladigan matritsalar, asosan 3H2V8, 38HMYUA markali legirlangan po'latlar va qattiq qotishmalardan tayyorlanadi. Presslash jarayoni asosan turli gorizontal va vertikal presslarda olib boriladi. Presslash kuchi 1500-30000MPa ga teng bo'ladi.

Presslash yo'li bilan mahsulotlar olishda amalda ko'proq gidravlik presslardan foydalaniladi, chunki bularning konstruksiyasi oddiy bo'lib, tezligi onson rostlanadi. Gidravlik gorizontal presslarning presslash kuchi 600-60000 t, vertikallarini 300-1000t dir. 11- rasmda presslab olinadigan profillarga misollar keltirilgan.



11-rasm. Presslash yo'li bilan olinadigan buyumlar profili:
a-trubalar tayyorlash: b- presslash yo'li bilan olinadigan buyumlar profili.

Bolg'alash - bu jarayonda zarur temperaturada qizdirilgan tayyorlamani bolg'aning pastki boek muhrasiga bolg'alashda sondonga qo'yib, bolg'aning ustki boek muhrasi bilan zarbalanadi (3g-rasm). Bu usulda val, shatun, tishli g'ildiraklar va boshqa detallarning chala maxsulotlari olinadi.

Qizdirilgan metallni bolg'a muhrasining zarbi yoki press muhrasining bosim kuchi ta'sirida zarur shaklga keltirish jarayoniga bolg'alash deb ataladi.

Bolg'alash natijasida olingan buyumga **pokovka** deyiladi.

Bolg'alash yo'li bilan hilma hil shakl va o'lchamli bir necha yuz gramdan 350 t gacha ba'zan esa undan og'ir pokovkalar tayyorlanadi.

Erkin bolg'alashdagi asosiy jarayonlar.

Cho'ktirish bu jarayonda tayyorlamaning bo'yini kichraytirib uning hisobiga ko'ndalang kesim o'lchamlari kattalashtiriladi. 12-rasm, a. Tayyorlamaning bir joyigina cho'ktirilsa buni maxalliy cho'ktirish deyiladi.

Cho'zish-bu jarayonda tayyorlamaning ko'ndalang kesimini kichraytirish hisobiga bo'yini uzaytiriladi 12 – rasm, b.

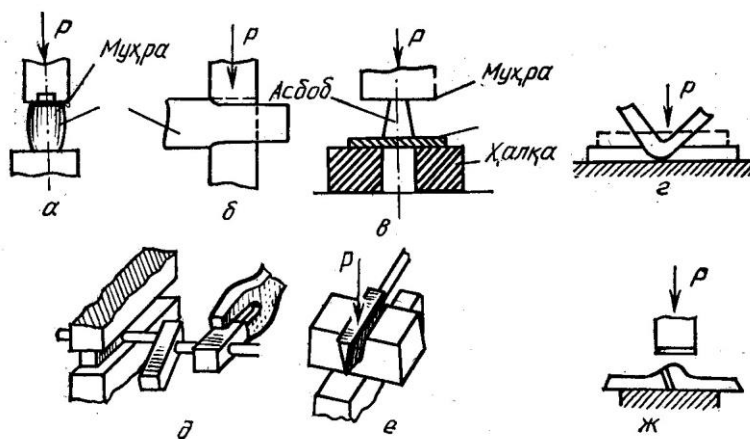
Teshish- bu jarayonda tayyorlamadan ma'lum xajmdagi metal teshgich bilan siqib chiqarilib, teshik ochiladi 12 – rasm, v.

Bukish -bu jarayonda tayyorlama turli moslamalar yordamida zarur konturga bukib o'tkaziladi 12 – rasm, g.

Burash -bu jarayonda tayyorlamaning bir qismi ikkinchi qismga nisbatan ma'lum burchakka buriladi 12 – rasm, d.

Kesish -bu jarayonda tayyorlamaning bir qismi ikkinchi qismdan kesib ajratiladi 12 – rasm, e.

Payvandlash bu jarayonda zarur temperaturagacha qizdirilgan kam uglerodli po'lat tayyorlamalarni usma ust qo'yib qiya yuzalari bo'yicha payvandlash uchun ular bolg'a yoki press ostida siqiladi 12 – rasm, j.



12-rasm.

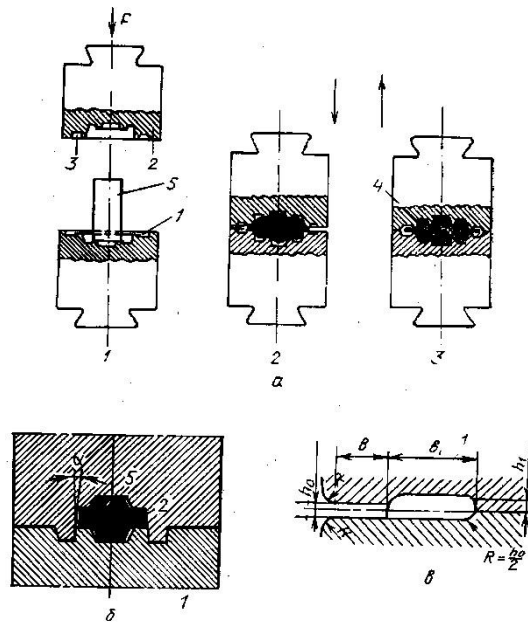
Shtamplash – bu jarayonida ko'pincha zarur temperaturagacha qizdirilgan tayyorlama shtampning pastki palla bo'shlig'iga qo'yilib, bolg'a o'rnatilgan shtampning ustki pallasi bilan zarbalanadi. Bu sharoitda tayyorlama defarmatsiyalanib, shtamp bo'shlig'ini to'ldiradi. Shtamplashda turli shaklli maxsulotlar olinadi.

Hajmiy shtamplashda tayyorlama shtamp bo'shlig'iga o'tkazilib plastik deformatsiyalanib shtamp bo'shlig'i to'ldiriladi. Shtamplar narhining qimmatliligi, pokovka og'irligi 250-500 kg dan oshmasligi va kam seriyada ishlab chiqarish uchun ma'qul emasligi uning kamchiligi hisoblanadi.

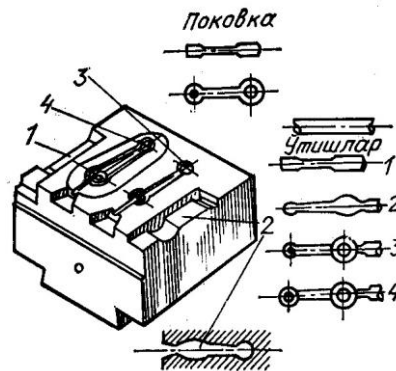
Metallarni hajmiy shtamplashda foydalaniladigan asbob shtamp deyiladi.

Ular konstruksiyasiga ko'ra ochiq va yopiq hillarga ajratiladi.

Amalda oddiy shakilli pokovkalar bir o'yiqli aniq shtamlarda, murakkab shakillari esa ko'p o'yiqli shtamlarda tayyorlanadi. 14-rasmda shatun pakovkasini ko'p o'yiqli shtampda tayyorlash misol tariqasida ko'rsatilgan.



13-rasm.



14-rasm.

Varaqa shtamplash – bunda varaqa lentalardan tayyorlangan tayyorlamani matritsa asboboga o'rnatib puanson bilan ezgan xolda matritsa ko'ziga kiritib, kerakli shaklga keltiriladi. Bu usul skoba, qopqoq, har hil qanotlar va boshqa maxsulotlar tayyorlanadi. Varaqa shtamplash jarayoni yupqa devorli buyumlar tayyorlashdir. Varaqa shtamplash jarayoni ikkita guruhga: ajratish va shakl hosil qilish jarayonlariga bo'linadi.

Ajratish jarayoniga qirqish, qirqib olish o'yib tushirish va boshqa jarayonlar kiradi. SHakl hosil qilish guruhiga egish, botirish, bort qayirish bort chiqarish, bo'rttirish, siqish, zarblash va boshqa jarayonlar kiradi.

Qirqish-varaqalardan ma'lum o'lchamli chala zagatovka kesib olish.

Qirqib olish-chala tayyorlamalardan zarur shakldagi tayyorlama kesib olish. O'yib tushirish-varaqadan aylana kvadrat yoki boshqa shaklli zagatovkalar o'yib tushirish.

Egish-varaqa tayyorlamadan egik buyum hosil qilish.

Botirish-yassi tayyorlamadan kovak buyum hosil qilish.

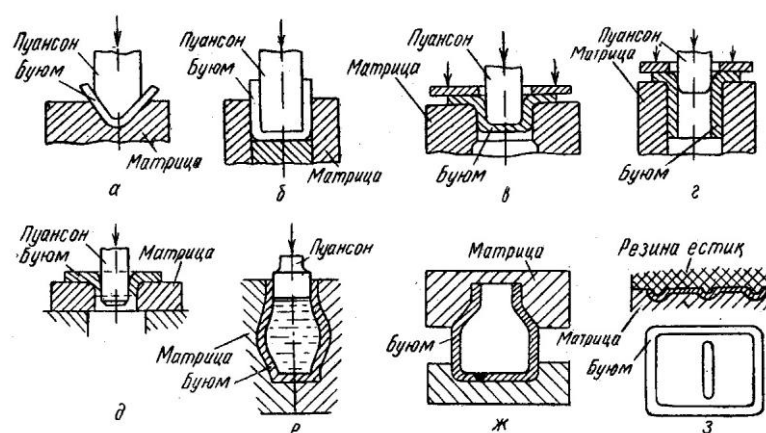
Bort qayirish-yassi tayyorlamani sirtqi konturi bo'ylab bort hosil qilish.

Bort chiqarish-teshik konturi bo'ylab bort hosil qilish.

Bo'rttirish-havol zagatovka ichidan teng taqsimlangan kuch ta'sir ettirish yo'li bilan uning shakli yoki o'lchamlarini o'zgarishi.

Siqish-havol tayyorlama ochiq uchining perimetrini kichraytirish.

Zarblash-varaqaviy tayyorlamada metalni cho'zish hisobiga do'ngliklar hosil qilish.



5.Mavzu: Metallarni shtamplash

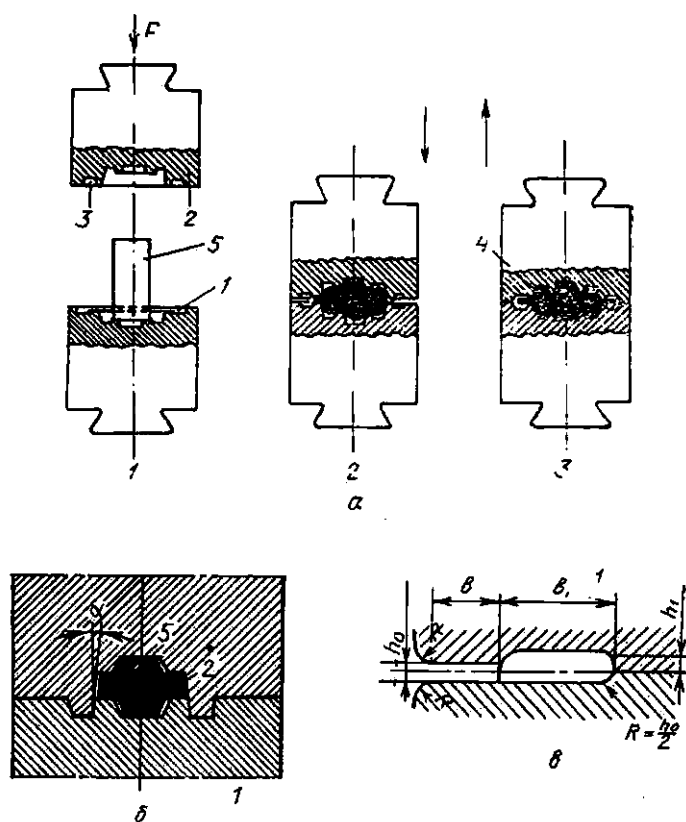
Reja: 1.

SHTamplash to'g'risida ma'lumot

2. SHTamplar turi va konstruktsiyasi

Tayanch so'zlar: xajmiy shtamplash, zagatovka, shtamp, bo'shliq, shtamp pallasi, pitr ariqchasi, konstruktiv sxema, shtamp oyiqchasi, qolip

Hajmiy shtamplashda zagatovka shtamp bo'shlig'iga o'tkazilib, plastik deformatsiyalanib shtamp bo'shlig'ini to'ldiradi (6-rasm).



6-rasm. Shtamplash shemasi:

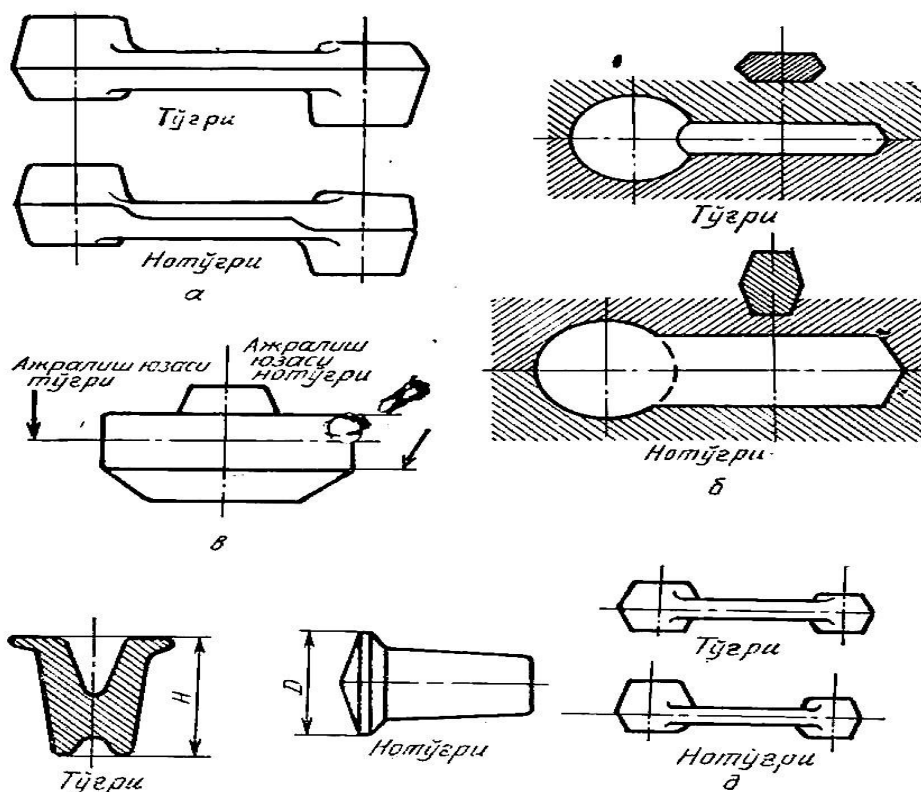
a-ochiq shtamplash; *b*-yopiq shtamplash; 1,2-shtamp pallari; 3-pitr ariqchasi; 4zagotovka; 5-pokovka; *v*-pitr ariqchasining ko'rinishi.

Bu usul yuqorida tanishilgan erkin bolg'alashga qaraganda ish unumining yuqoriligi, mahsulot o'lchamlarining aniqligi, yuza g'adir-budurlikning kamligi, murakkab shaklli mahsulotlar olish qulayligi, yuqori malakali ishchini talab etmasligi kabi afzalliklarga ega bo'lib, bir hildagi mahsulot tayyorlaydigan katta temirchilik tseharida keng qo'llaniladi. SHtamplar narhining qimmatligi, pokovka massasining 250-300 kg dan oshmasligi (cheklanganligi uning kamchiligi hisoblanadi) va kam seriyada ishlab chiqarish uchun ma'qul emasligi uning kamchiligi hisoblanadi.

Metallarni hajmiy shtamplashda foydalaniladigan asbob **shtamp** deyiladi. Ular konstruksiyasiga ko'ra ochiq va yopiq hillarga ajratiladi. **Ochiq** shtamplarning ajralish tekisligida pokovka tashqi konturi bo'ylab pitr ariqchasi qilinadi. Metallarni shtamplashda bu ariqchaga ortiqcha metall o'tadi. Metallning pitr ariqchasida tezroq sovishi bir tomondan uning qarshiligi oshirib, shtamp bo'shlig'ini metall bilan yanada to'lishiga ko'maklashsa, ikkinchidan shtamp palla yuzalarining bir-biriga urilishidan saqlaydi. Pitr ariqchasining konstruksiyasi pokovka materialiga, shakliga, o'lchamlariga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Odatda pitr massasi pokovka massasining 10-20 % ni tashkil etadi.

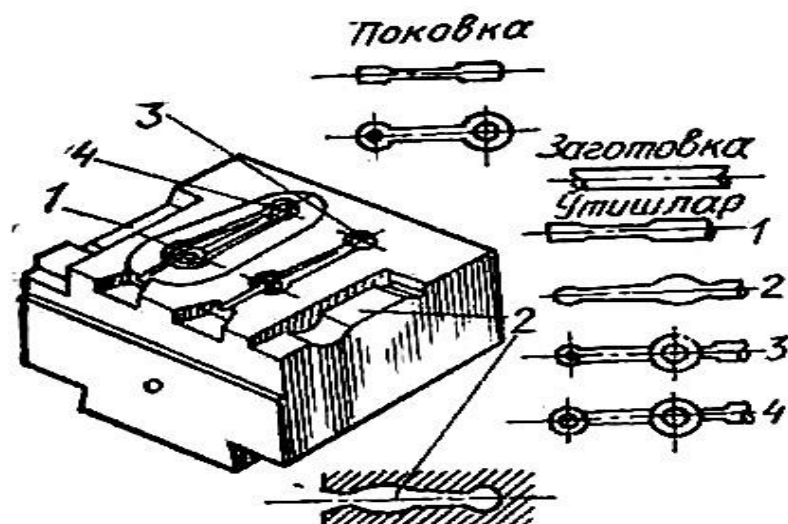
Yopiq shtamplarda pitr ariqchasi bo'lmay, ajratish yuzalari murakkab tekisliklar bo'yicha o'tib, ular o'zaro qulflanadi. SHu sababli bunday shtamplarda

olinadigan pokovka massasi zagotovka massasiga teng bo'lishi kerak. Temirchilik tsehlari pokovkalar tayyorlashda qator afzalliklarga ko'ra (shtamp konstruksiyasining oddiyligi, aniq massali zagotovka talab etilmasligi) ko'proq ochiq shtamlardan keng foydalaniladi. Metallarni erkin bolg'lashda ko'rilganidek, shtamlashda ham pokovka chizmasini loyihalashda detal chizmasi asosida uning shaklini iloji boricha soddalashtirib, qo'yim, qoldirma va dopusk qiymatlari hisobga olinadi. Keyin esa pokovka chizmasi asosida shtamp loyihalaniadi. Bunda zagotovkaning shtamp bo'shlig'iga osonroq o'tishi va pokovkaning undan oson ajratilishi uchun farqlarining eng kichik bo'lishi, ajralish tekisligining oddiy sirt bo'yicha bir yuzadan ikkinchi yuzaga o'tmas burchak bo'yicha o'tishi, yondosh yuzalar devor qalinliklarining keskin farq qilmasligi va hokazalarga alohida ahamiyat berish lozim (7- rasm)



Rasm. Pokovkalar konstruksiyasini belgilash shemasi:

Amalda oddiy shaklli pokovkalar bir o'yiqli aniq shtamlarda, murakkab shakllilari esa ko'p o'yiqli shtamlarda tayyorlanadi. (8 - rasm) da shatun pokovkasini ko'p o'yiqli shtampda tayyorlash misol tariqasida ko'rsatilgan.



Rasm. Ko'p o'yiqli shtamp va shtamplashdagi o'tishlar:

1-cho'zish o'yig'i; 2-ayrim joyini yumaloqlash o'yig'i; 3-shakl berish o'yig'i; 4-pardozlash o'yig'i.

Ko'p o'yiqli joylariga shakl berish, egish va shtamp o'yiqlarni cho'zish, ayrim boshqa ishlovlar natijasida zagotovka shakli birmuncha pokovkaga yaqinlashtiriladi, keyin ular homaki va uzil-kesil ishlanadigan turlarga ajratiladi.

Uzil-kesil ishlanuvchi pokovka o'yig'i uning tashqi shakliga mos bo'lib, o'lchamlari metall sovitilayotganda hajmi kirishishi 1-1,5 % hisobiga kattaroq qilinadi.

6. Mavzu: Xarorat va deformatsiya tezligini metall xossalariga ta'siri Reja:

1. Deformatsiya temperaturasi va tezligini deformatsiyalash jarayoniga ta'siri. Yuqori temperaturalardagi deformatsiya, qaytish va rekristallizatsiya
2. Metallarga bosim bilan ishlov berishdagi deformatsiyalarning turlari
3. Deformatsiyaga qarshilik va plastiklikka temperaturaning ta'siri

Tayanch so'zlar: *Temperatura, tezlik, deformatsiyalash, qaytish, rekristallizatsiya, toza metallar, kristallit, donacha bo'shatish, deformatsiya darajasi, kristallararo moddalar, plastiklik ko'rsatkichi, sovuq deformatsiya.*

Deformatsiya temperaturasi va tezligini deformatsiyalash jarayoniga ta'siri

Yuqori temperaturalardagi deformatsiya, qaytish va rekristallizatsiya.
Oldinroq mustahkamlanish bilan kechadigan sovuq deformatsiya mexanizmi yozilgan edi. Deformatsiyalanayotgan metall temperaturasi oshishi bilan unda mustahkamlanishga teskari bo'lgan yangi jarayonlar, qaytish va rekristallizatsiya paydo bo'ladi. SHunday qilib, deformatsiya jarayonida yuqori temperaturalarda bir vaqtda mustahkamlanish ham, va shuningdek, bo'shalish jarayonlari ham sodir bo'ladi.

Sovuq deformatsiyalarda alohida donachalardagi sirpanish tekisliklarining turlicha yo'nalganligi, deformatsiyalarning xomaki mahsulot hajmida notekis taqsimlanishi, donachalarning shakli, o'lchami va xossalaridagi farq oqibatida ular kattaligi xar xil bo'lgan elastik deformatsiyaga duchor bo'ladi. SHu bilan birga sovuq deformatsiyada kristall panjaraning qiyshayishi ortadi. Natijada tashqi kuchlar olingandan so'ng sovuq deformatsiyalangan metallda qoldiq kuchlanishlar hosil bo'ladi.

Ma'lum temperaturagacha qizdirib deformatsiyalashda atomlarning issiqlik tebranishlari amplitudasi shunchalik ortadiki, bu atomlarni muvozanat holatiga o'tishini yengillashtiradi. SHu munosabat bilan yuqorida ko'rsatilgan elastik deformatsiyalar sezilarli darajada tekislanadi. O'shancha kris-tal panjarani hosil bo'ladigan qiyshayishlari ham kamayadi. Bu esa tashqi kuchlar olingandan so'ng qoldiq kuchlanishlarning keskin kamayishini ta'minlaydi (agar xomaki xom ashyoni deformatsiyalashdan keyin notekis sovutishda paydo bo'lishi mumkin bo'lgan termik kuchlanishlarni hisobga olinmasa). Bu xodisani qaytish (dam olish) deb ataladi.

Toza metallar uchun qaytish (0,25 - 0,30) T_{erish} dan ortiq mutlok temperaturalarda namoyon bo'ladi. Bu yerda T_{erish} - erish mutloq temperaturasi. Metallarda eruvchi aralashmalar mavjudligi qaytish temperaturasining ortishiga olib keladi.

Ishlov berish jarayonida qaytish deformatsiyalashga qarshilikni qandaydir kamayishi va plastiklikni oshishiga olib keladi. SHunga qaramay qaytish

temperaturalarida deformatsiyalash, uning jadalligi bir oz kam bo`lsa ham, mustahkamlanish bilan birga kechadi.

Qaytish mavjud bo`lgan deformatsiyada, shuningdek u bo`lmaganda ham, metallning eng jadal oqish yo`nalishida cho`ziladigan donachalarning o`lchami va shakliga qaytish ta'sir ko`rsatmaydi. SHuningdek qaytish deformatsiyada tekstura hosil bo`lishiga qarshilik ko`rsatmaydi.

Qaytish vaqt mobaynida sodir bo`ladi; temperatura oshishi bilan qaytish tezligi ortadi. SHu munosabat bilan qaytish ta'siri temperatura va deformatsiya tezligi orasidagi nisbatga bog`liq bo`ladi. Berilgan temperaturadagi deformatsiya tezligini oshishi qaytish ta'sirini kamaytirishi mumkin.

Metallni sovuq deformatsiyalashdan so`ng uni qizdirish (bo`shatish)da ham kaytish ro`y beradi.

Sovuq deformatsiyalangan metallni qaytish temperaturasigacha qizdirish uning mexanikaviy xossalarning ko`rsatkichlariga uncha sezilarli ta'sir ko`rsatmaydi (mustahkamlik ko`rsatkichlari ozgina kamayadi, plastiklik ko`rsatkichlari esa bir qancha ortadi).

Qaytish (bo`shatish) sovuq deformatsiyalangan metallni korroziyaga qarshiligini oshirishi va o`z- o`zidan darz ketishi imkoniyatini keskin kamaytirishini ta`kidlab o`tish kerak. Bunday hodisa sovuq shtamkovkalab olingan, ayniqsa jezdan tayyorlangan detallarda kuzatiladi va kristallitlararo korroziya hisobiga buzilishga qarshilik kamayganda, qoldiq kuchlanishlar ta'siri ostida ro`y beradi.

Ba`zi metall va qotishmalarda, masalan, uglerodli po`latda, qaytish temperaturalarida, mexanik xossalarga qaytishga qarama-qarshi bo`lgan ta'sir ko`rsatuvchi, eskirish hodisasi kelib chiqishi mumkin. Eskirish mustahkamlik ko`rsatkichlarining oshishiga va bir vaqtning o`zida plastiklik ko`rsatkichlari kamayishiga olib keladi. Eskirishning fizik tabiati hali uzil- kesil aniqlanmagan. Eskirish jarayonida mexanik xossalarni o`zgarishi aralashma qo`shimchalarning mayda dispersli zarralari sirpanish tekisliklari bo`yicha to`kilishi natijasida ro`y beradi deb taxmin qilinadi.

Deformatsiyalanayotgan metall temperaturasini qaytish temperaturasidan ortishi rekristallizatsiya jarayoni kelib chiqishiga olib keladi. Plastik deformatsiyalashdagi rekristallizatsiya kurtak hosil bo`lishi, deformatsiyalangan o`rniga yangi donachalar paydo bo`lishi va o`shidan iborat bo`ladi.

Deformatsiyalanayotgan metall temperaturasining oshishi atomlar energiyaviy potentsialini shunchalik ko`taradiki, ular qayta guruhlanish va jadal o`rin almashinish imkoniyatini oladi. Bu rekristallizatsiyaning o`tishi imkoniyatini yaratadi.

Deformatsiyalanayotgan metallda mavjud bo`lgan, deformatsiya jarayonida qiyshaymagan, nisbatan to`g`ri panjarali katakchalar (mozaikaning alohida bloklari, sirpanish tekisliklaridagi yoki chegaraviy, donalar aro qatlamlardagi donachalar bo`laklari), donachalarning kurtaklariga aylanadi.

Panjara parametrlariga mos ravishda, qo`shni kurtakchali donachalarning atomlari bu kurtakchalarga yondoshib qatorlashadi va yangi donachalar o`sa boshlaydi. Yangi donachalarning o`lchamlari kattalashadi va vaqt o`tishi bilan ular

deformatsiyalangan donachalarning atomlarini to`lik yutib yuborishi mumkin. Yangi donachalarning kurtakchalar atrofida o`shish imkoniyati hamma yo`nalishlar bo`yicha bir xil bo`lganligi oqibatida, yangi kurtakchalardan tashkil bo`ladigan donachalar teng o`qli, ya`ni hamma yo`nalishlar bo`yicha o`rtaga bir xil o`lchamga ega bo`ladi.

SHunday qilib, metallning rekristallizatsiya temperaturasidan yuqori temperaturalardagi deformatsiyasi ikkita o`zaro qarama-qarshi va bir paytda ta`sir qiladigan jarayonlar: donachalarning deformatsiyasi (mustahkamlanishi) va ularning rekristallizatsiyasi bilan birga kuzatiladi.

Rekristallizatsiya jarayoni vaqt bo`yicha temperaturaga va deformatsiya darajasiga bog`liq bo`lgan qandaydir tezlik bilan sodir bo`ladi.

Deformatsiyalanayotgan jism olayotgan temperatura va deformatsiya darajasi qanchalik yuqori bo`lsa, rekristallizatsiya tezligi shunchalik yuqori bo`ladi. Oxirgi natija deformatsiya va rekristallizatsiya tezligi orasidagi nisbatga bog`liq bo`ladi. Agar rekristallizatsiya tezligi deformatsiya tezligidan katta bo`lsa, natijada deformatsiyalangan metallning hamma donachalari teng o`qli shaklni oladi, kristallik tuzilishi esa deformatsiyalanmagan donachalar tuzilishiga mos keladi va metall xossalari mustahkamlanishini keltirib chiqaradigan o`zgarishlar sodir bo`lmaydi.

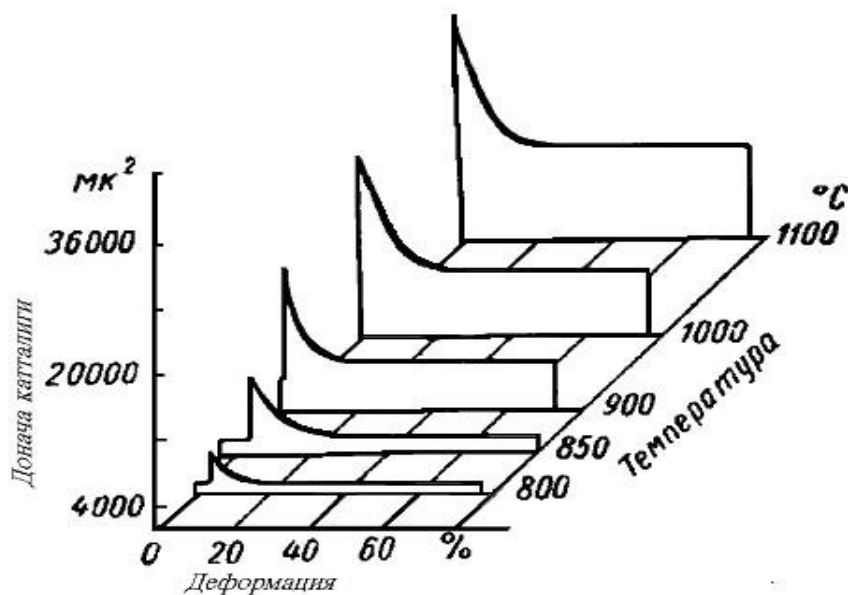
A.A.Bochvar ma`lumotlari bo`yicha toza metallar uchun rekristallizatsiyaning boshlanish temperaturasi ushbu nisbatdan aniqlanadi:

$$T_{\text{rekr}} \geq 0,4 T_{\text{erish}},$$

bu yerda: T_{rekr} - rekristallizatsiyaning mutloq temperaturasi; T_{erish} - erish mutloq temperaturasi.

Eriydigan aralashmalar borligi rekristallizatsiya temperaturasini bir oz oshiradi.

Rekristallizatsiya jarayonida kristallit ichida ham, donachalar chegaralarida ham atomlar diffuziyasi kuchayadi. Bu donachalarning kimyoviy bir xil emasligini tekislashga va kristallitaro deformatsiya natijasida donachalar chegaralarida paydo bo`ladigan shikastlanishlarni olib tashlashga yordam beradi.



16-rasm. Kam uglerodli po`latning hajmiy rekristallizatsiya diagrammasi

Rekristallizatsiya bilan deformatsiyalangan metalldagi teng o`qli donachalarning o`lchamlari rekristallizatsiya sodir bo`ladigan temperaturaga, deformatsiya darajasiga, shuningdek deformatsiya tezligiga bog`liq bo`ladi. Rekristallizatsiyali deformatsiyadan so`ng donacha kattaligi, temperatura va deformatsiya darajasi orasidagi bog`lanishni odatda rekristallizatsiyaning (ikkinchi xildagi) hajmiy diagrammalari bilan tasvirlanadi. Bu diagrammalar maxsus o`tkazilgan tajribalarning natijalari bo`yicha quriladi va har bir metall va qotishma uchun xususiyatli hisoblanadi. 16- rasmda kam uglerodli po`latning hajmiy rekristallizatsiya diagrammasi tasvirlangan. Boshqa metallar va qotishmalar uchun rekristallizatsiya diagrammalari ham o`xshash xususiyatga ega bo`ladi.

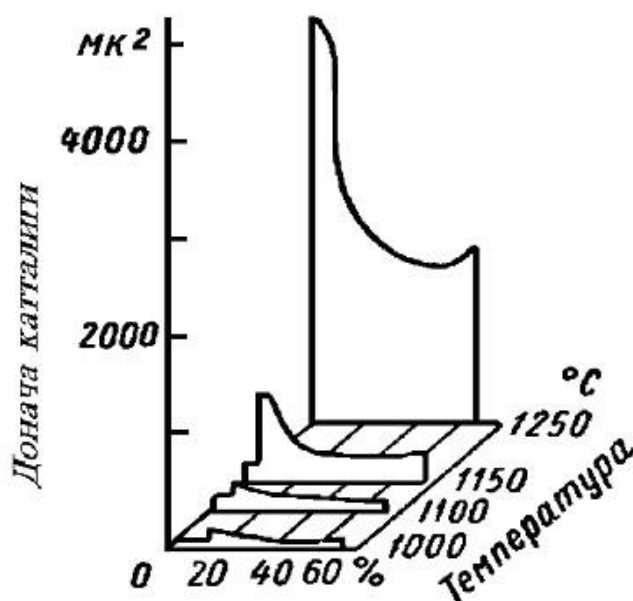
Rekristallizatsiyali deformatsiyadan so`ng donacha kattaligini deformatsiya darajasiga bog`liqligini alohida xususiyati bo`lib, deformatsiyaning kritik darajasi deb ataluvchi, rekristallangan donachalarning o`lchamini keskin kattalashuvi kuzatiladigan kattalik mavjudligi hisoblanadi.

Deformatsiyaning kritik darajasi kattaligi, rekristallizatsiya boshlanishi temperaturasiga yaqin bo`lgan temperaturalarda odatda 8 - 10% dan oshmaydi va temperatura oshishi bilan kamayib boradi (deformatsiyani kritik darajasi koordinata boshiga suriladi).

Deformatsiyaning kritik darajasi mavjudligini quyidagi tarzda tushuntirib berish mumkin. Deformatsiyaning dastlabki bosqichida deformatsiya asosan donachani o`rab turgan kristallararo modda buzilmasdan kristallit ichidagi jarayonlar hisobiga ro`y beradi. Buning natijasida, donachalar o`lchamining rekristallizatsiyada ularni birlashishi yo`li bilan kattalashuvi qiyin bo`ladi. Bundan tashqari deformatsiyalarning nisbatan kichik qiymatida hosil bo`lgan - kristallitning singan bo`lak parchalari soni katta emas, demak mumkin bo`lgan rekristallizatsiya markazlari soni ham ko`p emas. Kritik darajalarda rekristallizatsiya markazlari soni ko`p bo`lmaydi (bir oz ko`payadi), biroq kristallararo modda qisman buziladi, bu kristallarning bir - biriga bevosita tegishiga olib keladi. Rekristallizatsiya jarayonidagi bu holat qo`shni donachalar atomlariga rekristallizatsiya markazidan o`sayotgan yangi donacha qo`shilishini yengillashtiradi. Pirovard natija bir nechta deformatsiyalanayotgan donachalarni bittaga birlashishiga, ya`ni rekristallangan donachalar o`lchamini kattalashishiga olib keladi. Deformatsiya darajasini bundan keyingi oshishi rekristallizatsiya markazlarining sonining ortishiga olib keladi, demak, rekristallangan donachalar soni ortadi. Bu berilgan jism hajmida ularning o`lchami kamayishini keltirib chiqaradi.

Temperatura ortishi bilan kristallararo moddaning mustahkamligi kamayadi, kristallitlarni bir - biriga bevosita tegishi deformatsiyaning kichik darajalarida ro`y beradi, bu deformatsiya kritik darajalarini koordinat boshiga surilishiga olib keladi. Temperatura oshishi bilan, bundan tashqari, atomlar qo`zg`aluvchanligi ortadi, rekristallizatsiya jarayonida qo`shni donachalarning birlashishi yengillashtiradi. Bu

deformatsiyaning barcha darajalarida rekristallangan donachalar o'lchamining nisbiy kattalashuviga olib keladi.



17-rasm. Rekristallizatsiya egri chiziqlarida ikkinchi maksimum kuzatilishi.

Ba'zi nav po'latlarda, juda yuqori deformatsiya darajalarida, rekristallizatsiya egri chiziqlarida ikkinchi maksimum kuzatilishi (17 - rasm) tadqiqotchilarning qator ishlarida ko'rsatib o'tilgan.

Yana rekristallizatsiyadan so'ng donachalarning kattaligi qizitilgan metallni rekristallizatsiya temperaturasidan ortiq temperaturada tutib turish davomiyligiga ham bog'liqdir. Uzoq vaqt tutib turilganda, ilgari bayon kilingan ishlov berish rekristallizatsiyasidan farqli ravishda, yig'iluvchi rekristallizatsiya deb ataluvchi hodisa kuzatiladi. Uning mohiyati shundaki, ishlov berish rekristallizatsiyasi natijasida hosil bo'lgan teng o'qli donachalar o'lchami birlashish hisobiga kattalashadi.

Yig'iluvchi yoki yuza rekristallizatsiyasi ishlov berishdagi rekristallizatsiyaga karaganda sekinroq ro'y beradi. Yig'iluvchi rekristallizatsiyada donachalarning o'sish imkoniyati atomlarni qayta qurish jarayonida potentsial energiyaning minimumiga javob beradigan holatni egallashga intilishidan kelib chiqadi. Donachalarning sirtqi qatlamlarida bo'lgan atomlarning o'zaro joylashishidagi to'g'rilikni buzilishi polikristallda to'plangan potentsial energiyani oshiradi. Donachalar o'lchami oshganda ularning jamlangan yuzasi kamayadi, demak, jismda to'plangan potentsial energiya ham kamayadi. Rekristallizatsiya boshlanishi temperaturasidan ancha orttirilgan temperaturada yig'iluvchi rekristallizatsiya ayniqsa jadal sodir bo'ladi.

Rekristallizatsiya shuningdek sovuq deformatsiyalangan metallni rekristallizatsiya boshlanish temperaturasidan bir oz ortiq temperaturagacha qizdirganda ham (past yoki rekristallizatsiya yumshatishi) sodir bo'ladi.

Sovuq deformatsiyalangan metallni rekristallizatsiyasi natijasida hosil bo'lgan donachalar kattaligi boshlang'ich xom ashyo yoki uning alohida joylari olgan

deformatsiya darajasiga, rekristallizatsiya temperaturasi va bu temperaturada tutib turish vaqtiga bog`liq bo`ladi.

Donacha kattaligining bu omillardan bog`liqlik xususiyati ilgari ko`rib o`tilganga o`xshash. Bu holda ham deformatsiyaning kritik darajalari mavjud bo`lib, unda rekristallangan donachalarning o`lchamlarini ancha kattalashuvi kuzatiladi, buning ustiga qizdirish temperaturasi qanchalik yuqori bo`lsa, donachalar o`lchamining oshishi shunchalik katta bo`ladi. Nihoyatda katta darajada deformatsiya olgan va deformatsiya teksturasiga ega bo`lgan sovuq deformatsiyalangan metallni rekristallizatsiyasi teksturani yo`qolishiga olib kelishi mumkin. Biroq, rekristallizatsiya doimo ham uni yo`qotilishiga olib kelmaydi. Deformatsiya teksturasiga ega bo`lgan metallni rekristallik yumshatish natijasida teksrekristallizatsiya deb ataluvchi, rekristallangan teng o`qli donachalarning kristollografik o`qlari fazoda ustuvor yo`nalishli holat hosil bo`lishi mumkin (ko`pchilik donachalar kristallografik o`qlarining fazoda yo`nalishi bir xil bo`ladi).

Rekristallizatsiya teksturasi deformatsiya teksturasiga aynan o`xshash bo`lishi mumkin, lekin undan farq qilishi ham mumkin, ya`ni jismda kristallografik o`qlarning ustuvor mo`ljalli yo`nalishi rekristallizatsiyadan so`ng o`zgaradi.

Rekristallizatsiya teksturasini paydo bo`lishi chamasi shunday tushuntiriladi; deformatsiyalangan metallda bo`lgan yangi donachalar kurtaklari fazoda kristallografik o`qlarning ustuvor mo`ljaliga ega bo`ladi. Rekristallizatsiya teksturalari dastlabki deformatsiya teksturasiga aynan o`xshash bo`lishi mumkin, lekin ulardan ancha farq qilishi ham mumkin. Rekristallizatsiya teksturasi, shuningdek deformatsiya teksturasini yumshatishdan so`ng yangi tekstura hosil qilmasdan yo`qotish imkoniyati kotishma tarkibi va aralashmalar mikdoriga, sovuq deformatsiyalashda olingan deformatsiya darajasiga, deformatsiya teksturasi xususiyatiga, yumshatish temperaturasi va uning davomlilikiga bog`liq bo`ladi. Rekristallizatsiya teksturasining bo`lishi yumshatilgan metallda mexanikaviy xossalarning anizotropiyasiga olib keladi. Bu bosim bilan ishlov berib olingan detalning xizmat xususiyatlarida yoki yumshatilgan dastlabki xom ashyoni keyinchalik plastik deformatsiyalashdagi o`zini tutishida aks etishi mumkin. Masalan, yumaloq yassi dastlabki xom ashyodan stakan tortib olishda festonlar (quloqlar) hosil bo`lishi jo`valangan (va yumshatilgan) metallda (tunukada) rekristallizatsiya teksturasi bo`lganligining natijasi hisoblanadi.

Metallarga bosim bilan ishlov berishdagi deformatsiyalarning turlari

Ilgari bayon etilganlardan ko`rinadiki, bosim bilan ishlov berishda, umumiy holda, metallda o`zaro qarama -qarshi bo`lgan jarayonlar: mustahkamlanish jarayoni va bo`shatuvchi jarayonlar (qaytish va rekristallizatsiya) bir vaqtning o`zida sodir bo`lishi mumkin.

U ham, deformatsiya sharoitlari (temperatura, deformatsiya tezligi va darajasi) va deformatsiyalanayotgan metall tabiati sabab bo`lgan boshqalari ham, vaqt mobaynida muayyan tezlik bilan sodir bo`ladi. Jarayonlardan qaysi biri ustuvor bo`lishiga bog`liq holda, deformatsiya natijalari turlicha bo`ladi.

S.I.Gubkin bo'yicha issiq, to'liq bo'lmagan issiq, to'liq bo'lmagan sovuq va sovuq deformatsiyalarni farq qiladilar.

Issiq deformatsiya deb rekristallizatsiya to'liq ro'y berib ulguradigan jarayonga aytiladi. Metall issiq deformatsiya natijasida mustahkamlanishning xech qanday izlari bo'lmagan, to'liq rekristallangan teng o'qli mikrotuzilish (mikrostruktura oladi. Issiq deformatsiya, deformatsiya tezligi qancha yuqori bo'lsa, shuncha ko'p darajada rekristallizatsiya boshlanish temperaturasidan ortiq bo'lgan temperaturalarda amalga oshiriladi.

To'liq bo'lmagan issiq deformatsiyada rekristallizatsiya to'liq sodir bo'lmaydi. To'liq bo'lmagan issiq deformatsiyada metallda uni deformatsiyalashda, shuningdek deformatsiya tugagandan keyin bir vaqtda ikkita har xil turdagi mikrotuzilish: rekristallangan (teng o'qli donachalar bilan) va rekristallanmagan (chozilgan donachali) joy olishi mumkin. Deformatsiyalangan donachalar bilan bir qatorda rekristallangan donachalar bo'lishi deformatsiya notekisligini oshishiga olib keladi. Bu metall plastikligini kamayishi va buzilish ehtimolini ko'payishiga yordam beradi. To'liq bo'lmagan issiq deformatsiyada olingan deformatsiyalangan metall kattaligi bo'yicha ancha ko'p qoldiq kuchlanishlarga ega bo'lib, ular plastiklik yetarli bo'lmaganda metallning buzilishini keltirib chiqara oladi.

To'liq bo'lmagan issiq deformatsiya rekristallizatsiya boshlanish temperaturasidan ozgina oshadigan deformatsiya temperaturalarida bo'lishi mumkin. SHu bilan birga uning paydo bo'lish ehtimoli deformatsiya tezligi oshishi bilan ko'payadi.

To'liq bo'lmagan issiq deformatsiyani amaliyotda qo'llashdan iloji boricha qochish kerak, chunki u bolg'alash sifati past bo'lishiga sabab bo'ladi. Deformatsiyaning bu turi kichik rekristallizatsiya tezligiga ega bo'lgan qotishmalarda (masalan, ko'p fazali, metastabil tizim bo'lgan ba'zi alyuminiy va magniy qotishmalari) oson paydo bo'ladi. SHuning uchun ularni deformatsiyalash kichik tezliklar bilan o'tkaziladi.

To'liq bo'lmagan sovuq deformatsiya deb rekristallizatsiya bo'lmagan, biroq qaytish jarayoni bo'lib ulguragan holatga aytiladi. To'liq bo'lmagan sovuq deformatsiya natijasida metall rekristallizatsiya izlarisiz yo'l-yo'l mikrotuzilish, katta deformatsiyada esa deformatsiya teksturasi oladi. Uning plastik xossalari qaytish bo'lmaganda deformatsiyalangan metallga qaraganda yuqori, mustahkamlik xossalari esa bir muncha past.

To'liq bo'lmagan sovuq deformatsiya qaytish boshlanish temperaturasiga nisbatan katta deformatsiya temperaturalarida bo'lishi mumkin; bunda deformatsiya tezligi qaytish to'liq ro'y berib ulguradigan bo'lishi kerak.

Sovuq deformatsiyada rekristallizatsiya va qaytish umuman bo'lmaydi, deformatsiyalangan metall mustahkamlanishning barcha belgilariga ega bo'ladi. Sovuq deformatsiya qaytishni boshlanish temperaturasidan kichik bo'lgan temperaturalarda sodir bo'ladi.

SHunday qilib, temperatura - tezlik sharoitlari deformatsiyalangan metall tuzilishiga muhim ta'sir ko'rsatadi.

Deformatsiyaga qarshilik va plastiklikka temperaturaning ta'siri

Metall temperaturasining oshishi, bundan tashqari, uning mexanik tavsifiga muhim ta'sir ko'rsatadi. Plastiklik ko'rsatkichlarini o'zgarib borishi deformatsiyalashga qarshilikni ham kamaytiradi. Temperaturaning bundan keyingi taxminan 300^o gacha oshishi plastiklik ko'rsatkichlarini ancha kamaytiradi va mustahkamlik ko'rsatkichlarini o'sishiga olib keladi (ko'k ushalish soxasi).

Bu taxmin, eskirish jarayoniga o'xshash, karbidlarning juda mayda zarrachalarini sirpanish tekisliklari bo'yicha to'kilishi bilan tushuntiriladi. Temperaturaning bundan keyingi oshishi mustahkamlik ko'rsatkichlarini asta-sekin, ammo ancha kamayishiga olib keladi. 1000^o atrofidagi temperaturalarda mustahkamlik chegarasi o'n martadan ko'proq kamayadi.

Plastiklik ko'rsatkichlariga nisbatan, ularning to'liqsiz issiq deformatsiya ro'y berishi mumkin bo'lgan temperaturalar sohasida va fazaviy o'zgarishlar temperaturasi sohasida (ko'pincha bu ikki hodisa deyarli bir xil temperaturalarda sodir bo'ladi) qandaydir kamayishi xarakterlidir.

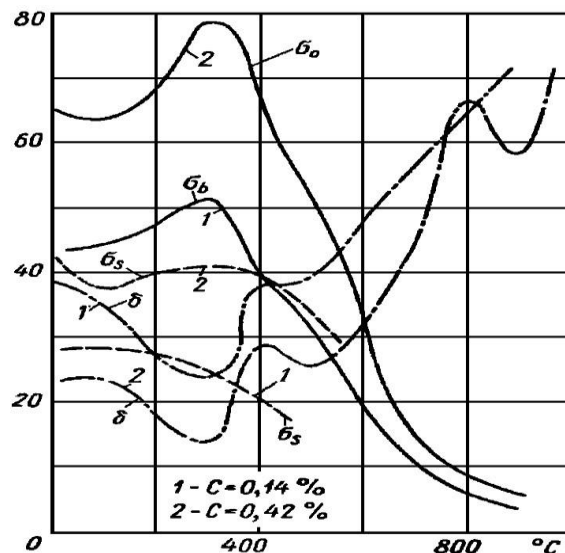
Plastiklikning fazaviy o'zgarishlar temperaturasi sohasida pasayishi deformatsiyalanayotgan jismda bir vaqtda turli xossalarga ega ikki faza mavjudligi, bu kuchlanganlik holatini notekisligi oshishiga olib kelishi bilan tushuntiriladi.

Erish temperaturasidan bir qancha kam bo'lgan temperaturalarda plastiklik ko'rsatkichlarini keskin pasayishi kuzatiladi. Bu metall donachasini, keyingi metallni o'ta qizdirish (donacha chegaralarini oksidlanishi) bilan, ancha o'sishining natijasi hisoblanadi. Boshqa metall va qotishmalar uchun ham mustahkamlik va plastiklik ko'rsatkichlarining bog'liqlik grafigi o'xshash tavsifga ega bo'ladi.

Barcha metall va qotishmalar uchun umumiy holat bo'lib, ular rekristallizatsiya temperaturalarida uncha katta bo'lmagan plastiklikka egaligi hisoblanadi, ya'ni issiq deformatsiyalash sharoitlarida, ularga bir vaqtning o'zida mustahkamlik ko'rsatkichlarining, demak, deformatsiyaga qarshilikning ham, kichik qiymatlari mos keladi.

Plastiklik kamayishi kuzatiladigan havfli temperatura sohalari bo'lib, sohalarida fazaviy o'zgarishlar, to'liq bo'lmagan issiq deformatsiya yoki eskirish va ko'k ushalish sodir bo'lishi mumkin bo'lgan sohalari hisoblanadi.

Issiq deformatsiya temperaturasigacha qizdirishda plastiklikning oshishi atomlar qo'zg'aluvchanligini oshishining natijasidir, biroq, bundan tashqari plastiklik oshishiga yana boshqa hodisalar yordam beradi. Masalan, issiq deformatsiyalash sharoitida, odatda tarkibida oshirilgan miqdorda aralashmalari bo'lgan, kristallararo qatlamlar plastikligi ancha oshadi. Bu oshirilgan miqdordagi aralashmali chegara qatlamlarning termodinamik turg'unligi kam bo'lishi va asosiy metall donachalarining erish temperaturasiga qaraganda, erish temperaturasi kamligi bilan tushuntiriladi.



18-rasm. Deformatsiyaga temperaturaning ta'siri.

Issiq deformatsiyalash temperaturasigacha qizdirish bilan donalararo qatlamlar mustahkamligi, donalar mustahkamligiga nisbatan jadalroq kamayadi va umumiy deformatsiyada kristallitlarning deformatsiya ulushi oshadi. Bir vaqtda bu qatlamlarning mo'rtligi kamayadi, shunday ekan, ularda mikrodarzlar hosil bo'lishi ham kamayadi. Mikrodarzlarning hosil bo'lishi havfining kamayishi, ularni deformatsiyalash jarayonida «davolanib qolish» imkoniyati bilan ham tushuntiriladi. Ikki fazali qotishmalarni deformatsiyalash jarayonida «davolanib qolish» imkoniyatini tushuntirishda A.A.Bochvar tomonidan topilgan bir fazadagi kristallitlar atomlarini boshqa faza kristallitlariga to'satdan ro'y beradigan ko'chish hodisasi muhim ahamiyatga ega. Bu hodisani A.A.Bochvar plastik deformatsiyaning eritmachok'tirmali turi deb atadi. Atomlarning fazalararo ko'chishida mikroskopik darzlarni «davolanib qolishi» ro'y beradi, chunki metallni cho'kishi mikrobo'shliqlarda oson sodir bo'ladi.

Temperatura o'sishi bilan atomlarning qozg'aluvchanligi oshgani uchun, mikrodarzlarni «davolanib qolishi» ham issiq deformatsiya temperaturalarida yengil amalga oshadi.

7.MAVZU: KUCHLANISHLAR

Reja:

1. Kuchlangan va deformatsiyalangan holat.
2. Koordinat tekisliklaridagi kuchlanishlar
3. Qiya maydonchadagi kuchlanishlar
4. Bosh normal kuchlanishlar
5. Kuchlanishlar tenzori haqida tushuncha
6. Kuchlanishlar ellipsoidi.
7. Bosh urinma kuchlanishlar 8. Oktaedrik kuchlanishlar
9. Muvozanat shartlari.
10. O`qqa simmetrik kuchlangan holat
11. Yassi kuchlangan va yassi deformatsiyalangan holatlar («yassi masala»)
12. Ko`chish komponentlari (tarkibiy qismlari) va deformatsiya komponentlari orasidagi bog`lanish
13. Deformatsiyalar uzluksizligi
14. Hajmning doimiylik sharti.

Tayanch so'zlar: *kuch, sirtqi kuch, hajmiy kuch, bir jinsli, izotrop, qotish printsipti, koordinat tekislikligi, muvozanat shartlari, ko`chish komponentlari, simmetrik, doimiylik sharti, deformatsiyalar uzluksizligi, kuchlanishlar tenzori, kuchlanishlar ellipsoidi*

Kuchlangan va deformatsiyalangan holat.

Kuchlar ta'siriga uchragan jism kuchlangan holatda bo`ladi.

Jismga ta'sir etayotgan tashqi kuchlar ikkita asosiy turda: sirtqi va hajmiy yoki massaviy bo`ladi.

Sirtqi kuchlarga berilgan jism sirtiga qo`yilgan kuchlar kiradi. Ular tarqalgan (yoyilgan) va yig`ilgan bo`lishi mumkin.

Hajmiy kuchlarga jismning barcha, shu jumladan ichki nuqtalariga ham ta'sir ko'rsatuvchi kuchlar kiradi. Bu kuchlar jism massasining elementariga proporsionaldir (og'irlik kuchlari, inertsiya kuchlari va boshqalar). Bundan keyin hajmiy kuchlarning ta'siri ko'rib o'tilmaydi.

Kuchlangan holatni ko'rib chiqishda jism **bir jinsli** va **izotrop** va uzluksiz nuqtalar tizimidan iborat deb qabul qilinadi. Agar nuqtalar tizimi muvozanatda bo'lsa, tashqi kuchlar xuddi tizim qotgandek baravarlashgan deb qabul qilinadi. Buni **qotish printsiipi** deb ataladi.

Elastik holatda muvozanat tashqi kuchlarning har qanday nisbatida ham bo'lishi mumkin.

Plastik muvozanatda kuchlarning nisbati va kattaligi batamom ma'lum bo'lishi kerak. Buni keyinchalik aniqlanadi.

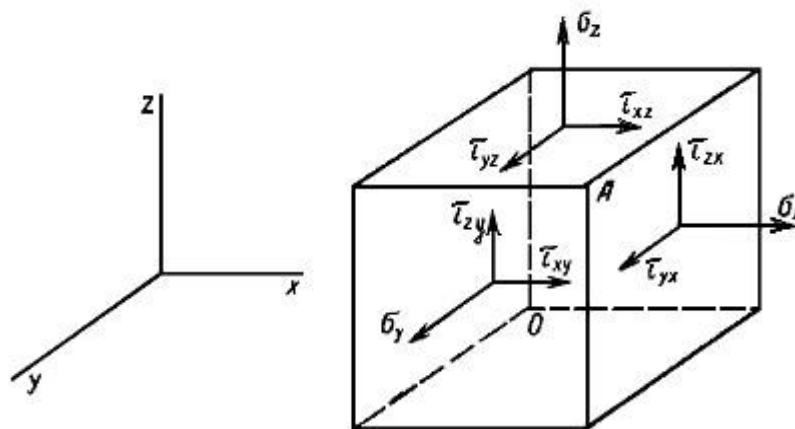
Tashqi kuchlar ta'siri ostida jismda ichki kuchlar kelib chiqadi. Yuza birligiga keltirilgan ichki kuchlar jadalligi **kuchlanish** deb ataladi. Kuchlangan jismdagi har qanday nuqta boshqa hammasining ta'siri ostida bo'ladi, shuning uchun berilgan har qanday nuqta orqali o'tkazilgan har bir tekislikda unga muayyan kattalik va yo'nalishdagi kuchlanish ta'sir ko'rsatadi.

To'liq kuchlanish parallelepiped qoidali bo'yicha doimo bitta tik va ikkita urinma, uch bo'lakka ajratilishi mumkin. Xuddi shunday to'liq kuchlanishni yo'nalishi bo'yicha uchta koordinat o'qiga ajratish mumkin.

Koordinat tekisliklaridagi kuchlanishlar

Kuchlangan A nuqta orqali koordinat o'qlariga parallel bo'lgan uchta tekislik o'tkazamiz (19-rasm). Bu tekisliklarda nuqtagi ta'sir etayotgan kuchlanishlarni chizmada belgilash imkoniyatiga ega bo'lish uchun 19-rasmda ifodalangan parallelepiped quramiz. Bu parallelepipedning qirralari nuqtaga cheklanmagan miqdorda yaqinlashuvchi cheksiz kichik hisoblanadi. U holda parallelepiped qirralarida, nuqtadan o'tuvchi uchta o'zaro perpendikulyar tekisliklarda, unga ta'sir qiluvchi kuchlanishlarni tasvirlash mumkin bo'ladi. Har bir maydonchadagi kuchlanishni uchga ajratamiz: bitta normal (tik) va ikkita urinma. Urinma kuchlanishlarni koordinat o'qlariga parallel yo'naltiramiz. SHunday qilib, hammasi bo'lib uchta normal va oltita urinma kuchlanishlar bo'ladi.

Koordinat maydonchalaridagi normal kuchlanishlarni \square , urinma kuchlanishlarni \square bilan belgilaymiz.



19-rasm. Koordinat tekisliklaridagi kuchlanishlar.

Birinchi harf kuchlanish ta'sir ko'rsatayotgan koordinat o'qi yo'nalishini, ikkinchisi esa kuchlanish qo'yilgan (kuchlanish manzili) maydonchaga normal (perpendikulyar) bo'lgan koordinat o'qini ko'rsatadi. Masalan, σ_{xu} - urinma kuchlanish x o'qiga parallel, y o'qiga perpendikulyar maydongacha, ya'ni xz tekislikka parallel maydonchaga ta'sir qiladi. Normal kuchlanishlar uchun yo'nalish va manzil mos tushgani sababli, bu kuchlanishlarning belgilanishi bitta harfdan iborat indeks bilan beriladi, misolan σ_{ux} , o'rniga σ_x .

Nuqtada koordinat o'qlariga parallel maydonchalar bo'yicha ta'sir qilayotgan kuchlanishlar 19-rasmda strelkalar bilan geometrik tasvirlangan.

Normal kuchlanishlar, agar ular cho'zilishni keltirib chiqarishga intilsa musbat hisoblanadi.

Urinma kuchlanishlar koordinat o'qlarining musbat yo'nalishida yo'nalganida, agar bunda berilgan maydonchadagi cho'zuvchi normal kuchlanish ham o'qning musbat yo'nalishiga yo'naltirilgan bo'lsa musbat bo'ladi. Normal cho'zuvchi kuchlanish koordinat o'qining manfiy yo'nalishiga yo'nalganda, urinma kuchlanishlar, agar mos ravishdagi o'qlarning manfiy yo'nalishlariga yo'naltirilgan bo'lsa, musbat bo'ladi.

Nuqtadagi kuchlanishlari koordinat o'qlariga parallel uchta o'zaro perpendikulyar maydonchalar bo'yicha jadval (matritsa) shaklida yozamiz:

$$\begin{array}{ccc}
 \sigma_x & \sigma_{xu} & \sigma_{xz} & \sigma \text{ x yo'nalish} \\
 \sigma_{ux} & \sigma_u & \sigma_{uz} & \sigma \text{ u yo'nalish} \\
 \sigma_{zx} & \sigma_{zu} & \sigma_z & \sigma \text{ z yo'nalish}
 \end{array} \quad (2.1)$$

x manzil u manzil z manzil

har bir gorizontal qatorda bitta yo'nalishdagi kuchlanishlar x, u, z ketma-

ketlikda yozilgan. Har bir vertikal ustunda bitta manzildagi kuchlanishlar o`sha ketma-ketlikda yozilgan. SHunday qilib, uchta o`zaro perpendikulyar maydonchalarda to`qqizta kuchlanish bor: uchta normal va oltita urinma.

Biroq, urinma kuchlanishlarning juftligi haqidagi ma`lum qoida natijasida faqat oltita kuchlanish turli qiymatlar olishi mumkin: uchta normal va uchta urinma, chunki

$$\sigma_{xu} = \sigma_{ux} ; \sigma_{xz} = \sigma_{zx} ; \sigma_{uz} = \sigma_{zu} \quad (2.2)$$

ya`ni, ikkita bir xil harfli indeksga ega urinma kuchlanishlar indeksdagi harflarning joylashish tartibiga bog`liq bo`lmagan holda o`zaro teng bo`ladi.

Agar (2.2) tengliklarni hisobga olinsa, matritsada bosh diagonalga nisbatan simmetrik joylashgan urinma kuchlanishlar o`zaro juftlikda teng bo`lashini ko`rishi oson. Buni hisobga olib matritsani soddalashtirib qayta yozish mumkin:

$$\begin{pmatrix} \sigma_x & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} & \sigma_y & \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_z \end{pmatrix} \quad (2.1a)$$

Qiya maydonchadagi kuchlanishlar

Belgilangan nuqtadan o`tuvchi, uchta o`zaro perpendikulyar maydonchalardagi kuchlanishlar berilgan bo`lsa, uning kuchlangan holati tamomila aniq ekanini isbotlaymiz.

Berilgan O nuqtadan koordinat o`qlariga qiya tekislik o`tkazamiz. Natijada Oavs tetraedr geometrik shaklini olamiz. Uning qirralari cheksiz kamayib borganda berilgan nuqta bilan qo`shilib ketadi (20-rasm). N - tetraedr qiya yoqlariga normal bo`lsin. Uning holati yo`naltiruvchi kosinuslar bilan aniqlanadi:

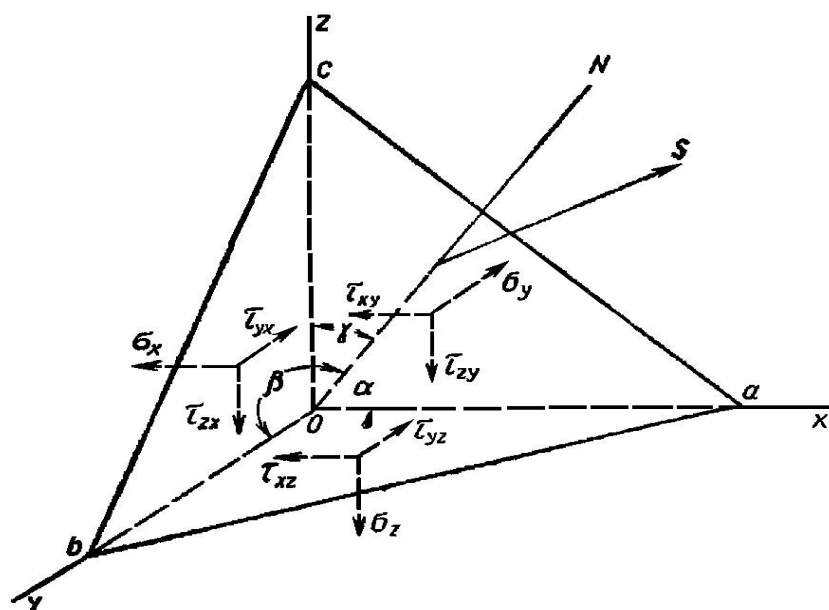
$$\cos \alpha = \cos (N,x) = a_x;$$

$$\cos \beta = \cos (N,y) = a_y;$$

$$\cos \gamma = \cos (N,z) = a_z.$$

Qiya yoqning yuzasi σF , qolgan yoqlar ularning joylashishiga mos ravishda σF_x , σF_y va σF_z bo`lsin. Qiya yoqda qandaydir S (to`liq) kuchlanish ta`sir etadi deb hisoblaymiz.

Koordinat maydonchalardagi kuchlanishlar berilgan S kuchlanishning koordinat o`qlari yo`nalishiga proektsiyasi, yoki o`shaning o`zi, S kuchlanishning koordinat o`qlari bo`yicha tashkil etuvchilarini S_x , S_u va S_z bilan belgilaymiz.



20-rasm. Qiya maydonchadagi kuchlanishlar.

Tetroedr muvozanatda bo`lish kerak. Barcha ta`sir etuvchi kuchlarni koordinat o`qlariga proektsiyalab, muvozanat shartini yozamiz:

$$\square_{prx} = S_x \square F - \square_X \square F_x - \square_{xu} \square F_u - \square_{xz} \square F_z = 0;$$

$$\square_{pry} = S_y \square F - \square_{yx} \square F_x - \square_u \square F_u - \square_{yz} \square F_z = 0;$$

$$\square_{prz} = S_z \square F - \square_{zx} \square F_x - \square_{zu} \square F_u - \square_z \square F_z = 0;$$

Ammo $\square F_x = \square F a_x$; $\square F_u = \square F a_u$; $\square F_z = \square F a_z$; U xolda

$$S_x = \square_x a_x + \square_{xy} a_y + \square_{xz} a_z;$$

$$S_D = \square_{yx} a_x + \square_y a_y + \square_{yz} a_z; \quad (2.3) \quad S_z$$

$$= \square_{zx} a_x + \square_{zy} a_y + \square_z a_z.$$

S kuchlanish tashkil etuvchilarini parallelepiped qoidaci bo`yicha yig`ib, to`liq S kuchlanishning o`zini ham olish oson:

$$S^2 = S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 \quad (2.4)$$

Qiya maydonchadagi \square_n normal kuchlanish S_x , S_y , S_z tashkil etuvchilarning maydongacha bo`lgan normalga proektsiyalari yig`indisi sifatida aniqlanadi:

$$\square_n = S_x a_x + S_y a_y + S_z a_z \quad (2.5)$$

Qiymatlarini (2.3) tenglamadan olib qo`yib, ushbuni olamiz.

$$\square_n = \square_x a_x^2 + \square_y a_y^2 + \square_z a_z^2 + 2\square_{xy} a_x a_y + 2\square_{yz} a_y a_z + 2\square_{zx} a_z a_x \quad (2.5a)$$

Qiya maydonchadagi \square to`liq urinma kuchlanishni parallelogramma qoidaci bo`yicha olamiz.

$$\square^2 = S^2 - \square_n^2 \quad (2.6)$$

Olingan formulalardan kelib chiqadiki, agar koordinat maydonchalarida kuchlanish berilgan bo`lsa, u holda har qanday qiya maydonchadagi kuchlanishni doimo aniqlash mumkin, boshqacha aytganda, agar uchta o`zaro perpendikulyar

tekislikda ta'sir etayotgan oltita kuchlanish berilgan bo'lsa, nuqtaning kuchlangan holati tamomila aniq bo'ladi.

Bosh normal kuchlanishlar

σ_n uchun olingan (2.5a) ifodali ko'rib chiqamiz. Qandaydir qiya maydonchaga N normal yo'nalishi bo'yicha r vektor olamiz (20 - rasm):

$$r = \frac{A}{\sqrt{|\sigma_n|}}$$

A_2 ya'ni, $\sigma_n = \sigma \cos \alpha$ deb qabul qilamiz. Bu yerda A - masshtabni aniqlovchi qandaydir

r
ixtiyoriy doimiy.

Vektor uchining koordinatlari

$$\begin{aligned} x &= r a_x; \quad y = r a_y; \\ z &= r a_z \quad \text{bo'ladi.} \end{aligned}$$

$$\text{Demak } a_x = \frac{x}{r}; \quad a_y = \frac{y}{r}; \quad a_z = \frac{z}{r} \cdot r$$

a ning bu qiymatlarini σ_n uchun (2.5) ifodali qo'yib, va r ga qisqartirib ushbuni olamiz.

$$A^2 = \sigma_x^2 x^2 + \sigma_y^2 y^2 + \sigma_z^2 z^2 + 2\sigma_{xy} xy + 2\sigma_{yz} yz + 2\sigma_{zx} zx \quad (2.7)$$

Analitik geometriyadan ma'lumki, olingan tenglama ikkinchi tartibli markazga keltirilgan (birinchi tartibli x, y, z yo'q) sirtidan iboratligini ko'rsatadi.

Qiya maydonchanning holati o'zgarganda r vektor uchining yo'nalishi va x, y, z koordinatlari o'zgaradi, ammo uning uchi doimo (2.7) tenglama bilan aniqlanadigan sirtga yotadi. Bundan bu sirt batamom nuqtaning kuchlangan holati bilan aniqlanishi kelib chiqadi. U Koshi kuchlanishlar sirti nomini olgan.

Koordinat o'qlarining holati o'zgarganda, ya'ni ko'rsatilgan sirtning boshqa koordinat o'qlariga ko'chirilganda, sirtning o'zi o'zgarmay qoladi, faqat tenglama koeffitsientlarigina, ya'ni koordinat maydonchalaridagi kuchlanish kattaligi o'zgaradi, chunki bu maydonchalar endi boshqa bo'ladi.

Analitik geometriyadan ma'lumki, agar ikkinchi tartibli sirtning faqat markazga emas, balki tutashgan diametrlarga, ya'ni o'qlarga qo'yilsa, koordinata ko'paytmalaridagi koeffitsientlar nolga aylanadi. (2.7) tenglama bilan aniqlanadigan sirt bilan ham xuddi shunday qilish mumkin. Bu esa, kuchlangan holatda bo'lgan nuqtadan doimo shunday uchta o'zaro perpendikulyar tekislik o'tkazish mumkinki, ularda urinma kuchlanishlar bo'lmaydi va faqat uchta normal kuchlanish qoladi demakdir. Bu uchta kuchlanish ***bosh normal kuchlanishlar*** deb ataladi, ularning yo'nalishi - bosh yo'nalishlar, ular ta'sir etayotgan tekisliklar esa bosh tekisliklar deyiladi. SHunday qilib, koordinat o'qlarini bosh yo'nalishlar (bosh o'qlar) ga

parallel tanlab olinsa, unda mos ravishdagi koordinat (bosh) tekisliklarida faqat normal (bosh) kuchlanishlar ta'sir ko'rsatadi. Bundan kelib chiqadiki, nuqtaning kuchlangan holati, agar uchta bosh o'q yo'nalishi va uchta bosh kuchlanish kattaligi berilgan bo'lsa batamom ma'lum (tamomila aniq) bo'ladi. Bosh kuchlanishlarni x , y , z o'rniga 1, 2, 3 indekslar bilan belgilaymiz: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$.

SHu indekslar bilan bosh o'qlar, shuningdek bu o'qlarga qiya maydonchalarning yo'naltiruvchi kosinuslarini ham belgilaymiz.

Agar nuqtaning kuchlangan holati bosh kuchlanishlar bilan berilgan bo'lsa, qiya maydonchalardagi kuchlanishlar (2.3), (2.4), (2.5) va (2.6) formulalar asosida juda oddiy ifodalanadi. Koordinat o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilar: $S_1 = \sigma_1 a_1$; $S_2 = \sigma_2 a_2$; $S_3 = \sigma_3 a_3$; (2.8)

$$\text{To'liq kuchlanish } S^2 = \sigma_1^2 a_1^2 + \sigma_2^2 a_2^2 + \sigma_3^2 a_3^2 \quad (2.9)$$

$$\text{Normal kuchlanish } \sigma_n = \sigma_1 a_1^2 + \sigma_2 a_2^2 + \sigma_3 a_3^2 \quad (2.10)$$

$$\text{Urinma kuchlanish } \sigma^2 = \sigma_1^2 a_1^2 + \sigma_2^2 a_2^2 + \sigma_3^2 a_3^2 -$$

$$\sigma_1 a_1^2 - \sigma_2 a_2^2 - \sigma_3 a_3^2 \sigma^2. \quad (2.11)$$

Kuchlanishlar tenzori haqida tushuncha

Nuqtaning kuchlangan holati (2.7) sirt bilan aniqlanishi ilgari qayd etilgan edi. Bu kuchlangan holat (son bilan aniqlanuvchi) slalyardan va vektordan (son va yunalish bilan aniqlanuvchi) farqli ravishda tenzor kattalik ekanini bildiradi. Bu sirt, u bilan birga kuchlangan holat ham koordinat maydonchalaridagi to'kqizta kuchlanishlar bilan aniqlangani sababli, koordinat tekisliklarida ta'sir etuvchi kuchlanishlar tasvirlangan (2.1) matritsaga alohida ma'no berish mumkin, chunonchi shunday yozish mumkin:

$$\begin{pmatrix} \sigma_x & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_y & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_z \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

Tenglikning o'ng qismi tenzor taxlil nuqtai nazaridan 2-darajali simmetrik tenzordan iboratdir. Bu yozuvni shunday tushunish mumkin. Berilgan nuqtaning kuchlangan holati qandaydir tashkil etuvchilarga ega kuchlanishlar tenzoriga teng. Urinma kuchlanishlar jufti o'zaro teng va teng urinma kuchlanishlar matritsada bosh diagonal ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$)ga nisbatan simmetrik joylashgani uchun, bunday qisqartirib yozish mumkin:

$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_{zz} \end{pmatrix} \quad (2.12a)$$

Agar bosh kuchlanishlar berilgan bo'lsa, kuchlanish tenzori ushbu ko'rinishda yoziladi:

$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{zz} \end{pmatrix} \quad (2.12b)$$

Tenzorlar bilan tenzor taxlilida o'rganiladigan turli matematik amallar o'tkazish mumkin, xususan, tenzorlarni ayirish va qo'shish mumkin. Buni keyinchalik ko'rib chiqamiz.

Endi ixtiyoriy koordinat o'qlari uchun berilgan kuchlanishlar tenzori bo'yicha bosh kuchlanishlar kattaligi va bosh tekisliklar holatini topish mumkinligini aniqlab olamiz.

Hozircha noma'lum qandaydir qiya maydonchada faqat normal kuchlanishlar ta'sir etayotgan bo'lsin, ya'ni bu maydoncha asosiy (bosh) hisoblanadi. Olingan koordinat tizimiga nisbatan bu maydonchani holati yo'naltiruvchi kosinuslar a_x , a_y , a_z , bilan aniqlanadigan bo'lsin. U holda σ kuchlanish tashkil etuvchilari koordinat o'qlari bo'yicha $\sigma_{xx} a_x$; $\sigma_{yy} a_y$; $\sigma_{zz} a_z$ bo'ladi, chunki σ yo'nalishi maydonchaga normal bilan mos tushadi. Ammo avvalgi (2.3) formulalardan bu tashkil etuvchilar uchun kuchlanish tenzori tashkil etuvchilari orqali ifodalar ma'lum, demak.

$$\sigma_{xx} a_x \sigma_{xy} a_y \sigma_{xz} a_z;$$

$$\sigma_{yy} a_y \sigma_{yz} a_z \sigma_{yx} a_x \sigma_{yy} a_y \sigma_{yz} a_z;$$

$$\sigma_{zz} a_z \sigma_{zx} a_x \sigma_{zy} a_y \sigma_{zz} a_z;$$

Tenglamalarni o'zgartirib bunday yozamiz:

$$\sigma_{xx} a_x \sigma_{xy} a_y \sigma_{xz} a_z = 0;$$

$$\alpha_{yx}a_x + \alpha_{yy}a_y + \alpha_{yz}a_z = 0;$$

$$\alpha_{zx}a_x + \alpha_{zy}a_y + \alpha_{zz}a_z = 0;$$

Olingan tenglamalar tuzilishi α ga nisbatan chiziqli va bir jinsli (ozod hadlari nolga teng) hisoblanadi. a_x , a_y va a_z o'lichamlar bir vaqtda nolga teng bo'la olmagan sababli, tenglamalar nazariyasidan ma'lumki, bunday tizim aniqlovchisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni

$$\begin{pmatrix} \alpha_{xx} & \alpha_{xy} & \alpha_{xz} \\ \alpha_{yx} & \alpha_{yy} & \alpha_{yz} \\ \alpha_{zx} & \alpha_{zy} & \alpha_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} = 0 \quad (2.13)$$

Aniqlovchini yoyib va o'zgartirishlar kiritib, α ga nisbatan kub tenglama olamiz:

$$\alpha_3 \alpha_{xx} \alpha_{yy} \alpha_{zz} + \alpha_2 (\alpha_{xx} \alpha_{yy} \alpha_{zz} + \alpha_{xy} \alpha_{yz} \alpha_{zx}) + \alpha_1 (\alpha_{xx} \alpha_{yy} \alpha_{zz} + \alpha_{xy} \alpha_{yz} \alpha_{zx}) = 0 \quad (2.13a)$$

$$\alpha_1 (\alpha_{xx} \alpha_{yy} \alpha_{zz} + 2\alpha_{xy} \alpha_{yz} \alpha_{zx} + \alpha_{xx} \alpha_{yy} \alpha_{zz} + \alpha_{xy} \alpha_{yz} \alpha_{zx}) = 0$$

Bu tenglamani yechib uning uchta ildizini, ya'ni α_1 , α_2 , α_3 qiymatlarini olamiz, ular tenglama tabiatiga ko'ra doimo haqiqiy bo'ladi.

Qo'shimcha, analitik geometriyadan ma'lum bo'lgan shart $a_x^2 + a_y^2 + a_z^2 = 1$ ni yozib, yo'naltiruvchi kosinuslar qiymatini ham aniqlash mumkin.

Bosh kuchlanishlar kattaligini aniqlash uchun (2.13) tenglamani keltirib chiqarishda koordinat o'qlari ixtiyoriy tanlab olingan edi. Bosh kuchlanishlar esa berilgan kuchlangan holatda yagona qiymatga esa bo'ladi. Bundan kelib chiqadiki, (2.13) kub tenglamaning koeffitsientlari koordinat o'qlari qanday tanlab olinmasin, aynan bitta qiymatlarga ega bo'ladi. Ular koordinat o'qlari holati o'zgarib o'z kattaligini o'zgartirmaydi. Boshqacha aytganda, bu koeffitsientlar koordinat o'zgarishlariga invariantdir. Bu koeffitsientlar kuchlanish tenzori tashkil etuvchilaridan tuzilgani sababli, ular koordinat o'zgartirilganda uning invariantlari hisoblanadi.

Kuchlanish tenzorini birinchi invarianti i_1 - chiziqli:

$$i_1 = \alpha_x + \alpha_y + \alpha_z = \text{const} \quad (2.14) \text{ Ikkinchi}$$

$$\text{invariant } i_2 - \text{kvadratsimon: } i_2 = \alpha_x \alpha_y + \alpha_y \alpha_z + \alpha_z \alpha_x - \alpha_{xy}^2 -$$

$$\alpha_{yz}^2 - \alpha_{zx}^2 = \text{const} \quad (2.15) \text{ Uchinchi invariant } i_3 -$$

kubsimon:

$$i_3 = \alpha_x \alpha_y \alpha_z + 2\alpha_{xy} \alpha_{yz} \alpha_{zx} - \alpha_x \alpha_{yz}^2 - \alpha_y \alpha_{zx}^2 - \alpha_z \alpha_{xy}^2 = \text{const} \quad (2.16)$$

Uchinchi invariant kuchlanish tenzori tashkil etuvchilaridan tuzilgan, qatorga yoyilgan aniqlovchi hisoblanadi:

$$i_3 \begin{vmatrix} \square_x \square_{xy} \square_{xz} \\ \square_{yx} \square_y \square_{yz} \\ \square_{zx} \square_{zy} \square_{xz} \end{vmatrix} \quad (2.12)$$

Ikkinchi invariant bu aniqlovchini uni bosh diagonali bo'yicha yoyganda minorlari yig'indisi hisoblanadi.

$$i \begin{vmatrix} \square_{xx} & \square_{xy} & \square_{xz} \\ \square_{yx} & \square_y & \square_{yz} \\ \square_{zx} & \square_{zy} & \square_{zz} \end{vmatrix} \quad (2.15a)$$

Kuchlanish tenzori invariantlari juda muhim ahamiyatga ega, chunki ular kuchlangan holatning mexanik qonuniyatlarini ifodalaydilar.

Masalan, ikkita tenzor yozilgan bo'lsa, invariantlardan foydalanib, ular turli kuchlangan holatlarni ifodalaydimi yoki bitta kuchlangan holatni o'zini turli koordinat tizimlaridagi ifodasimi ekanini biz darhol aniqlay olamiz.

Kuchlanishlar ellipsoidi.

Qiya maydonchadagi kuchlanishlar komponentlarini koordinat o'qlari bo'yicha bosh kuchlanishlar orqali (2.8) formula bilan ifodalaymiz.

$$S_1 = \square_1 a_1; \quad S_2 = \square_2 a_2; \quad S_3 = \square_3 a_3$$

Demak, $a_1 \square_2 a_2 \square_{22}; a_{32} \square_{322}$.

$$\square_1 \quad \square_2 \quad \square_3$$

Ammo $a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1$

Oxirgi tenglamaga a ning qiymatlarini qo'yib ushbuga ega bo'lamiz.

$$S_{122} \square_{222} \square_{322} \square_1 \quad (2.17)$$

$$\square_1 \quad \square_2 \quad \square_3$$

Har bir berilgan kuchlangan holat uchun $\square_1, \square_2, \square_3$ o'zgarmas hisoblanadi. Demak, (2.17) tenglama hamma qiya maydonchalardagi kuchlanishlarni barcha mumkin bo'lgan qiymatlarini beradi.

Tenglama uch o'qli ellipsoidni tasvirlaydi, uning yarim o'qlari berilgan nuqtadagi bosh kuchlanishlardan, sirt nuqtalarining koordinatlari esa - S to'liq kuchlanishlarni turli qiya maydonchalarga proektsiyalaridan iborat bo'ladi. Demak, markazdan ellipsoid sirti bilan kesishguncha qadar bo'lgan har qanday kesmaning uzunligi qandaydir qiya maydonchadagi to'liq kuchlanish S ni tasvirlaydi. Bu ellipsoid kuchlanish ellipsoidi deb ataladi va geometrik kuchlanish tenzorini ko'rsatadi. Ellipsoid xordalaridan birortasi ham uning katta o'qidan ortiq bo'la olmagan sababli, istalgan nuqtadagi mutloq kattaligi bo'yicha eng katta kuchlanish, o'sha nuqtadagi uchta bosh normal kuchlanishlardan eng kattasi bo'ladi.

Agar uchta bosh normal kuchlanishlardan ikkitasi mutloq qiymati bo'yicha o'zaro teng bo'lsa, kuchlanishlar ellipsoidi aylanma ellipsoidga aylanadi. Agar

bunda ular bir xil ishoraga ega bo'lsa, unda uchinchi koordinat o'qiga parallel bo'lgan barcha maydonchalar bo'yicha kuchlanishlar bir xil va ular ta'sir qilayotgan maydonchalarga perpendikulyar bo'ladi. Bunda uchinchi bosh kuchlanish yo'nalishiga perpendikulyar koordinat tekisligidagi har qanday ikkita o'zaro perpendikulyar yo'nalish bosh hisoblanadi. Agar uchchala bosh normal kuchlanishlar o'zaro teng bo'lsa, ellipsoid sharga aylanadi va har qanday uchta o'zaro perpendikulyar o'qlar bosh bo'ladi. Barcha koordinat o'qlariga qiya maydonchalarda bir xil o'zaro teng normal kuchlanishlar ta'sir qiladi, urinmalar esa bo'lmaydi (chunki har qanday tekislik - bosh bo'ladi). Boshqacha aytganda, nuqta har tomonlama bir tekis siqilish yoki cho'zilish holatida bo'ladi. Kuchlanish tenzori ko'rinishi

$$\begin{matrix} \sigma_{11} & 0 & 0 \\ \sigma_{22} & 0 & 0 \\ \sigma_{33} & 0 & 0 \end{matrix}$$

Bunday kuchlanish tenzori sharsimon tenzor nomini olgan. Uning matritsasi koordinat tizimini tanlab olishga invariantdir.

Agar bosh kuchlanishlardan biri nolga teng bo'lsa, ellipsoid *ellips* ga aylanadi va hajmiy kuchlangan holat tekislik (*yassi*) ga aylanadi. Nihoyat, agar ikkita bosh kuchlanish nolga teng bo'lsa, ellipsoid *to'g'ri chiziqqa* aylanadi, ya'ni *chiziqli* kuchlangan holat o'rin oladi.

Bosh urinma kuchlanishlar

(2.11) tenglamaga asosan, qiya maydonchalardagi urinma kuchlanishlar, agar kuchlanishlar tenzori bosh kuchlanishlarda berilgan bo'lsa, ushbu tenglama bilan ifodalanadi:

$$\sigma_2 = \sigma_{12} a_{12} + \sigma_{22} a_{22} + \sigma_{32} a_{32} - (\sigma_{11} a_{12} + \sigma_{21} a_{22} + \sigma_{31} a_{32})^2.$$

Qaysi maydonchalarda urinma kuchlanishlar maksimal kattalikni olishini aniqlab olamiz.

$$a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1 \text{ shartdan} \quad (a)$$

$$a_3^2 = 1 - a_1^2 - a_2^2 \text{ ga ega bo'lamiz. } \sigma^2 \text{ uchun}$$

(2.11) ifodaga qo'ysak:

$$\sigma_2 = \sigma_{11}^2 a_1^2 + \sigma_{22}^2 a_2^2 + \sigma_{33}^2 (1 - a_1^2 - a_2^2) - [\sigma_{11} a_1^2 + \sigma_{22} a_2^2 + \sigma_{33} (1 - a_1^2 - a_2^2)].$$

a_1 bo'yicha diferentsiallaymiz va ekstremumni topish uchun xususiy hosilani nolga tenglaymiz.

$$\frac{d\sigma_2}{da_1} = 2\sigma_{11}a_1 - 2\sigma_{33}a_1 - 2[\sigma_{11}a_1 - \sigma_{33}(1 - a_1^2 - a_2^2)] = 0$$

$2\sigma_{11} - 2\sigma_{33}$ ga qisqartiramiz va a_1 ni qavs tashqarisiga chiqaramiz:

$$a_1^2 \cos^2 \alpha_1 \cos^2 \alpha_3 - 2a_1 a_2 \cos \alpha_1 \cos \alpha_3 + 2a_2^2 \cos^2 \alpha_1 \cos^2 \alpha_3 = 0.$$

Ishorani o'zgartiramiz, qavs tashqarishga a_1^2 va a_2^2 ni chiqaramiz va 2 ga bo'lamiz:

$$a_2^2 \cos^2 \alpha_1 \cos^2 \alpha_3 - a_1^2 \cos^2 \alpha_2 \cos^2 \alpha_3 + a_2^2 \cos^2 \alpha_2 \cos^2 \alpha_3 = 0 \quad (v)$$

O'xshash tarzda tenglamani a_2 bo'yicha differentsiallab va xususiy hosilani nolga tenglab ushbuni olamiz.

$$a_1^2 \cos^2 \alpha_1 \cos^2 \alpha_3 - a_1^2 \cos^2 \alpha_2 \cos^2 \alpha_3 + a_2^2 \cos^2 \alpha_2 \cos^2 \alpha_3 = 0 \quad (s)$$

Olingan tenglamalardan eng avvalo ushbu yechimga ega bo'lamiz: $a_1=0$,
 $a_2=0$.

$a_1=a_2=0$ ni (a) shartga qo'yib $a_3=1$ ni topamiz va shu tarzda yo'naltiruvchi kosinuslarning, \square ekstremumga ega bo'lgan, birinchi guruh qiymatlarini olamiz: $a_1=0$; $a_2=0$; $a_3=1$.

Keyin $a_1=0$ ni (s) tenglamaga qo'yib $a_2 = \sqrt{1/2}$ ni olamiz, a_1 va a_2 ning bu qiymatlarida (a) shartdan a_3 ni mos keluvchi qiymatini aniqlaymiz $a_3 = \sqrt{1/2}$, demak, \square uchun ekstremumni aniqlovchi a_1, a_2, a_3 ni ikkinchi guruh qiymatlari:

$$a_1=0; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = \sqrt{1/2}.$$

Nihoyat $a_2=0$ ni (v) tenglamaga qo'yib $a_1 = \sqrt{1/2}$ ni olamiz, bu qiymatlar bo'yicha (a) shartdan $a_3 = \sqrt{1/2}$ aniqlaymiz va natijada a_1, a_2, a_3 ni \square ekstremumga ega bo'ladigan uchinchi guruh qiymatlarini topamiz.

$$a_1 = \sqrt{1/2}; a_2=0; a_3 = \sqrt{1/2}.$$

Keyin $a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1$ shartdan a_2 va a_1 ni ifodasini olamiz, ularni qiymatlarini (2.11) formulaga qo'yamiz va o'xshash amallarni bajaramiz.

Natijada urinma kuchlanishlar ekstremal qiymatlarga ega bo'ladigan quyidagi oltita guruh yo'naltiruvchi kosinuslar qiymatlarini olamiz:

<i>kosinuslarni yo'naltiruvchilar i</i>	1	2	3	4	5	6
--	---	---	---	---	---	---

a_1	0	0	± 1	0	$\pm \sqrt{1/2}$	$\pm \sqrt{1/2}$
a_2	0	± 1	0	$\pm \sqrt{1/2}$	0	$\pm \sqrt{1/2}$
a_3	± 1	0	0	$\pm \sqrt{1/2}$	$\pm \sqrt{1/2}$	0

Kosinuslarni yo`naltiruvchilarining birinchi uchta guruh qiymatlari, bu masalani ko`rib chiqishda bosh deb qabul qilingan va ularda urinma kuchlanishlar nolga teng bo`lgan, ya'ni minimal qiymatga ega bo`lgan, koordinat tekisliklarini aniqlaydi.

Demak, kosinuslarni yo`naltiruvchilarining ikkinchi uchta guruh qiymatlari, urinma kuchlanishlar maksimal mutloq qiymatlarga yetib boradigan tekisliklarni aniqlaydi.

Bu guruh qiymatlarining har biri koordinat tekisliklaridan biriga perpendikulyar bo`lgan va boshka ikkitasidan har biri bilan 45° burchak tashkil etgan yoki shuning o`zini boshqacha aytsa, bitta koordinat o`qi orqali o`tadigan va boshqa ikkita orasidagi burchakni teng ikkiga bo`ladigan, ya'ni ular bilan 45° burchak tashkil etadigan tekislikni ifodalashini ko`rish qiyin emas.

Kosinuslar yo`naltiruvchilarining har bir guruh qiymatlari to`rtta shunday ikkita qo`shni yonma yon oktantni har birida bittadan tekislikni aniqlaydi, chunki ildiz oldidagi ishoralarni ($\pm \sqrt{1/2}$) to`rtta kombinatsiyasiga egamiz.

SHunday qilib, hammasi bo`lib, ulardagi urinma kuchlanishlar maksimal qiymatlarga yetadigan, 12 ta tekislik olamiz. Bitta oktant uchun ular 21-rasmda ko`rsatilgandek grafik tasvirlanishi mumkin. Bu tekisliklarning umumiy yig`indisi 22-rasmda ko`rsatilgan rombik dodekaedr (12 qirralik) shakldan iborat bo`ladi.

Kosinuslar yo`naltiruvchilarining olingan qiymatlarini (2.11) tenglamaga qo`yib, maksimal urinma kuchlanishlar qiymatini topamiz:

$$\begin{aligned} \sigma_{12} &= \sigma_{12} \sigma_1 \sigma_2 \begin{cases} a_1 = \sqrt{1/2}; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = 0 \\ a_1 = 0; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = \sqrt{1/2} \\ a_1 = \sqrt{1/2}; a_2 = 0; a_3 = \sqrt{1/2} \end{cases} \quad (2.20) \\ \sigma_{23} &= \sigma_{12} \sigma_2 \sigma_3 \begin{cases} a_1 = 0; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = \sqrt{1/2} \\ a_1 = \sqrt{1/2}; a_2 = 0; a_3 = \sqrt{1/2} \\ a_1 = \sqrt{1/2}; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = 0 \end{cases} \\ \sigma_{31} &= \sigma_{12} \sigma_3 \sigma_1 \begin{cases} a_1 = \sqrt{1/2}; a_2 = 0; a_3 = \sqrt{1/2} \\ a_1 = 0; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = \sqrt{1/2} \\ a_1 = \sqrt{1/2}; a_2 = \sqrt{1/2}; a_3 = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

σ indeksleri qaysi bosh kuchlanishlarning yarim farqi ushbu σ ga teng va σ ning ta'sir tekisligi qaysi o`qlarga 45° burchak ostida ekanligini bildiradi. Bu urinma kuchlanishlar **bosh urinma kuchlanishlar** deb ataladi.

SHunday qilib, bosh urinma kuchlanishlar mos ravishda bosh normal kuchlanishlar farqining yarmiga teng bo`ladi. Eng katta urinma kuchlanishlar eng katta va eng kichik bosh normal kuchlanishlarning algebraik farqini yarmiga tengdir.

Agar uchta bosh normal kuchlanishlarning barchasi o'zaro teng bo'lsa, unda ularning yarim farqi va demak, urinma kuchlanishlar ham nolga aylanadi, ya'ni mavjud bo'lmaydi. Bu natijani biz ilgari ham, kuchlanishlar ellipsoidi va sharsimon tenzor (2.18) ni ko'rib chiqishda olgan edik.

(2.20) tenglamadan ko'rinadiki, uchta bosh urinma kuchlanishlarning yig'indisi nolga teng:

$$\sigma_{12} + \sigma_{23} + \sigma_{31} = 0 \quad (2.21)$$

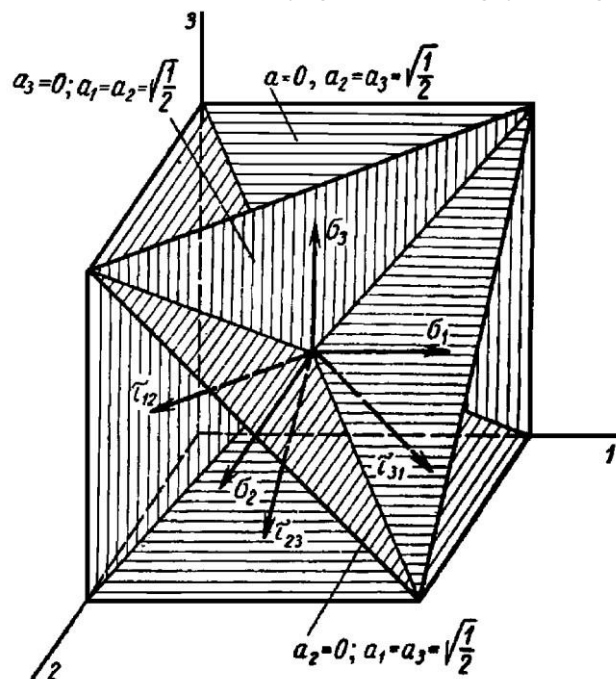
Bosh urinma kuchlanishlar ta'sir etayotgan maydonchalardagi normal kuchlanishlar qiymatini aniqlaymiz. Buning uchun kosinuslar yo'naltiruvchilarining (2.19) tenglamadan qiymatlarini olib, (2.10) tenglamaga qo'yamiz:

$$\sigma_{12} = (1/2)(\sigma_1 + \sigma_2);$$

$$\sigma_{23} = (1/2)(\sigma_2 + \sigma_3);$$

$$\sigma_{31} = (1/2)(\sigma_3 + \sigma_1);$$

Ya'ni, bosh urinma kuchlanishlar ta'sir etayotgan maydonchalardagi normal kuchlanishlar bosh normal kuchlanishlar yig'indisining yarmiga teng.



21-rasm. Bitta oktant uchun urinma kuchlanishlar grafigi.

Bosh urinma kuchlanishlarning (2.20) ifodalaridan shuningdek ko'rinadiki, agar bosh normal kuchlanishlarni aynan bir xil kattalikka ko'paytirilsa yoki kamaytirilsa, unda bosh urinma kuchlanishlarning qiymatlari o'zgarmaydi, ya'ni kuchlangan holatga bir tekis cho'zilish yoki siqilishni qo'shish urinma kuchlanishlar kattaligini o'zgartirmaydi. Bu doimo kuchlanish tenzorini ikkita tenzorning yig'indisi ko'rinishida ifodalash imkoniyatini beradi.

O'rtacha normal kuchlanishlarni σ_{or} orqali belgilaymiz, u holda

$$\sigma_{yp} = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / 3 = (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) / 3, \quad (2.23)$$

ya'ni, o'rtacha normal kuchlanishlar kuchlanish tenzori birinchi invariantining (2.14) uchdan bir qismiga teng.

SHarsimon tenzor tuzamiz (2.18)

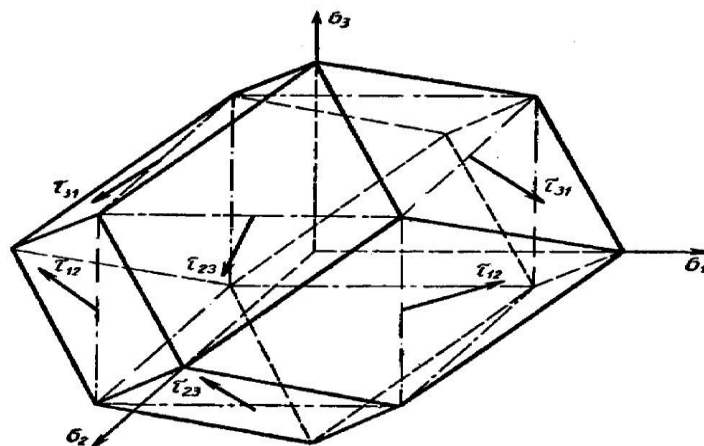
$$T_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \sigma_{yp} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & 0 \\ 0 & \tau_{yp} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Bu tenzorni nuqtaning kuchlangan xolati tenzoridan ayiramiz. Bu shunday ifodalanadi:

$$\begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} & 0 & 0 & 0 \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} & 0 & 0 & 0 \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z & 0 & 0 & 0 \\ \tau_{xy} & \tau_{yx} & \tau_{xz} & \tau_{zy} & \tau_{yp} & \tau_{zx} \\ \tau_{yx} & \tau_{xy} & \tau_{yz} & \tau_{zy} & \sigma_y & \tau_{yx} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \tau_{yp} & \tau_{yx} & \tau_{xy} & \sigma_x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \tau_{xy} & \tau_{yx} & \tau_{xz} & \tau_{zy} & \tau_{yp} & \tau_{zx} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_x \end{pmatrix} = T_0 + D \quad (2.24)$$

yoki $T = T_0 + D$

D tenzor *kuchlanishlar deviatori* deb ataladi. SHunday qilib, umumiy holda kuchlangan holat sharsimon tenzor va kuchlanishlar deviatori yig'indisi bilan aniqlanadi.



22-rasm. Urinma kuchlanishlar rombik dodekaedri.

SHarsimon tenzor jism shakli deformatsiyalarini keltirib chiqara olmaydi va faqat hajm o'zgarishi - hajmiy deformatsiyani beradi (elastik deformatsiyada). Kuchlanishlar deviatori esa buning teskarisi, jism shaklini o'zgarishini oldindan belgilab beradi.

Kuchlanishlar deviatori bosh diagonal bo'yicha tashkil etuvchilar yig'indisi nolga teng ekani oson ko'rinadi.

$$(\sigma_x - \sigma_{ur}) + (\sigma_u - \sigma_{ur}) + (\sigma_g - \sigma_{ur}) = 0 \quad (2.26)$$

Oktaedrik kuchlanishlar

Bosh o'qlarga bir xil egilgan maydonchalardagi kuchlanish kattaligini topamiz.

$$\text{Bu holda } a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 3a^2 = 1$$

$$\text{Bundan } a = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Bunday maydonchalar har bir oktantda bittadan, jami sakkizta bo'ladi. Ular oktaedr shaklini tashkil etadi (23-rasm). SHuning uchun ularni, shuningdek bu maydonchalarda ta'sir etayotgan kuchlanishlarni ham oktaedrik deb ataydilar.

To'liq oktaedrik kuchlanish, (2.9) tenglamaga ko'ra ushbuga teng bo'ladi

$$S_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2} \quad (2.27)$$

ya'ni, to'liq oktaedrik kuchlanishning kvadrati bosh kuchlanishlar kvadratlari yig'indisining uchdan biriga teng.

Normal oktaedrik kuchlanish [(2.10) ga qarang]:

$$\sigma_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3} = \frac{1}{3} \sqrt{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z} \quad (2.28)$$

Normal oktaedrik kuchlanish o'rtaga normal kuchlanishga yoki kuchlanishlar tenzorining birinchi invariantini uchdan biriga teng.

Urinma oktaedrik kuchlanish (2.11) ifodadan aniqlanadi:

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{3} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) = \frac{1}{3} (\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_3 \sigma_1) \text{ yoki}$$

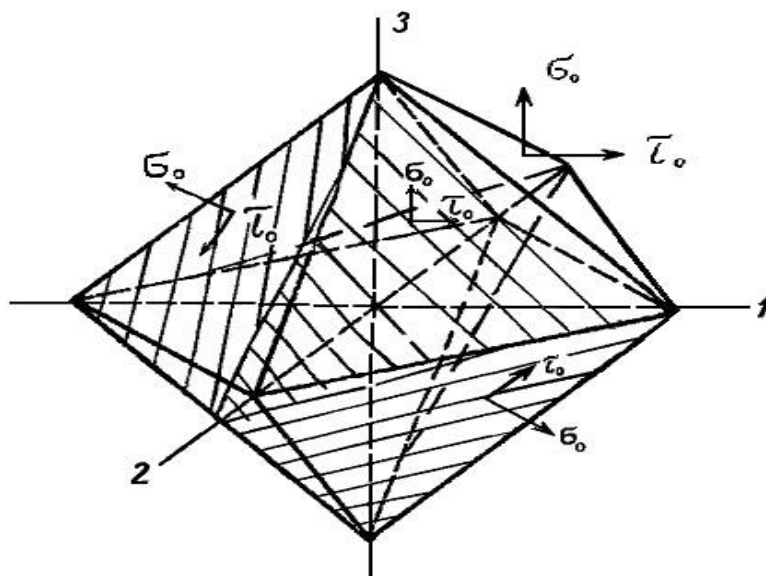
Qavslar ochilgandan so'ng

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{3} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_3 \sigma_1), \quad (2.29) \text{ bundan}$$

$$\sigma_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_3 \sigma_1} \quad (2.30)$$

yoki urinma kuchlanishlar qiymati (2.20) hisobga olinib

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2 + \sigma_{31}^2} \quad (2.30a)$$



23-rasm. Oktaedrik kuchlanishlar.

Shunday qilib, urinma oktaedrik kuchlanishlar, bosh normal kuchlanishlar farqining kvadratlari yig'indisidan olingan kvadrat ildizning uchdan biriga yoki bosh urinma kuchlanishlar kvadratlari yig'indisidan olingan kvadrat ildizning uchdan ikkisiga teng.

Bosh normal kuchlanishlar orqali ifodalangan kuchlanishlar tenzorini birinchi invarianti (2.14) kvadratni olamiz. $i_2 = \sigma_{11}\sigma_{22}\sigma_{33} + \sigma_{22}\sigma_{33}\sigma_{11} + 2\sigma_{12}\sigma_{23}\sigma_{31}$ (2.31) va ikkinchi invariant (2.29) shuningdek bosh kuchlanishlarda:

$$i_2 = \sigma_{11}\sigma_{22}\sigma_{33} + \sigma_{12}\sigma_{21} + \sigma_{23}\sigma_{32} + \sigma_{31}\sigma_{13} \quad (2.32)$$

(2.31) va (2.32) tenglamalarni (2.29) tenglama bilan taqqoslab ko'ramizki:

$$\sigma_0^2 = \frac{2}{3}(i_1^2 - 3i_2) \quad (2.29a)$$

Bundan, oktaedrik urinma kuchlanishlarni, tasodifiy (bosh emas) ortogonal maydonchalar bo'yicha ta'sir etayotgan kuchlanishlarning tashkil etuvchilari orqali, kuchlanishlar tenzorining birinchi va ikkinchi invariantlari (2.14) va (2.15) uchun ifodalardan foydalanib, aniqlash imkoniyatini olamiz:

$$\sigma_0 = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + 3(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{zx}^2)} \quad (2a)$$

O'zgartirishlardan so'ng ushuni olamiz:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{1}{3}(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + 6(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{zx}^2))} \quad (2.30b)$$

Kuchlanish deviatori (2.24) ifodani hisobga olgan holda, ikkinchi invarianti i_2 ni olamiz:

$$i_2 = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2} \sqrt{16\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2} \sqrt{6(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{zx}^2)}$$

Bu yerdan, oktaedrik urinma kuchlanishlar kvadrati (2.30b) kuchlanishlar deviatori ikkinchi invariantini teskari ishora bilan olingan uchdan ikkisi ga teng ekani ko`rinadi:

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{2} \sqrt{3} i_2 \quad (2.29b)$$

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{2} i_2 \quad (2.29v)$$

Oktaedrik urinma kuchlanishlar shuningdek urinma kuchlanishlar jadalligi nomi bilan ham yuritiladi. Urinma kuchlanishlar jadalligidan, kuchlanishlar jadalligi yoki umumlashgan kuchlanishni farqlash kerak. U quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma_i = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1^2 \sigma_2^2 + \sigma_2^2 \sigma_3^2 + \sigma_3^2 \sigma_1^2}$$

Bu tushunchalarning alohida muhimligi sababli yana bir marta keltirilgan kattaliklarning qiymatlarini taqqoslaymiz. Buning uchun quyidagi ifodani A bilan belgilab olamiz:

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_1^2 \sigma_2^2 + \sigma_2^2 \sigma_3^2 + \sigma_3^2 \sigma_1^2}}{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + 6(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{zx}^2)}}$$

U xolda σ_0 oktaedrik urinma kuchlanishlar yoki σ_i urinma kuchlanishlar jadalligi $\sigma_0 = \sigma_i = (1/3) A$ ko`rinishida ifodalanadi.

$$\text{Kuchlanishlar jadvalligi } \sigma_i = \frac{1}{2} \sqrt{3} A$$

$$\text{Bundan } \sigma_i = \frac{1}{2} \sqrt{3} \sigma_i$$

Nuqtaning kuchlangan holatini ko`rayotib, biz quyidagi o`ziga xos maydonchalarga ega bo`lamiz. Ular orqali ushbu o`tadi:

a) bosh normal kuchlanishlar ta'sir etadigan, urinma kuchlanishlar bo`lmagan oltita bosh maydoncha;

b) bosh urinma kuchlanishlar ta'sir etadigan o`n ikkita maydoncha;

v) kattaligi bo`yicha bir xil oktaedrik kuchlanishlar ta'siridagi sakkizta maydoncha.

SHunday qilib, hammasi bo`lib 26 ta o`ziga xos maydonchaga ega bo`lamiz.

Muvozanat shartlari.

Kuchlar bilan yuklangan va muvozanatda boʻlgan jismdagi kuchlanishlar kattaligi nuqtadan nuqtaga uzluksiz oʻzgarib boradi, yaʼni, kuchlanish koordinatning uzluksiz funktsiyasi hisoblanadi.

Kuchlangan jismda qirralari koordinat tekisliklariga parallel boʻlgan elementar parallelepiped (24-rasm) ajratamiz va uning muvozanatini taʼminlovchi qanday shartlar mavjud ekanini aniqlaymiz.

Koordinatlari x, y, z boʻlgan, kuchlangan nuqtalardan biri a parallelepipedning avsd, $adv'as'$ va $ac'd'b$ qirralari bilan tasvirlansin. Ikkinchi nuqta a' a dan cheksiz kichik masofada turadi va bunga mos ravishda uning koordinatlari $x+dx, u+du$ va $z+dz$ boʻladi. Bu a' nuqta parallelepipedning $a'v's'd'$, $a'd'bc$ va $a'sdb'$ qirralari bilan tasvirlanadi. Parallelepiped qirralarining oʻlchamlari $dx, dy, va dz$ boʻlishi tushunarli.

a nuqtaning holati kuchlanishlar tenzori bilan aniqlanadigan boʻlsin.

$$\sigma_x \sigma_{xy} \sigma_{xz}$$

$$T_{\sigma a} \sigma_{yx} \sigma_y \sigma_{yz}$$

$$\sigma_{zx} \sigma_{zy} \sigma_z$$

a' nuqtadagi kuchlanish a nuqtadagi kuchlanishdan cheksiz kichik miqdorlarga farq qiladi. Yuqori tartibli hadlarni eʼtiborga olmasdan, har bir kuchlanishning oʻsishi oʻsha berilgan kuchlanishning taʼsir maydonchasi koʻchgan koordinata boʻyicha, yaʼni kuchlanish manziling indeksini orqali koʻrsatiladigan koordinata boʻyicha xususiy differentsial bilan ifodalanadi. Unda a' nuqta uchun kuchlanishlar tenzori ushbu koʻrinishda boʻladi:

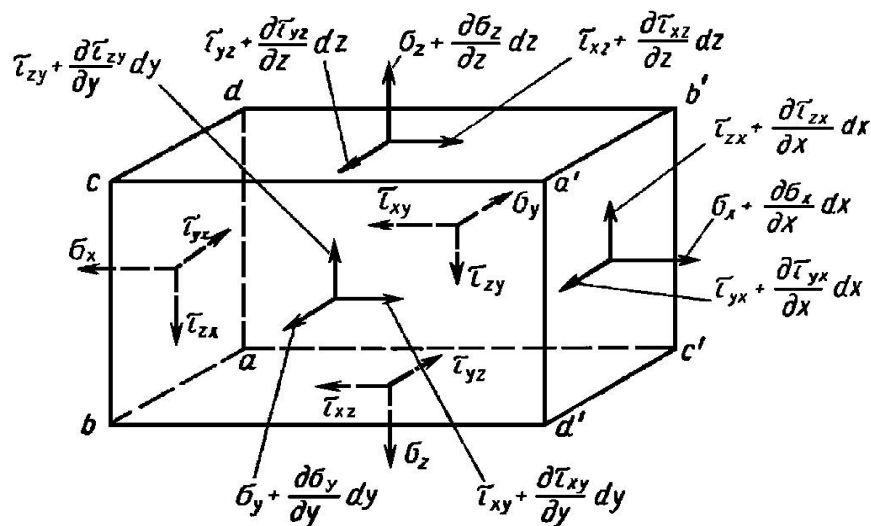
$$(\sigma_x + \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} dx)(\sigma_{xy} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} dy)((\sigma_{xz} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial x} dz)$$

$$T_{\sigma a'} (\sigma_{yx} + \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} dx)(\sigma_y + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} dy)((\sigma_{yz} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial z} dz)$$

$$(\sigma_{zx} + \frac{\partial \sigma_{zx}}{\partial x} dx)(\sigma_{xy} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} dy)(\sigma_z + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} dz)$$

Parallelepiped qirralari boʻyicha taʼsir etayotgan kuch, kuchlanish manzili indeksini koʻrsatadigan, mos ravishdagi qirralarning maydoniga koʻpaytirilgan kuchlanishlarga teng boʻladi.

Hamma kuchlarining koordinat oʻqiga proektsiyalari yigʻindisini olib va bu yigʻindilarni nolga tenglab, muvozanat shartlarini tuzamiz.



24-rasm. Kuchlangan jismdagi elementar parallelepiped.

X o`qiga $(\sigma_x) \square (\square \sigma_x / \square x) dx dy dz \square \square_x dy dz \square \square_{xy} \square (\square \square_{xy} / \square y) dy dx dz \square \square_{xy} dx dz \square$

$(\sigma_{xz} \square (\square \sigma_{xz} / \square z) dz) dx dy \square \square_{xz} dx dy \square 0$

Qavslarni ochib va $dx dy dz$ ga qisqartirib ushbuni olamiz:

$$\square \square_x / \square x \square \square \square_{xy} / \square y \square \square \square_{xz} / \square z \square 0$$

u va z o`qlariga proektsiyalar yig`indisini shuncha o`xshash yozishimiz mumkin. Natijada ushbuni olamiz.

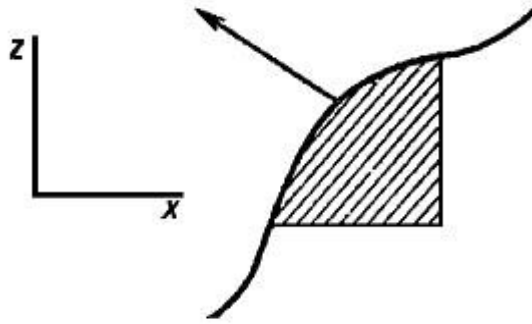
$$\square \square_x / \square x \square \square \square_{xy} / \square y \square \square \square_{xz} / \square z \square 0;$$

$$\square \square_{yx} / \square x \square \square \square_y / \square y \square \square \square_{yz} / \square z \square 0; \quad (2.34)$$

$$\square \square_{zx} / \square x \square \square \square_{zy} / \square y \square \square \square_z / \square z \square 0.$$

SHunday qilib biz, hajmiy kuchlangan holat uchun muvozanatning differentsial tenglamasini oldik.

Bu tenglamalar jismning hajm bo`yicha hamma nuqtalari uchun qanoatlantirilgan bo`lishi kerak. Kuchlanish jism hajmi bo`yicha o`zgaradi va sirtida ularning kattaligi jismga ta`sir etayotgan tashqi kuchlarni muvozanatlaydigan bo`lishi kerak, ya`ni sirt shartlarini yoki kontur shartlarini qanoatlantirishi lozim.



25-rasm. Jism sirtining elementar maydonchasi.

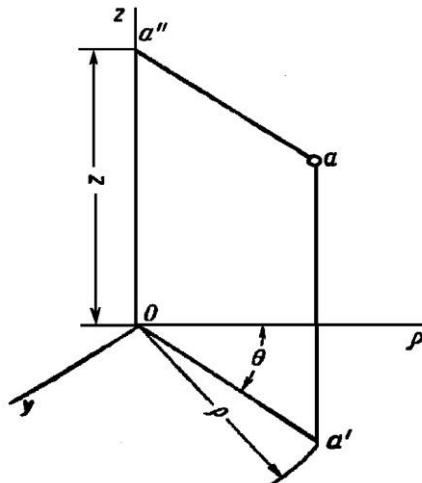
Jismning sirtiga chiqadigan cheksiz kichik elementidagi kuchlanishlarni (2.3) tenglamadan foydalanib tashqi kuchlar bilan bog`lash mumkin. Haqiqatan ham, umumiy holda jism sirtining elementlar maydonchasini (25-rasm) elementar tetraedr qiya qirradi sifatida ko`rib chiqish mumkin.

Uchta muvozanat differensial tenglamalari oltita noma'lumni o`z ichiga oladi (urinma kuchlanishlar jufti o`zaro teng ekanini hisobga olib) va shuning uchun ularni yechish qo`shimcha tenglamalar bo`lishini talab qiladi. SHunday qilib, masala statik aniqlanmaydigan hisoblanadi.

Etishmaydigan tenglamalar deformatsiyaning geometrik va fizik shartlarini ko`rib chiqishdan olinadilar.

O`qqa simmetrik kuchlangan holat

Metallarni bosim bilan ishlashda nihoyatda tez-tez uchraydigan, hajmiy kuchlangan holatning ayrim hollaridan biri o`qqa simmetrik kuchlangan holat hisoblanadi.

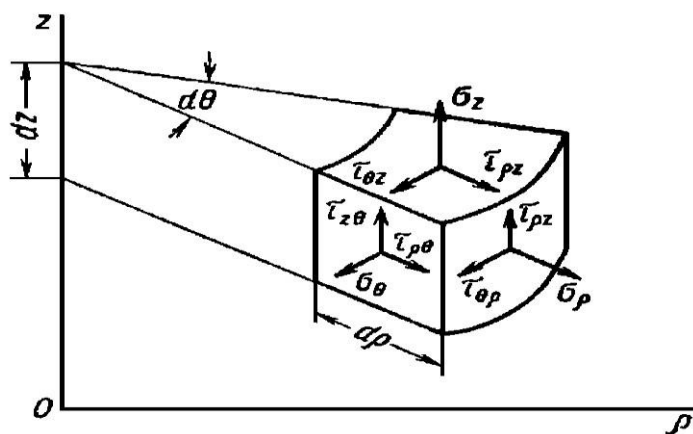


26-rasm. Nuqtaning holat koordinatlari.

Bu turdagi kuchlangan holat deganda uning o`qiga nisbatan simmetrik taqsimlangan kuchlar qo`yilgan aylanish jismining kuchlangan holati nazarda tutiladi.

Bunga tsilindrsimon dastlabki xom ashyoni cho`ktirish, uni teshib chiqish, press ostida siqish, o`rash va boshqa operatsiyalar misol bo`lib xizmat qilishi mumkin.

O`qqa simmetrik kuchlangan holatni ko`rib chiqishda dekart koordinatlari o`rniga tsilindrik koordinatlardan foydalanish nihoyatda qulay. Bunda har qanday a nuqtaning holati 26-rasmدا tasvirlangandek ρ radius-vektor, θ o`qidan boshlab hisoblanadigan, θ qutb burchagi va z applikata bilan aniqlanadi.

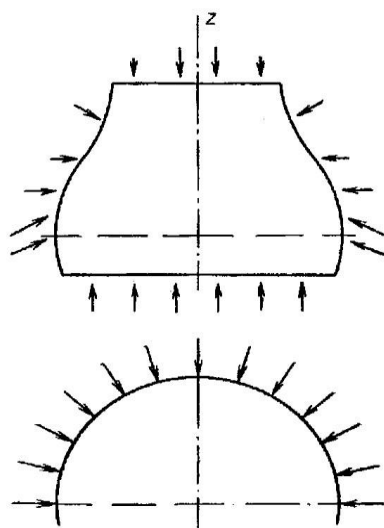


27-rasm. Kuchlanishlar tsilindrik koordinatda belgilanishi.

27-rasmدا ko`rsatilgan kuchlanishlar tenzori tsilindrik koordinatlarda shunday yoziladi:

$$T_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{\rho\rho} & \tau_{\rho\theta} & \tau_{\rho z} \\ \tau_{\theta\rho} & \sigma_{\theta\theta} & \tau_{\theta z} \\ \tau_{z\rho} & \tau_{z\theta} & \sigma_{zz} \end{pmatrix}$$

Endi o`qqa simmetrik kuchlangan holatni bundan keyingi ko`rib chiqishga qaytamiz.



28-rasm. O`qqa simmetrik kuchlangan xolat.

O`qga simmetrik kuchlangan holatda (28-rasm) kuchlanishlarni tarkibiy qismlari σ_{θ} koordinatga bog`liq emas, demak bu koordinata bo`yicha barcha hosilalar muvozanat differentsial tenglamalarida nolga aylanadi.

Bundan tashqari, jismni simmetrikligi va tashqi yuklamaning simmetriyasi oqibatida meridional tekisliklarda (z o`qi orqali o`tdigan, ya`ni σ_{θ} tekisliklarda) urinma kuchlanishlar paydo bo`la olmaydi, shuning uchun va urinma kuchlanishlar juftligi qonuni bo`yicha

$$\sigma_{\theta z} = \sigma_{z\theta} = \sigma_{\theta\theta} = \sigma_{\theta z} = 0.$$

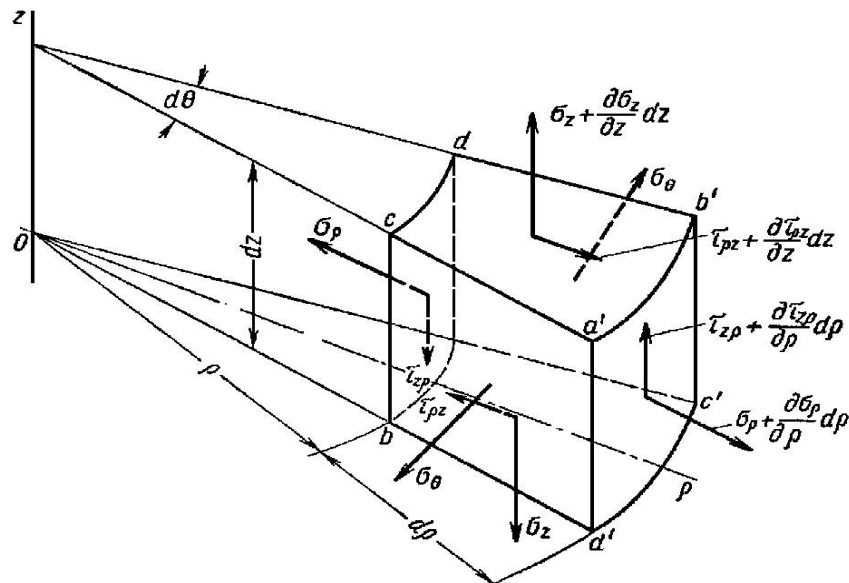
SHunday ekan, σ_{θ} kuchlanish doimo bosh bo`ladi, σ_{θ} o`qi ega z tekisligida (ya`ni, z o`qiga normal) har qanday yo`nalishga ega bo`lishi mumkin.

SHunday qilib, kuchlanishlar komponentlari (tarkibiy qismlari) o`qga simmetrik kuchlangan holatda shunday yoziladi:

$$\sigma_{\theta} = \sigma_{\theta z}$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \sigma_{\theta z}$$

$$\sigma_{z\theta} = \sigma_{\theta z}$$



29-rasm. O`qga simmetrik kuchlangan xolatda ta`sir etuvchi kuchlanishlar.

Hammasi bo`lib uchta normal kuchlanish va ikkita o`zaro teng urinma kuchlanishga egamiz. Bunda $\sigma_{\theta} = \sigma_z$, ya`ni doimo bosh hisoblanadi. Dekart koordinatlarda hajmiy kuchlangan holatni ko`rib chiqishda ishlatilgan usulni qo`llab, tsilindrik koordinatlarda o`qga simmetrik kuchlangan holat uchun muvozanat differentsial tenglamalarini keltirib chiqaramiz.

Ta`sir etuvchi kuchlanishlar 29-rasmda ko`rsatilgan. Ilgari aytilganidek σ_{θ} o`qi istalgan yo`nalishda o`tkazilishi mumkin. Bu o`q 29-rasmda shunday o`tkazilganki, hisoblashlarga qulay bo`lishi uchun, σ_z tekisligi ajratilgan elementar hajmning simmetriya tekisligidir. Elementar maydonchalar yuzasi quyidagicha bo`ladi:

$$F_{\square} = a v s d \text{ yuza} = \square d \square dz;$$

$$F(\square + d\square) = a \square d \square s \square v \square \text{ yuza} = (\square + d\square) d \square dz;$$

$$F_{\square} = a \square d \square s v \text{ yuza} = d \square dz;$$

$$F_z = a \square c d v \square \text{ yuza} = a c \square d \square v \text{ yuza} = \square d \square d \square$$

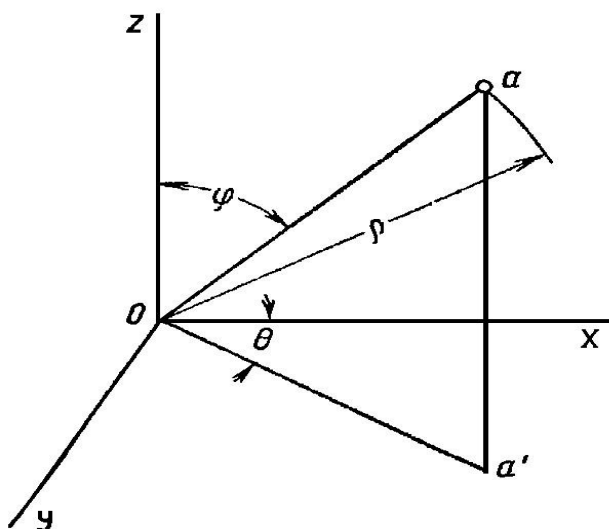
□ amma elementga ta'sir etayotgan kuchlarni □ va z o`qlariga proektsiyalab, muvozanat shartlarini yozamiz:

$$\square \square \square d \square dz \square \square \square \square \quad / \quad \square \square \square \square \square \square d \square \square \square \square \square d \square \square d \square dz \square \square \square d \square dz \square \quad (a)$$

$$\square \square \square z \square d \square d \square \square \square \square \square z \quad z \square / \quad \square \square \square \square \square z \square z \square dz \square \square d \square d \square \square 0$$

$$\square \square \square z \square d \square dz \square \square \square z \square \square \square \square \square \square d \square \square \square \square \square d \square \square d \square dz \square \square z \square d \square d \square \square \square \square \square z \square \square \square z / \square z \square dz \square \square d \square d \square \square 0 \quad (b)$$

Ba'zi o`qga simmetrik masalalarni yechishda, bunday keyin tsilindrik koordinatdan tashqari, sferik koordinatlarni uchratishga to`g`ri keladi. Bunday tizimda nuqtaning holati (30-rasm) □ radius vektor va uning fazodagi holatini aniqlovchi ikkita burchak (□ va □) bilan topiladi.



30-rasm. Nuqtaning sferik koordinatlari.

□ burchak z o`qidan boshlab hisoblanadi (geografik kenglikka o`xshash), □ burchak esa z o`qiga normal va O tizim markazi orqali o`tuvchi tekislikdagi qandaydir o`qdan boshlab hisoblanadi (geografik uzunlikka o`xshash).

TSilindrik tizim uchun berilgan belgilashlardagi z indeksni, φ indeke bilan almashtirib, sferik koordinatlardagi kuchlanishlarni belgilanishini olamiz.

O`qqa simmetrik kuchlangan holatda, kuchlanishlar φ koordinatga bog`liq emas, indeksida bu koordinata bo`lgan, urinma kuchlanishlar esa ya'ni $\sigma_{\varphi\varphi}$ va $\tau_{\varphi\theta}$ nolga teng bo`ladi.

O`qiga simmetrik kuchlangan holat uchun sferik koordinatlardagi muvozanat differensial tenglamasini keltirib chiqarishsiz beramiz:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \sigma_{rr} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{d}{d\theta} \left(r^2 \tau_{r\theta} \right) + \sigma_{\theta\theta} = 0$$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \tau_{r\theta} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{d}{d\theta} \left(r^2 \sigma_{\theta\theta} \right) + \tau_{\theta\theta} = 0$$

Yassi kuchlangan va yassi deformatsiyalangan holatlar («yassi masala»)

Yassi kuchlangan va yassi deformatsiyalangan holatlar quyidagi xususiyatlari bilan ta'riflanadilar:

1. Kuchlanishlarning barcha tarkibiy qismlari hammasi uchun umumiy koordinatlardan biriga bog`liq emas va koordinat o`zgarganda o`zgarmas bo`lib qoladilar.
2. Bu koordinat o`qiga normal tekisliklarda:
 - a) urinma kuchlanishlarning tarkibiy qismlari nolga teng;
 - b) normal kuchlanish yoki nolga teng (yassi kuchlangan holat), yoki kattaligi bo`yicha o`zgarmas va boshqa ikki normal kuchlanishni yarim yig`indisiga teng (yassi deformatsiyalangan holat).

Yuqorida aytilgan o`q sifatida u o`qini qabul qilamiz. Ilgarigilardan aniqki, bu o`q bosh bo`ladi. U holda σ_x, σ_z va $\sigma_{xz} = \sigma_{zx}$ u, $\tau_{xu} = \tau_{xu}$ ga bog`liq emas, demak $\tau_{ux} = \tau_{uz}$ nolga teng. Yassi kuchlangan holat uchun $\tau_u = 0$.

Yassi deformatsiyalangan holat uchun $\tau_u = (\sigma_x + \sigma_z) / 2$
 (Yassi deformatsiyalangan holatning bu xususiyati keyin isbot qilinadi). SHunday ekan, yassi kuchlangan holat uchun kuchlanish:

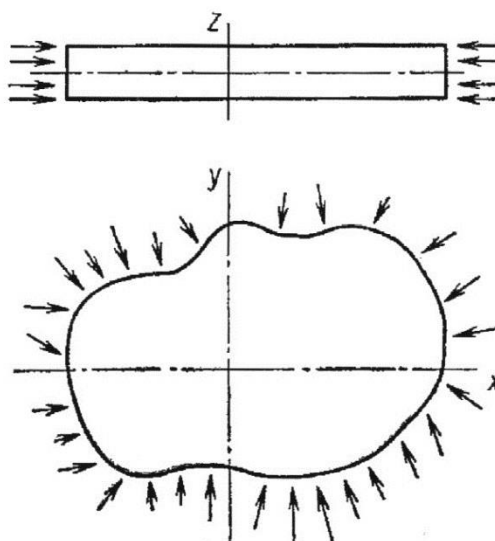
$$\sigma_x = \sigma_z \quad \text{va} \quad \tau_u = 0.$$

Yassi deformatsiyalangan holat uchun:

$$\sigma_x = \sigma_z \quad \text{va} \quad \tau_u = (\sigma_x + \sigma_z) / 2.$$

Yassi kuchlangan va yassi deformatsiyalangan holatlar orasidagi muhim farqni doimo hisobga olish lozim. Birinchisida uchinchi o`q yo`nalishida normal kuchlanish

yo`q, ammo deformatsiya bor, ikkinchisida esa normal kuchlanish bor, deformatsiya esa yo`q.



31-rasm. Yassi kuchlangan xolatdagi plastina.

Plastina konturiga, uning tekisligi parallel qilib qo`yilgan va balandligi (qalinligi) bo`yicha bir tekis taqsimlangan kuchlar ta`siri ostida bo`lgan plastinada yassi kuchlangan holat bo`ladi (31-rasm).

Bu holda plastina balandligini o`zgarishining ahamiyati yo`q, va uning balandligi birlik sifatida qabul qilinishi mumkin. Taxta (list) materialdan tsilindrik hom ashyo tortib olishda flanetsni kuchlangan holatini yetarlicha aniqlik bilan yassi deb hisoblash mumkin.

Katta uzunlikka ega tsilindrik (bu atamani umumiy ma`nosida) yoki prizmatik jismni, agar jism uning uzunligi bo`yicha o`zgarmaydigan va tashkil etuvchisiga perpendikulyar yo`nalgan kuchlar bilan yuklangan bo`lsa, uning uchlaridan uzoqlashgan uchastkalari uchun yassi deformatsiyalangan holat qabul qilinishi mumkin. Masalan, qalinligi yo`nalishida cho`ktirishga duchor qilingan to`sinni, uzunlik bo`yicha deformatsiyalarni e`tiborga olinmasa, yassi deformatsiyalangan holatda deb hisoblash mumkin.

Kuchlangan holatning barcha tenglamalari yassi masala uchun ancha soddalashadi, shuncha o`zgaruvchilar soni ham qisqaradi.

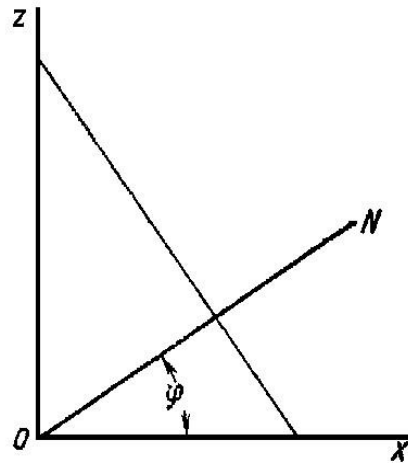
Yassa kuchlangan holat uchun tenglamani, hajmiy kuchlangan holat uchun ilgari olingandan $\sigma_{xy} = \sigma_{yx} = \sigma_{zy} = \sigma_{yz} = 0$ va $a_u = 0$, chunki faqat u o`qiga parallel qiya maydonchalarni ko`rib chiqish mumkin ekanligini hisobga olib keltirib chiqaramiz.

Ko`rilayotgan holda $a_x^2 + a_z^2 = 1$, ya`ni $a_z^2 = 1 - a_x^2$ ekanini eslatamiz.

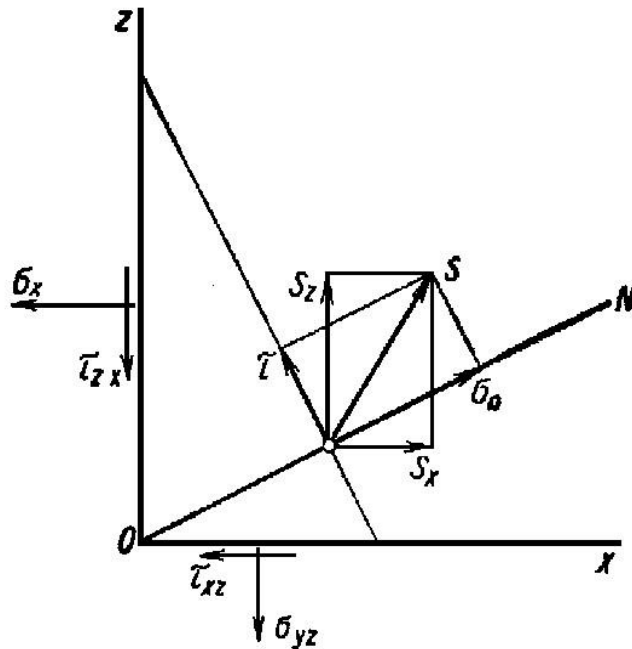
Qiya maydonchaga normal va x o`qi orasidagi burchakni (32-rasm) α orqali belgilab, ushbuga ega bo`lamiz:

$$a_x = \cos \alpha; a_z^2 = 1 - \cos^2 \alpha, \text{ bundan}$$

$$a_z = \sin \alpha.$$



32-rasm. Qiya maydonchani belgilanish sxemasi.



33-rasm. Qiya maydonchadagi kuchlanishlar.

Yuqorida aytilganlarni hisobga olib, hajmiy kuchlangan holatning mos keluvchi ifodalariga bevosita o`rniga qo`yishlar yo`li bilan, koordinat o`qlari bo`yicha qiya maydonchalardagi kuchlanishlar tarkibiy qismlarini (2.3) tenglamadan hosil qilamiz:

$$S_x = \sigma_{x1} \cos \alpha + \sigma_{x2} \sin \alpha$$

$$S_z = \sigma_{x2} \cos \alpha + \sigma_{x1} \sin \alpha$$

(2.36) bosh

o`qlarda esa:

$$S_1 = \sigma_1 \cos \alpha$$

$$S_3 = \sigma_3 \sin \alpha$$

(2.36a)

Qiya maydonchadagi to`liq kuchlanish (2.4) tenglamadan:

$S_2 = \sigma_x^2 \cos^2 \alpha + \sigma_z^2 \sin^2 \alpha + (\sigma_x + \sigma_z) \sigma_{xz} \sin 2\alpha + \sigma_{xz}^2$, (2.37) bosh o'qlarda esa:

$$S_2 = \sigma_1^2 \cos^2 \alpha + \sigma_3^2 \sin^2 \alpha \quad (2.37a)$$

Qiya maydonchadagi normal kuchlanish (2.5a) tenglamadan:

$$\sigma_{12} = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_z \sin^2 \alpha + \sigma_{xz} \sin 2\alpha \quad (2.38) \text{ bosh}$$

o'qlarga esa:

$$\sigma_n = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_3 \sin^2 \alpha \quad (2.38a)$$

Qiya maydonchadagi urinma kuchlanishlar (2.6) tenglamadan:

$$\tau = \tau \left[\frac{1}{2} (\sigma_z - \sigma_x) \sin 2\alpha + \sigma_{xz} \cos 2\alpha \right], \quad (2.39) \text{ bosh}$$

o'qlarda esa

$$\tau = \tau \left(\frac{1}{2} (\sigma_3 - \sigma_1) \sin 2\alpha \right), \quad (2.39a)$$

$\sin 2\alpha = 1$ bo'lganda, ya'ni $\alpha = 45^\circ$ da τ maksimumga erishishi (2.39a) ifodadan oson ko'rinadi.

$$\tau_{31} = \tau \left(\frac{1}{2} (\sigma_3 - \sigma_1) \right) \quad (2.40)$$

SHuning uchun (2.39a) ifodani bunday qayta yozish mumkin:

$$\tau = \tau_{31} \sin 2\alpha \quad (2.39b)$$

Ixtiyoriy o'qlardagi kuchlanishlar tarkibiy qismlarini bilib turib, yassi masalada bosh o'qlar holatini va bosh normal kuchlanishlarni aniqlash oson.

(2.39) tenglamada τ ni nolga tenglab olib, bosh o'qlardan birining holatini olamiz; bosh maydonchada urinma kuchlanishlar bo'lmaganidan:

$$\frac{1}{2} (\sigma_z - \sigma_x) \sin 2\alpha + \sigma_{xz} \cos 2\alpha = 0, \quad \text{bundan}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \arctg \left(\frac{2\sigma_{xz}}{\sigma_x - \sigma_z} \right), \quad (2.41)$$

Bosh kuchlanishlar kattaligini (2.13) tenglamadan foydalanib, ixtiyoriy o'qlardagi tarkibiy qismlar orqali ifodalash mumkin. Bundan ushbuni olamiz:

$$\begin{aligned} & \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_z \sin^2 \alpha + (\sigma_x + \sigma_z) \sigma_{xz} \sin 2\alpha + \sigma_{xz}^2 \\ & \sigma_z \cos^2 \alpha + \sigma_x \sin^2 \alpha + (\sigma_x + \sigma_z) \sigma_{xz} \sin 2\alpha + \sigma_{xz}^2 \\ & \sigma_2 = \frac{(\sigma_x + \sigma_z)}{2} \pm \frac{(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\sigma_{xz}^2}{4} \end{aligned}$$

$$\text{bundan } \sigma_1 = \frac{(\sigma_x + \sigma_z)}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\sigma_{xz}^2} \quad (2.42)$$

ya'ni

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{(\sigma_x + \sigma_z)}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\sigma_{xz}^2}, \\ \sigma_3 &= \frac{(\sigma_x + \sigma_z)}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\sigma_{xz}^2}. \end{aligned}$$

Bunda yassi kuchlangan holat uchun

$$\sigma_2 = 0.$$

Yassi deformatsiyalangan holat uchun

$$\sigma_2 = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$$

Bosh o'qlardagi kuchlangan holatni bilib turib, har qanday ixtiyoriy koordinat o'qiga o'tish oson.

Yangi koordinat o'qi x o'q 1 bilan α burchak tashkil etadigan bo'lsan, unda, uni qiya maydonchaga normal sifatida qarab, (2.38a) tenglama bo'yicha ohirgisi uchun ushbuga egamiz:

$$\sigma_p = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_3 \sin^2 \alpha,$$

Ammo x o'qi uchun σ_p kuchlanish σ_x kuchlanish bo'lib hisoblanadi, ya'ni $\sigma_x = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_3 \sin^2 \alpha$.

Bu ifodani bunday o'zgartirish mumkin:

$$\sigma_x = \sigma_1 ((1 + \cos 2\alpha) / 2) + \sigma_3 ((1 - \cos 2\alpha) / 2)$$

$$\sigma_x = ((\sigma_1 + \sigma_3) / 2) + ((\sigma_1 - \sigma_3) / 2) \cos 2\alpha.$$

O'rtacha kuchlanishlarni $\sigma_{o'r}$ orqali belgilab, ya'ni

$(\sigma_x + \sigma_z) / 2 = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2 = \sigma_{o'r}$ va (2.40) tenglamani inobatga olib, ushbuga ega bo'lamiz:

$$\sigma_x = \sigma_{o'r} + \sigma_{31} \cos 2\alpha.$$

Yangi r o'qi 1 o'qqa ($\alpha + 90^\circ$) burchakka qiyalangan; demak, avvalgi tenglamada α ni ($\alpha = 90^\circ$) ga almashtirib, ushbuni olamiz:

$$\sigma_z = ((\sigma_1 + \sigma_3) / 2) - ((\sigma_1 - \sigma_3) / 2) \cos 2\alpha. \text{ Yoki}$$

$$\sigma_z = \sigma_{o'r} - \sigma_{31} \cos 2\alpha.$$

σ_{xz} kuchlanish (2.39) ifodadan aniqlanadi

$$\sigma_{xz} = \alpha (1/2) (\sigma_3 - \sigma_1) \sin 2\alpha.$$

Natijada o'zgartirish formulalari deb nomlanadigan, kuchlanish tarkibiy qismlarini α burchak funksiyasida ifodalovchilarni olamiz:

$$\sigma_x = ((\sigma_1 + \sigma_3) / 2) + ((\sigma_1 - \sigma_3) / 2) \cos 2\alpha;$$

$$\sigma_z = ((\sigma_1 + \sigma_3) / 2) - ((\sigma_1 - \sigma_3) / 2) \cos 2\alpha; \quad (2.43)$$

$$\sigma_{xz} = \alpha ((\sigma_1 - \sigma_3) / 2) \sin 2\alpha.$$

$$\text{Yoki } \sigma_x = \sigma_{o'r} + \sigma_{31} \cos 2\alpha;$$

$$\sigma_z = \sigma_{o'r} - \sigma_{31} \cos 2\alpha; \quad (2.43a)$$

$$\sigma_{xz} = \sigma_{31} \sin 2\alpha.$$

Yassi masala uchun (2.34) tenglamadan, u bo'yicha barcha hosilalar nolga tengligini hisobga olib, muvozanat differentsial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z} = 0;$$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = 0.$$

$$(2.44)$$

$$\frac{\partial \sigma_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = 0.$$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = 0.$$

Yassi kuchlangan holatga tegishli turli masalalarni yechishda, ba'zan to'g'ri burchakli o'rniga qutb koordinatlaridan foydalanish qulay bo'ladi. Bunda nuqtaning holati radius-vektor ρ va qutb burchagi θ , ya'ni radius-vektor ρ o'qi bilan tashkil etgan burchak bilan aniqlanadi.

Qutb koordinatlarida muvozanat shartlarini tsilindrik koordinatlardagi o'sha shartlarning o'zidan olish oson. Bunda $\rho_{z\rho} = \rho_{\rho z} = \rho_{z\theta} = \rho_{\theta z} = 0$ ga tenglab olinadi va z bo'yicha hosilalar nolga tengligi hisobga olinadi:

$$\frac{\partial \rho_{\rho\rho}}{\partial \rho} - \frac{\partial \rho_{\rho\theta}}{\partial \theta} - \frac{\partial \rho_{\theta\rho}}{\partial \rho} = 0,$$

$$\frac{\partial \rho_{\theta\theta}}{\partial \theta} - \frac{\partial \rho_{\theta\rho}}{\partial \rho} - 2\rho_{\rho\theta} = 0. \quad (2.45)$$

Kuchlanishlar shuningdek θ koordinatga ham bog'liq bo'lgan hol yassi masalaning xususiy xoli bo'ladi (o'qqa nisbatan kuchlanishlarning taqsimlanishi simmetrik). Bu holda ρ bo'yicha hosilalar va $\rho_{\rho\rho}$, $\rho_{\theta\theta}$ kuchlanishlar nolga aylanadi, muvozanat shartlari esa bitta differentsial tenglama bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial \rho_{\rho\rho}}{\partial \rho} - \frac{\partial \rho_{\theta\theta}}{\partial \theta} = 0. \quad (2.46)$$

Ravshanki, $\rho_{\rho\rho}$ va $\rho_{\theta\theta}$ kuchlanishlar bu yerda bosh bo'ladi. Bunday kuchlangan holatga tsilindrik jismni siqmasdan tortib olishda flanetsda ega bo'lamiz.

Ko'chish komponentlari (tarkibiy qismlari) va deformatsiya komponentlari orasidagi bog'lanish

Ilgariroq deformatsiya haqidagi dastlabki tushunchalar berib bo'lingan edi. Bu yerda o'sha tushunchalar oydinlashtiriladi va to'ldiriladi. Bunda shuni esda tutish lozimki, mos keluvchi differentsial bog'lanishlarni olish bilan **kichik deformatsiyalar** ko'rib chiqiladi. Har qanday plastik deformatsiya jarayonini har bir ayni shu paytida ko'rib chiqish mumkin va qulay bo'lganidan ular foydali bo'ladi.

Agar jism deformatsiyalansa, uning har bir nuqtasi o'zining boshlang'ich holatidan siljiydi. Bunda jism muvozanatda bo'ladi va butunlay joyidan ko'chish imkoniyatiga ega bo'lmasligi nazarda tutiladi. SHunday qilib, har bir nuqtaning siljishi batamom deformatsiya oqibatida ro'y beradi (ya'ni, qattiq ko'chish sodir bo'lmaydi).

Nuqtaning koordinatlari dastlabki paytda x, y, z bo'lgan, deformatsiyaning hozirgi paytida (dastlabkiga yaqin) x', y', z' bo'lsin, u holda $x' - x = U_x$ $y' - y = U_y$ $z' - z = U_z$

$$\begin{matrix} U_x \\ U_y \\ U_z \end{matrix} \quad (2.47)$$

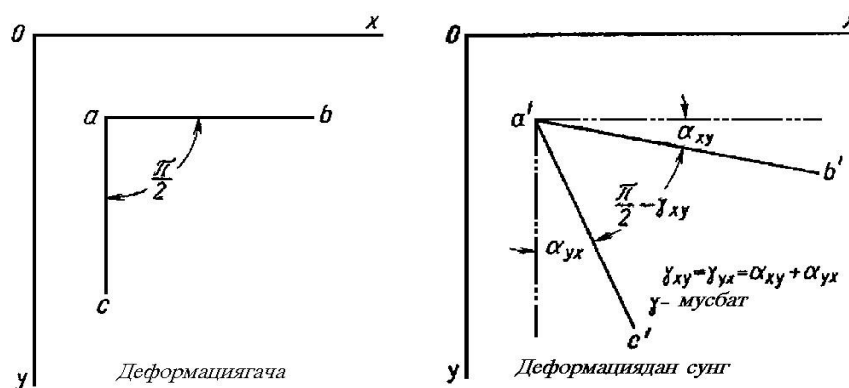
Ko'chishning koordinat o'qlariga proektsiyasidan iborat bo'ladi, ya'ni nuqtaning ko'chish komponentlari bo'ladi.

Jismning turli nuqtalari uchun ko'chish komponentlari turlicha bo'ladi va ular koordinatalarning uzluksiz funktsiyasi hisoblanadi.

Bundan kelib chiqadiki, jismda hayolan kesib olingan elementar parallelepiped deformatsiyada faqat o'z holatini emas, balki o'z shaklini ham o'zgartiradi. Umumiy holda parallelepiped qirralari uzunligini o'zgartiradi, burchaklar esa to'g'ri bo'lmay qoladi. Deformatsiyalar ikki turda bo'ladi: chiziqli (cho'zilish) va burchakli (siljishlar). Bunda yuqori tartibli cheksiz kichik hadlarni e'tiborga olmasdan, hisoblash mumkinki, burchakli deformatsiyalar (siljishlar) chiziqli o'lchamlarga ta'sir etmaydi.

Nisbiy chiziqli deformatsiyalarni bundan keyin ϵ orqali belgilaymiz. Indekslni xuddi kuchlanish σ dagi kabi olamiz. Bu yerda faqat kichik deformatsiyalar ko'rib chiqilayotgan uchun $\epsilon = \Delta l / l_0$ bo'ladi. Nisbiy siljishlarni γ orqali belgilaymiz.

Indekslarni xuddi σ kuchlanishlardagi kabi olamiz. Ikkita indeks buzilayotgan deformatsiya burchagi proektsiyalanadigan koordinat tekisligini ko'rsatadi. Bunda, nisbiy siljishlar, agar ularga tomonlari koordinat o'qlarining musbat yo'nalishiga yo'naltirilgan burchakning kamayishi mos kelsa, musbat hisoblanadi. Aytirilganlarni 34-rasm oydinlashtiradi.



34-rasm. Deformatsiya komponentlari va ko'chish sxemasi.

Bayon etilganlardan deformatsiya komponentlari oltita bo'lishi kelib chiqadi:

$$\epsilon_x \quad \epsilon_y \quad \epsilon_z$$

$$\epsilon_{xy} \quad \epsilon_{yz} \quad \epsilon_{zx}$$

Endi deformatsiya tarkibiy qismlarini siljish komponentlari orqali ifodalaymiz. Buning uchun deformatsiyalanayotgan jismda koordinata o'qlariga parallel bo'lgan dx, dy, dz cheksiz kichik qirrali elementar parallelepiped ajratib olamiz.

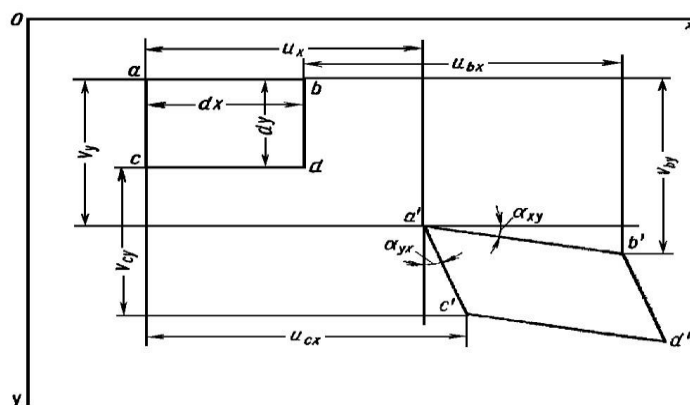
35-rasmda $abcd$ bu parallelepipedning xy tekislikka deformatsiyaga qadar, $a'b'c'd'$ esa - deformatsiyadan keyin a, b, c, d nuqtalar 35-rasmda ko'rsatilgan siljish olgandagi proektsiyasi bo'lsin. b va c nuqtalarning siljishini a nuqtaning siljishi orqali ifodalaymiz.

Ilgari aytilgandek siljish bu koordinataning uzluksiz funktsiyalaridir. b nuqta a nuqtadan x o'qi yo'nalishida cheksiz kichik masofada joylashgan. Yuqori tartibli hadlarni e'tiborga olmasdan hisoblash mumkinki, b nuqtaning x o'qi yo'nalishida ko'chishi, a nuqtaning ko'chishidan x koordinata bo'yicha dx uzunlikda U_x ortishi kattaligiga farq qiladi. Unda

$$U_{bx} = U_x + (\partial U_x / \partial x) dx.$$

Bu yerdan dx uzunlikdagi av qirraning nisbiy uzayishi, ya'ni x yo'nalishida ϵ nisbiy deformatsiya bunday ifodalanadi:

$$\epsilon_x = (U_{bx} - U_x) / dx = (U_x + (\partial U_x / \partial x) dx - U_x) / dx = \partial U_x / \partial x.$$



35-rasm. Nuqtalarning deformatsiya vaqtida siljishi.

SHunga o'xshash olamiz:

$$\partial U_y$$

$$U_{su} = U_u + (\partial U_u / \partial u) du. \quad \text{va} \quad \epsilon_y = \frac{\partial U_y}{\partial y},$$

shuningdek

$$U_{vu} = U_u + (\partial U_u / \partial x) dx,$$

$$U_{sx} = U_x + (\partial U_x / \partial u) du,$$

Burchaklarning o'zgarishi shuningdek cheksiz kichik

bo'lganidan $\tan \epsilon_{xy} = \epsilon_{xy}$ va $\tan \epsilon_{ux} = \epsilon_{ux}$, shuning uchun (35-rasm): $\epsilon_{xu} = (U_{vu} - U_u) / (U_{vx} + dx - U_x)$

Ilgari olingan U_{vx} va U_{vu} qiymatlarni qo'yib, ushbuni olamiz:

$$a_{xu} = (U_u + (\partial U_u / \partial x) dx - U_u) / (U_x + (\partial U_x / \partial x) dx + dx U_x) = (\partial U_u / \partial x) / (1 + \partial U_x / \partial x).$$

∂U

_____x $\partial \partial_x$ va birdan ancha kichik bo'lganidan ∂x

$$\partial_{xy} = \partial U_y / \partial x.$$

SHu usulda olamiz

$$\partial_{yx} = \partial U_x / \partial y$$

va nihoyat,

$$\partial \partial_{xy} \partial \partial_{yx} \partial \partial \frac{\partial U_x}{\partial y} \frac{\partial U_y}{\partial x} \partial_{xy}.$$

Ko'rilayotgan parallelepipedni uz va zx tekisliklarga proektsiyalab, deformatsiyaning boshqa komponentlari ifodalarini topamiz. Natijada ushbuni olamiz:

$$\partial_x \partial \partial U_x / \partial x;$$

$$\partial_y \partial \partial U_y / \partial y; \quad (2.48)$$

$$\partial_z \partial \partial U_z / \partial z :$$

$$\partial_{xy} \partial \partial U_x \partial y \partial \quad / \quad \partial U_y \partial x;$$

$$\partial_{yz} \partial \partial U_y \partial z \quad / \quad \partial \partial U_z \partial y;$$

$$\partial_{zx} \partial \partial U_z / \partial x \quad \partial U_x \partial z.$$

Nisbiy siljishlar ∂ ifodasini, biz ikkita burchak yig'indisining qiymati sifatida hosil qildik. Masalan, ∂_{xu} (34 va 35-rasmlarga qarang) siljish uchun x o'qiga parallel ab qirrani u o'qi yo'nalishida burilish burchagi (∂_{xu}) va u o'qiga parallel as qirrani x o'qi yo'nalishida burilish burchagi (∂_{ux}) yig'indisi sifatida olamiz.

SHakllar (xatoligi) deformatsiya natijalariga nisbatan ∂_{xu} va a burchaklarni nisbiy qiymatlari qanday bo'lishi butunlay farqsiz, faqat ularning yig'indisi ∂_{xu} ga teng bo'lib doimiy qolishi kerak. Bu bizga siljish deformatsiyasining har bir komponentini ikki ko'rinishda ∂_{xu} qiymatining yarmini ko'rib chiqib va ularni ∂ burchaklar uchun qilinganga o'xshash indekslab, tasavvur qilish imkoniyatini beradi.

Masalan, ∂_{xu} nisbiy siljish o'rniga $(1/2) \partial_{xu}$ va $(1/2) \partial_{ux}$ olinadi, shu bilan birga $(1/2) \partial_{xu} = (1/2) \partial_{ux}$. Bunda indekslash ∂ kuchlanish indekslari bilan mos kelishini ko'rish oson va biz deformatsiyalarni ham (2.12), (2.12a) tenglamalarda kuchlanishlarni yozgandagi kabi yoza olamiz:

$$\partial_x \quad \partial_{xy} / z \quad \partial_{xz} / z$$

$$T_{xx} = \sigma_{yx}/z - \sigma_x \quad \sigma_{yz}/z \quad (2.49)$$

$$\sigma_{zx}/z - \sigma_{zy}/z - \sigma_x$$

yoki asosiy diagonalga nisbatan simmetrik joylashgan komponentlar (tarkibiy qismlar) tengligini hisobga olib:

$$\sigma_x \sigma_{xy}/z - \sigma_{xz}/z$$

$$T_{xx} = \sigma_x \quad \sigma_{yz}/z \quad (2.49a)$$

$$\sigma_x \quad \sigma_x$$

T_{xx} (3.12) kuchlanishlar tenzori kabi xossalarga ega bo'lgan deformatsiya tenzori bo'ladi. U nuqtaning deformatsiyalangan holatini to'liq aniqlaydi, kuchlanishlar tenzori kabi invariantlarga ega bo'ladi va uni deformatsiyalar sharsimon tenzoriga va deformatsiyalar deviatoriga yoyish mumkin. SHarsimon tenzor elastik deformatsiyaning umumiy holda hajm o'zgarishini (hajmiy deformatsiyani), deviator esa shakl o'zgarishini (deviator deformatsiyasini) ifodalaydi.

Plastik deformatsiyada, ilgari ko'rsatilganidek, $\sigma_x + \sigma_u + \sigma_z = 0$, demak $\sigma_{o'r} = 0$ bo'ladi. SHuning uchun plastik deformatsiyada deformatsiyaning sharsimon tenzori nolga teng va deformatsiya tenzori deviator hisoblanadi.

Deformatsiyalar uchun, kuchlanishlar uchun bo'lganidek, bosh o'qlarni doimo topish mumkin. Ularning yo'nalishida bosh chiziqli deformatsiyalar (bosh uzayishlar) $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ o'rinli bo'ladi, σ siljishlar esa bo'lmaydi. Umuman, deformatsiya nazariyasining barcha kerakli formulalarini, mos ravishda kuchlanishlar nazariyasi formulalariga o'xshatib yozish mumkin.

Deformatsiyalar uzluksizligi

Deformatsiya tarkibiy qismlari uchta siljish komponentlari U_x, U_u, U_z bilan aniqlanadilar. Demak, ular ixtiyoriy tanlab olinishi mumkin emas, ular orasida ma'lum bog'lanishlar bo'lishi kerak. Bu bog'lanishlar birgalik (tenglamalari) shartlari yoki deformatsiyalar uzluksizligi nomi bilan yuritiladi. Bog'lanishlar bitta tekislikdagi deformatsiyaning tarkibiy qismlari orasida ham, turli tekisliklardagi tarkibiy qismlar orasida ham bo'ladi.

Yassi va o'qqa nisbatan simmetrik masala uchun birgalik shartlarini keltirib chiqaramiz.

Yassi kuchlangan holat uchun

$$\sigma_u = \text{const.}$$

Yassi deformatsiyalangan holat uchun

$$\sigma_u = 0$$

Ikkala holatda ham deformatsiyalar u koordinataga bog'liq emas va U_x x va z koordinatlarga bog'liq emas.

Aytilganlarni hisobga olib, (2.48) ifodan ushbuni olamiz:

$$\sigma_x = \sigma U_x / \sigma x;$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial U_z}{\partial z} \right); \quad (2.50)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial U_x}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial U_z}{\partial x} \right).$$

(2.48) ifodadan birinchi tenglamani z bo'yicha, uchinchi tenglamani x bo'yicha ikki martadan differentsiallaymiz:

$$\frac{\partial^2 \frac{\partial U_x}{\partial x \partial z}}{\partial z^2} - \frac{\partial^3 U_x}{\partial x \partial z^2};$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial^3 U_z}{\partial z \partial x^2} \right).$$

$$\frac{\partial}{\partial z}$$

Hadma-had qo'shamiz va bir oz o'zgartiramiz:

$$\frac{\partial^2 \frac{\partial U_x}{\partial x \partial z}}{\partial z^2} - \frac{\partial^3 \frac{\partial U_x}{\partial x \partial z}}{\partial x \partial z^2} - \frac{\partial^3 U_z}{\partial z \partial x^2} -$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \right) \left(\frac{\partial U_x}{\partial z} \right) - \frac{\partial U_z}{\partial x}$$

O'ng qismdagi qavsdagi ifoda nisbiy siljish $\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial}{\partial z}$ dan iborat ekanini payqagan holda ushbuni olamiz:

$$\frac{\partial^2 \frac{\partial U_x}{\partial x \partial z}}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \frac{\partial U_z}{\partial x \partial z}}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 \frac{\partial U_x}{\partial x \partial z}}{\partial x \partial z} \quad (2.51)$$

Bu (2.51) ifoda birgalik sharti bo'ladi. Ikkita berilgan deformatsiyalarda uchinchi juda aniq va yagona qiymat olishini ko'rish qiyin emas.

O'qga simmetrik kuchlangan holat uchun tsilindrik koordinatlarda keltirib chiqishsiz yozamiz:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial U_r}{\partial r} \right) \\ & \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial U_r}{\partial r} \right) \\ & \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial U_z}{\partial z} \right) \\ & \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial U_z}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (2.52)$$

Bu deformatsiyalar ifodasi bo'ladi. CHiziqli deformatsiyalar $\frac{\partial}{\partial r}$ va $\frac{\partial}{\partial z}$ birgalik sharti quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial}{\partial r} \right) \left(\frac{\partial}{\partial r} \right) \left(\frac{\partial}{\partial r} \right) \quad (2.53)$$

Hajmning doimiylik sharti.

Tezlikning deformatsiya jarayoniga ta'siri haqidagi masalani ko'rib chiqishda eng avvalo deformatsiya tezligi qanday qilib aniqlanishini belgilab olish kerak. Buning

uchun oldin hajmning doimiylik sharti bilan va deformatsiya darajasi, siljigan hajm tushunchalari bilan tanishamiz.

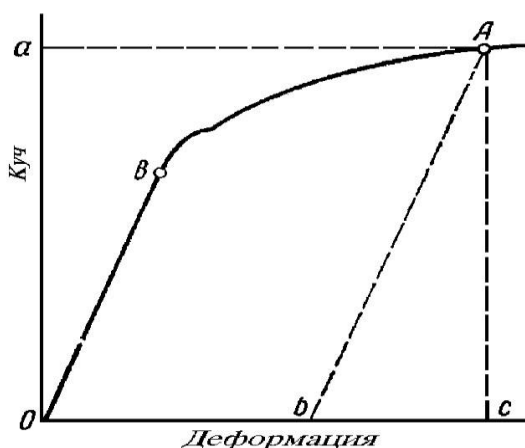
Metallning zichligi plastik deformatsiya natijasida nihoyatda kam o'zgargani uchun amaliy ahamiyatga ega emas, u holda kuchlanishlar va deformatsiyalar bilan bog'liq qator masalalarni yechishda, odatda quyidagi shart qabul qilinadi: plastik deformatsiyalanayotgan jism hajmi o'zgarmas bo'lib qoladi va shu bilan birga jismning plastik deformatsiyagacha bo'lgan hajmi, uning deformatsiyadan keyingi hajmiga teng.

Bundan plastik deformatsiya davrining o'zida tashqi kuchlar bilan yuklashdagi jismning hajmi, yuklanish olingandan keyingi uning hajmiga tengligi kelib chiqmaydi.

Bu shuning uchun bo'ladiki, jismni plastik deformatsiyasi doimo uning elastik deformatsiyasi bilan birga kuzatiladi, uning kuchlanishlarga bog'liqligi Guk qonuni bilan aniqlanadi. Demak yuklanishning oxirgi paytidagi jismning o'lchamlari, uning yuklanish olingandan keyingi o'lchamlaridan farq qiladi.

Sinov mashinasida olingan cho'zilishning odatdagi diagrammasi berilgan bo'lsin (36-rasm). Ordinata o'qi bo'yicha kuch, abtsissa o'qi bo'yicha - deformatsiya qo'yilgan.

Qandaydir paytda Oa kesma bilan aniqlanuvchi kuchda deformatsiya Os kesma bilan idoralanadi. Agar A nuqtadan OV chiziqqa parallel chiziq o'tkazilsa, bu yerda V nuqta proportsionallik chegarasiga mos keladi, unda Os kesma abtsissa o'qida ikki qismga bo'linadi. vs qism elastik deformatsiyalardan iborat bo'ladi, Ov qism esa - plastik, ya'ni yuklanish paytida to'liq deformatsiya Os kesma bilan ifodalanadi, yuklanish olingandan keyin esa Ov kesma bilan aniqlanuvchi, qoldiq (plastik) deformatsiya o'rinli bo'ladi. Ravshanki, VOs va Avs burchaklar tangensi (E) Yung modulini ifodalaydi.



36-rasm. Cho'zilish diagrammasi.

Bosim bilan issiq ishlashda katta plastik deformatsiyada elastik deformatsiya mavjudligini e'tiborga olmaslik mumkin. Aksincha, ba'zi hollarda, masalan, sovuq holda egishda elastik deformatsiya juda sezilib turadi. Amaliyotda bu hodisani prujinalanish deb ataydilar. Agar, masalan, polosa (uzunchoq kesim)ni sovuq holda

qandaydir α burchakka egilsa, egilishdan so`ng u α dan bir oz katta burchakka egilgan bo`lib chiqadi.

Texnologik jarayonlarni loyihalashda bu bilan hisoblashish zarur. «Sovuq holda» egishda masalan, shtampdagi burchakni prujinalanish burchagini hisobga olib, talab qilingan egish burchagidan bir oz farqlanadigan qilishga to`g`ri keladi.

Deformatsiya darajasi va siljigan hajm.

Qirralari koordinat o`qiga parallel va plastik deformatsiyagacha dastlabki o`lchamlari x_i, y_i va z_i bo`lgan parallelepiped olamiz (21 a - rasm).

Bu parallelepiped deformatsiyadan keyin ham parallelepipedligicha qolsin va uning o`lchamlari x_d, y_d va z_d bo`lsin. (37 b - rasm) (indekslar i -dastlabki, d - deformatsiyalangan).

U holda hajmning doimiylik sharti bo`yicha

$$V = X_i Y_i Z_i = X_d Y_d Z_d \quad (2.54) \text{ bundan}$$

$$(X_d/X_i)(Y_d/Y_i)(Z_d/Z_i) = 1 \quad (2.55)$$

Logarifmlagandan so`ng esa (plastik deformatsiya jarayonlarini ko`rib chiqishda eng qulay bo`lgan natural logarifm olinadi).

$$\ln(X_d/X_i) + \ln(Y_d/Y_i) + \ln(Z_d/Z_i) = 0 \quad (2.56)$$

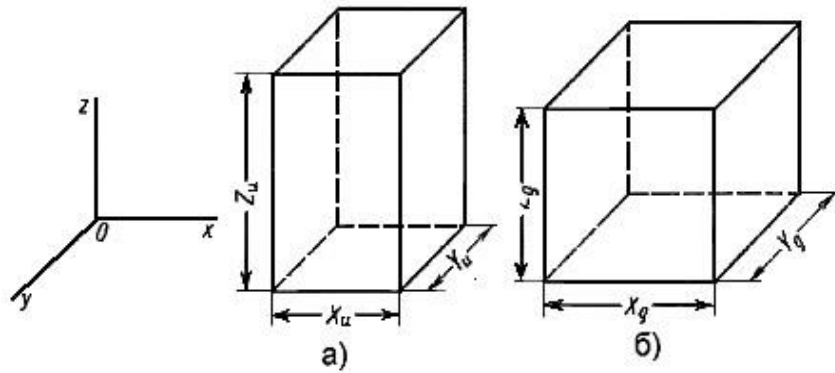
$$\text{yoki} \quad \alpha_x + \alpha_y + \alpha_z = 0 \quad (2.56a) \text{ bu}$$

yerda:

$$\begin{aligned} \alpha_x &= \ln(X_d/X_i) \\ \alpha_y &= \ln(Y_d/Y_i) \\ \alpha_z &= \ln(Z_d/Z_i) \end{aligned} \quad (2.57)$$

$\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ kattaliklar haqiqiy yoki chinakam deformatsiya darajasi, shuningdek uchinchi ko`rinishdagi (turdagi) yoki logarifmik deformatsiya darajasi nomlari bilan yuritiladi. SHunday qilib, logarifmik deformatsiya darajasi (deformatsiyadan) keyingi chiziqli o`lchamni, avvalgi - dastlabki

(deformatsiyagacha) o`lchamcha nisbatining natural logarifmidan iborat bo`ladi. α ni belgilashdagi x, y, z indekslar biz qaysi koordinat o`qi yo`nalishi bo`yicha deformatsiyani ko`rib chiqayotganimizni bildiradi. Agar, biz kasr suratiga avvalgi o`lchamni, mahrajiga esa keyingini qo`ysak, α ning son qiymati o`zgarmaydi, faqat ishoralari o`zgaradi xolos.



37-rasm.

Ko'rib chiqilayotgan misolda (37-rasm) parallelepiped siqilishga uchraydi. Uning Z qirradi kamayadi, X va Y oshadi ($Z_i \rightarrow Z_d$, $X_i \rightarrow X_d$, $Y_i \rightarrow Y_d$). Demak, (2.57) formula bo'yicha ϵ_x deformatsiya manfiy, ϵ_x va ϵ_y musbat bo'ladi (o'lchamning oshishi - musbat deformatsiya, o'lchamning kamayishi - manfiy deformatsiya).

(2.56) tenglikdan ushbu muhim xulosalar qilish mumkin:

1. ***Plastik deformatsiyada uchta o'zaro perpendikulyar yo'nalishlar bo'yicha logarifmik deformatsiya darajalarini algebraik yig'indisi nolga teng.***
2. ***Deformatsiya darajalaridan bittasi boshqa ikkitasining ishorasiga qarama-qarshi ishoraga ega, mutloq kattaligi bo'yicha esa ularning yig'indisiga teng, ya'ni mutloq kattaligi bo'yicha maksimal bo'ladi.***

Logarifmik deformatsiya darajasi, deformatsiyaning har bir fursatidagi jismning o'lchami kattaligiga tegishli uning shu o'lchamini cheksiz kichik o'sishi integralidan iborat bo'ladi, masalan:

$$\epsilon_x = \int_{x_i}^{x_d} \frac{dx}{x} = \ln x \Big|_{x_i}^{x_d}$$

x

Deformatsiya darajasi boshqacha ifodalanishi ham mumkin, chunonchi, o'lcham o'sishini dastlabki o'lchamga nisbati sifatida:

(x

$$\epsilon_x = \frac{x_d - x_i}{x_i} = \frac{x_d}{x_i} - 1$$

x_i x_i

$$\epsilon_y = \frac{y_d - y_i}{y_i} = \frac{y_d}{y_i} - 1 \quad (2.58)$$

(y

□

$$\epsilon_z = \frac{z_d - z_i}{z_i} = \frac{z_d}{z_i} - 1$$

$$\epsilon_z = \frac{\Delta z}{z} = \frac{\Delta z}{z_0}$$

Bu yerda ham deformatsiya darajalarining musbat kattaliklariga cho`zilish va manfiylariga - siqilish mos keladi.

ϵ_x, ϵ_y va ϵ_z birinchi xil deformatsiya darajasi (yoki oddiy qilib deformatsiya darajasi) nomi bilan yuritiladi.

ϵ_x va ϵ_y kattaliklar o`zaro bog`langan:

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta z}{z} = \frac{\Delta V}{V} = \ln(1 + \epsilon_x) = \ln(1 + \epsilon_y) = \ln(1 + \epsilon_z)$$

$\epsilon_x = \ln($

$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta z}{z}$ va hokazo. $\ln(1 + \epsilon_x)$ ni

qatorga yoyamiz:

$$= \epsilon_x - \frac{\epsilon_x^2}{2} + \frac{\epsilon_x^3}{3} - \frac{\epsilon_x^4}{4} + \dots$$

$$\epsilon_x = \ln(1 + \epsilon_x) = \epsilon_x - \frac{\epsilon_x^2}{2} + \frac{\epsilon_x^3}{3} - \frac{\epsilon_x^4}{4} + \dots \text{ va xokazo.}$$

□

Bu qator $\epsilon_x \ll 1$ da yaqinlashuvchi (yig`iluvchi) dir. Birinchidan tashqari barcha hadlarni tashlab yuborib, ushbuni olamiz.

$$\epsilon_x = \epsilon_x$$

0,1 dan kichik bo`lgan deformatsiya darajalarida ϵ_x va ϵ_y orasidagi farq 5% dan kam, shu sababli kichik deformatsiyalar uchun:

$$\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z = \frac{\Delta V}{V} \quad (2.59) \text{ deb}$$

hisoblash mumkin. Mos ravishda

$$\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z = 0 \quad (2.60)$$

(3.3a) tenglikning barcha hadlarini deformatsiyalanayotgan jism hajmi V ga ko`paytirib, ushbuni olamiz:

$$V\epsilon_x = V\epsilon_y = V\epsilon_z = 0 \quad (2.61) \text{ kichik}$$

deformatsiyalar uchun esa:

$$V\epsilon_x = V\epsilon_y = V\epsilon_z = 0 \quad (2.61a)$$

Hajmni deformatsiya darajasiga ko`paytmasi mos ravishda X, Y, Z

yo`nalishlar bo`yicha siljishgan hajmlar V_c dan iborat bo`ladi, ya`ni

$$V_{cx} = V_{cy} = V_{cz} = 0 \quad (2.62)$$

Bundan hajmning doimiylik qonunini yana bitta ifodalash kelib chiqadi, masalan:

Uchta o'zaro perpendikulyar yo'nalishlar bo'yicha siljigan hajmlar yig'indisi nolga teng.

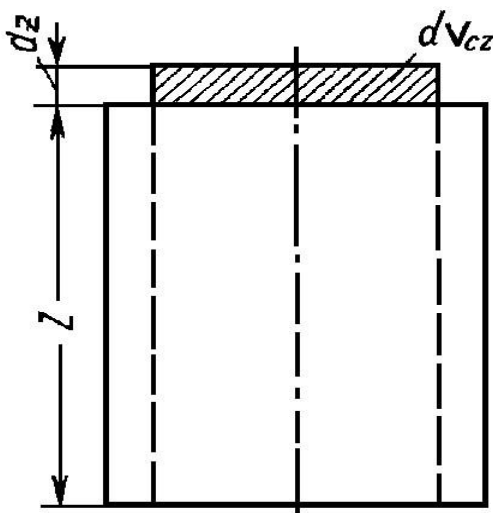
Ayni mahalda siljigan hajmlardan biri boshqa ikkitasiga qarama-qarshi ishoraga ega, mutloq kattaligi bo'yicha esa ularning yig'indisiga teng, ya'ni mutloq kattaligi bo'yicha maksimal bo'ladi.

□ ko'paytma haqiqatdan ham siljigan hajmdan iborat ekanligini isbotlaymiz.

Berilgan paytdagi jismning deformatsiyasi, masalan, z o'qi bo'yicha Z o'lchamga ega, undan keyingi paytda dz o'sish oladigan bo'lsin (38-rasm). Elementar siljigan hajm dV_{cz} shunday aniqlanishini ko'rish oson:

$$dV_{cz} = F_z dz$$

bu yerda: F_z - deformatsiya jarayonini har bir berilgan paytida jismning ko'ndalang (Z o'qiga normal) kesimi yuzasi;



38-rasm. Jismning z o'qi bo'yicha deformatsiyasi.

Z_1

$$u \text{ holda: } V_{cz} = \int_{Z_1}^{Z_2} F_z dz \quad (2.64)$$

V

agar $F_z = \dots$ bo'lsa, unda Z
 $Z_1 dz$

$$V_{cZ} = \int_{z_{II}}^{z_D} V dz \quad (2.65)$$

bu yerda, ilgariidek, z_{II} va z_D - mos ravishda jismning dastlabki balandligi va uni deformatsiyadan keyingi balandligi. Integrallab ushbuni olamiz:

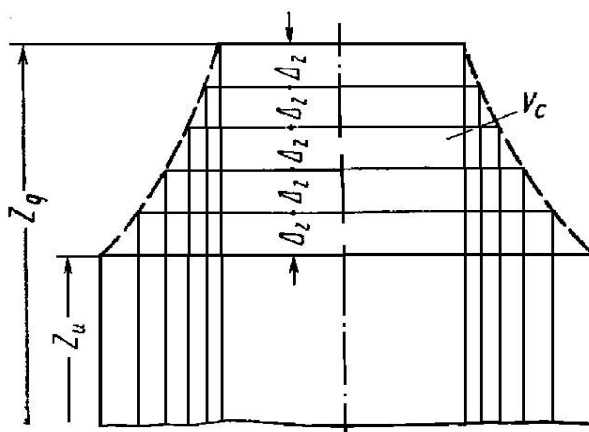
$$V_{cZ} = V \ln \left(\frac{z_D}{z_{II}} \right) \quad (2.66)$$

va umuman $V_c = V \ln \left(\frac{z_D}{z_{II}} \right) \quad (2.66a)$ Kichik

deformatsiyalar uchun

$$\Delta V_c \approx V_c \frac{\Delta z}{z} \quad (2.66b)$$

Siljigan hajmning geometrik ma'nosi 39-rasmdan ravshan bo'ladi.



39-rasm. Siljigan xajmni aniqlashga oid.

Ilgari yozilgan (2.55) ifodadan: x_D

$$\frac{y_D}{z_D} = 1 \quad \text{kelib chiqadi. } x_{II}$$

$$y_{II} = z_{II}$$

$$x_D = y_{II} \frac{z_{II}}{z_D} = F_{II} x, \text{ chunki } x_{II}$$

$$y_{DzD} = F_{Dx}$$

$$y_{ИЗИ} \square F_{ИХ} \text{ va } y_{ДЗД} \square F_{ДХ}$$

bu yerda $F_{ИХ}$ va $F_{ДХ}$ mos ravishda deformatsiyadan oldini va keyingi jismning X o`qiga normal kesim yuzalaridan iborat bo`ladi.

Bu deformatsiya darajasi va siljigan hajmlarni faqat chiziqli o`lchamlar orqali emas, balki yo`nalishida deformatsiya darajasi va siljigan hajm ko`rib chiqilayotgan, koordinat o`qiga normal kesim yuzalari orqali ham ifodalash imkoniyatini beradi: $X \quad F \quad F$

$$\square_x \square \ln\left(\frac{\dots}{\dots}\right) \square \ln\left(\frac{\dots}{\dots}\right) \square \square \ln\left(\frac{\dots}{\dots}\right)$$

$$x_{И} \quad F_{ДХ} \quad F_{ИХ}$$

$$\square_x \square (x_{Д} \square x_{И}) \square \square_x \square (F_{ИХ} \square F_{ДХ}) \square \square \square F_x \quad x_{И} \square x_{И}$$

$$F_{ДХ} \quad F_{ДХ}$$

Koordinat o`qlarining y va z yo`nalishlari bo`yicha deformatsiya darajalari uchun ifodalarni shuncha o`xshash olish mumkin.

Umumiy ko`rinishda bunday yozish mumkin:

$$\dots \quad F_{ДХ})$$

$$\square \square \square \ln($$

$$F_{ИХ}$$

$$\square F$$

$$\square \square \square \frac{\dots}{F_{Д}} \quad (2.67)$$

$$z_{Д} dz$$

Siljigan hajmning keltirilgan (2.65) ifodasi $V_{CZ} \square V \square \dots Z$ ni keltirib $z_{И}$

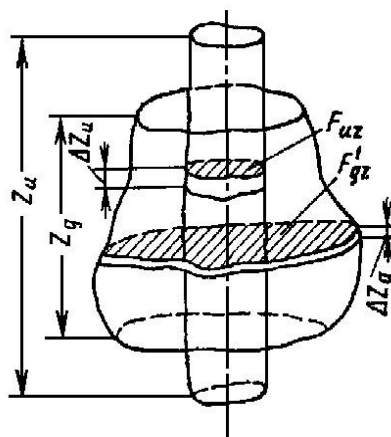
chiqarishdan ma'lum bo`ladiki, agar jismning kesim yuzalari F_z kattaligi, faqat deformatsiyaga qadar ham, deformatsiyadan keyin ham, jismning hamma Z uzunligi bo`yicha doimiy bo`lib hisoblansa, masalan, tsilindr tsilindrga, parallelepiped parallelepipedga va shunga o`xshash o`tish holidagina haqiqiy bo`ladi.

Agar bu shartga rioya qilinmasa, masalan, tsilindr deformatsiyada kesik konusga aylanadi, $F_z \propto V_{-z}$ ifodani yozib bo'lmaydi, demak, $V_{cz} \propto V \ln(\frac{z}{z_0})$ ifoda

ham haqiqiy bo'lmaydi.

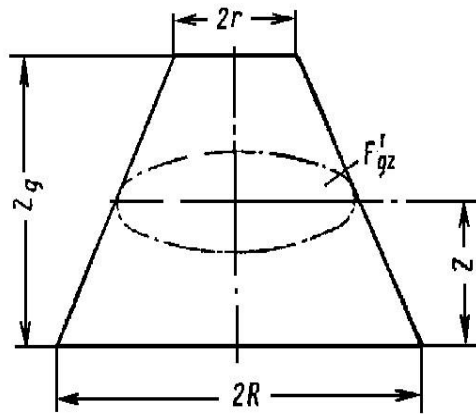
Biroq, qator hollarda, o'rtacha siljigan hajmni topish mumkin, u bo'yicha o'rtacha deformatsiya darajasini ham A.N. Bryuxanov formulasi yordamida topish mumkin.

Dastlabki (deformatsiyagacha) balandligi Z_0 bo'lgan jism olamiz. U kesim yuzalari F_{uz} butun balandlik bo'yicha bir xil (shakli bo'yicha ular turlicha bo'lishi mumkin) bo'lgan majburiy xossasi bilan ajralib turadi (40-rasm).



40-rasm. Jismning deformatsiyadan avvalgi va keyingi shakli.

Deformatsiyadan keyin jism balandligi Z_D bo'lsin, ammo Z_0 qiga normal jism kesimlarining yuzasi jism baladligi bo'yicha olingan turli nuqtalar uchun turlicha kattalikka ega bo'ladi. Bu yuzalarni ilgari bo'lgan belgilashlardan farqli ravishda «'» indeks bilan belgilaymiz, ya'ni F_{Dx} . Ravshanki, gap jismning yakuniy shakli haqida ketar ekan, unda F_{Dx} jismni oxirgi shakli bilan aniqlanadigan Z ning funktsiyasi hisoblanadi



41-rasm. Jismning oxirga shakli.

Masalan kesik konus uchun (41-rasm):

$$F_{dx} = \int_0^z [R - (R - r)\frac{z}{z_d}]^2 dz$$

Deformatsiyalangan jismning balandligi z_d va yuzasi F_{dz} bo'lgan har bir elementar hajmi ΔV , balandligi Δz va yuzasi F_{dz} bo'lgan, dastlabki jismning qaysidir yerida mos ravishda joylashgan, unga teng elementar hajmning deformatsiyasi hisobiga hosil bo'lgan deb faraz qilamiz, ya'ni

$$\Delta V = \Delta z_d F_{dz} = \Delta z F_{dz}$$

Ko'rilayotgan hajmlar cheksiz kichik balandlikka ega elementar hisoblanadi, elementar siljigan hajmlar uchun esa, ushbu tenglik haqiqiy bo'ladi [(2.66) va (2.67) formulalarga qarang].

$$\Delta V_{cz} = \int_0^z V \ln\left(\frac{F_{dz}}{F_{dz}^0}\right) dz,$$

$$\text{ammo } \Delta V = \int_0^z F_{dz} dz$$

bundan, chegaralarga o'tib va deformatsiyadan keyin olingan shaklni butun balandligi bo'yicha integrallab ushbuga ega bo'lamiz:

$$V_{CZ} = \int_0^z F_{\nu z} dz$$

$$(2.68) \quad F_{\nu z} = \ln(\dots)$$

0

ya'ni, A.N. Bryuxanov formulasi yordamida siljigan hajmni, deformatsiyalangan jism ko'ndalang kesim yuzalari, uning balandligining turli nuqtalari uchun turlicha kattalikka ega bo'lgan holatda ham, aniqlash mumkin, chunki jismning oxirgi shakli va o'lchamlari doimo ma'lumdir. O'rtaga deformatsiya darajasini siljigan hajm bo'yicha aniqlash mumkin:

$$V^c \quad (2.69)$$

□□

V

(2.66) formula, binobarin undan olingan (2.64) integral ham A.N. Bryuxanovning (2.68) formulasini xususiy holi hisoblanishini osongina isbotlash mumkin.

Haqiqatan, agar jism deformatsiyadan keyin ko'ndalang kesim yuzasini doimiy kattaligiga ega bo'lsa, unda $F_{\nu z} = F_{\nu z}$, $F_{\nu z}$ esa shart bo'yicha doimiy. U paytda

$$F_{\nu z} = \dots \text{ va } F_{\nu z} = \dots \cdot z$$

F ifodani (2.68) tenglamaga qo'yib, ushbuni olamiz:

$$V \quad z \cdot z$$

$$V_{CZ} = \int_0^z \ln(z \cdot z) dz = V \ln(\dots)$$

ya'ni, biz (2.66) formulani olamiz, buni isbotlash talab etilgan edi.

Misol uchun, tsilindrni to'g'ri kesik konusga deformatsiyalashda (2.68) formulani integrali yordamida olinadigan, siljigan hajmni aniqlash ifodasini keltiramiz:

$$V_c = \frac{1}{3} [F_H H - \frac{1}{2} R^2 \ln \frac{F_H}{F_B} - \frac{2}{3} F_B H^2 - \frac{1}{3} R^2 \ln \frac{F_H}{F_B} - \frac{2}{3} F_B H^2]$$

bu yerda: F_H - kesik konusning pastki (katta) asosi yuzasi; F_B - kesik konusning yuqorigi asosi yuzasi; H - kesik konus balandligi; F_L - boshlang'ich (dastlabki) tsilindr ko'ndalang kesim yuzasi.

6-SEMESTR

1 MAVZU: UMUMIY MA'LUMOTLAR. PAYVANDLASH TURLARI

Reja:

- 1. Payvandlash usullarining klassifikatsiyasi.**
- 2. Metallarning payvandlanuvchanligi.**
- 3. Payvandlashda normal struktura o'zgarishlari.**

Tayanch so'zlar: *Payvandlanuvchanlik, sinflar, sovuqlayin ishqalab, ultratovush, portlatish, normal struktura, CHok metali, yondashgan uchastka;*

Materiallarni payvandlash usullari GOST 19521-84 ga ko'ra termik, termomexanik va mexanik sinflarga ajratiladi.

-Termik sinf.

Bu klassga materiallarning payvandlanadigan joylarini suyultirib payvandlashni barcha usullari, jumladan elektr yoy, elektr-shlak, elektron-nur, plazma, gaz alangasida payvandlash usullari kiradi.

-Termomexanik klass.

Bu klassga materiallarning payvandlanadigan joylarini qizdirib, yuqori plastik xolatga keltirib bosim bilan payvandlashning barcha usullari, jumladan elektr kontakt, gaz alangasida qizdirib presslab, diffuzion payvandlash usullari kiradi.

-Mexanik klass.

Bu klassga oid payvandlashning barcha usullari (sovuqlayin ishqalab, ultratovush, portlatish va boshqalar) qo'llanilganda mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanadi va material qizib bosim ostida payvandlanadi.

Metallarning payvandlanuvchanligi. Metallarning payvandlanuvchanligi ularni ximiyaviy tarkibiga, kristall panjarasiga, strukturasi, payvandlash usuliga, payvandlash joylarining moy, kir, zangdan tozalanganlik darajasiga va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Odatda metallarning payvandlanuvchanligini aniqlashda hosil qilingan chok sifati payvandlaniladigan metall xossasiga taqqoslanadi. Agar chokda nuqsonlar (govaklik, darzlar, toblangan uchastkalar) bo'lmay, strukturasi (xossasi) payvandlanadigan metall xossasiga yaqin bo'lsa, bunday metallar yaxshi payvandlanuvchan xisoblanadi.

Payvandlashda normal struktura o'zgarishlari. Metallarni suyultirib payvandlashda kichik hajmdagi suyuq metalni va unga yondashgan uchastka metalining xavoda sovish paytdagi kristallanishida struktura o'zgarishlari payvandlanuvchanlik darajasiga ko'ra turlicha boradi.

Odatda metallarni elektr yordamida payvandlashda chok metaliga yondashgan termik ta'sir etish zonasi kengligi 4-10 mm bo'lsa, gaz alangasida payvandlashda esa 20-30 mm bo'ladi. Metallarni oddiy sharoitda payvandlashda chok metali va termik ta'sir zonalaridagi struktura o'zgarishlarini yaxshi payvandlanadigan kam uglerodli po'latlar misolida qo'rib chiqayliq. Ma'lumki bu po'latlarni payvandlashda struktura o'zgarishlari Fe-FeC xolat diagrammasi buyicha kechadi. Bunda chok metallardan to payvandlanuvchi metallgacha bo'lgan zonalarini quyidagi uchastkalarga ajratish mumkin:

1. CHok metali

2. CHokka yondashgan uchastka.
3. O'ta qizigan uchastka
4. Normallangan uchastka.
5. CHala qristallanish uchastkasi.
6. Rekrustallanish uchastkasi.

Agar zagatovka payvandlashdan avval sovuqlayin plastik deformatsiyalanib ishlangan bo'lsa, fizik puxtalik yo'qoladi.

2 MAVZU: METALLARNI TERMOMEXANIK VA MEXANIK PAYVANDLASH

Reja:

- 1. Elektr – kontakt usulida payvandlash.**
- 2. Gaz alangasida preslab payvandlash.**
- 3. Diffuzion payvandlash.**
- 4. Ultratovush yordamida payvandlash**

Tayanch so'zlar: *kontakt, maxsus mehanizm, uchma-uch payvandlash, o'tish vaqti, tok zanjiri, diffo'zion payvandlash, radio, elektronika, termik usulida payvandlash, katta tok*

Elektr kontakt usulida payvandlash. Payvandlanadigan zagatovkalar payvandlash mashinasining qiqichlariga maxsus mehanizm vositasiga bir biriga yaqinlashtiriladi va bir biriga kontaktlangan zanjirga katta tok (1000-10000 A) yuboriladi. Bunda kontakt yuzalariga Joul-Lends qonuniga muvofiq ko'p miqdorda issiqlik ajraladi.

$$Q=I \cdot R \cdot t$$

Bu yerda $I=0,2412$ payvandlash toki, A

R - tok zanjirini umumiy qarshiligi, Om

T – tokni o'tish vaqti, sekund.

Elektr kontakt usulida uchma-uch, nuqtali va rolik bilan payvandlash [illariga ajratiladi.

Uchma-uch payvandlash. Uchma-uch payvandlashda joylari suyultirilib va suyulitilmay bosim ostida payvandlanadi.

Nuqtali payvandlash – payvandlanadigan metall listlardan birini payvandlash mashinasining pastki qo'zg'almas elektrodi ustiga, ikkinchisi usniga qo'yib, usni eleknrodini tushurib qisilgach tok zanjiri ulanadi.

Ro'liklar va payvandlash. Bu usulda qalinligi 0,3 -3 mm bo'lgan po;lat alyuminiy va mis qotishmalaridan germetik brikmalar, rezeverlar, baklar tayyorlanadi.

Gaz alangasida presslab payvandlash. Bu usulda zagatovkalarining payvandlash joylari ko'p alangali gorelka yordamida yuqori plastik holga kelguncha yoki suyuqlanguncha qizdiriladi. Keyin zagatovkalar pnevmatik yoki gidravik qurilma vositasida o'qlarni boylab bir-biriga payvandlanadi.

Diffo'zion payvandlash. Metallarning kontakt yuzalari yuqori temperaturagacha qizdirilganda atomlarning o'zaro diffuzatsiyalashi tufayli payvandlanishi diffuzion payvandlash deyuladi. Bu usulda radio va elektronika asbobsozligi va boshqa sohalarda metallarni payvandlashda ktng foydalaniladi. Bu usulda yuqqa metall listlarni ustma-ust payvandlashda foydalaniladi. Buning uchun payvandlanuvchi listlarni kontaktlanish joyiga ultra tovush chastatasida (15-100 kgs) mexanik tebranishlar beradi.

Bu usulda asbobsozlikda, samaliyo'tsozlikda juda yupqa (0,001-1mm gacha) Plastik metallar va ularning payvandlashda ktng foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Elektor- kontakt usulida payvandlash qanday amalga oshiriladi?
2. Gaz alangasida prtsslab payvandlash qanday amalga oshiriladi?
3. Diffo'z ion payvandlash qanday amalga oshiriladi?
4. Ultra tovush yordamida payvandlash qanday amalga oshiriladi?
5. Termik usulida payvandlash qanday amalga oshiriladi?
6. Payvandlashning mashinfsozlik sanoatidagi o'rni qanday?
7. Payvandlashda xavfsiz ishlashni qanday tashkil qilish mumkin?

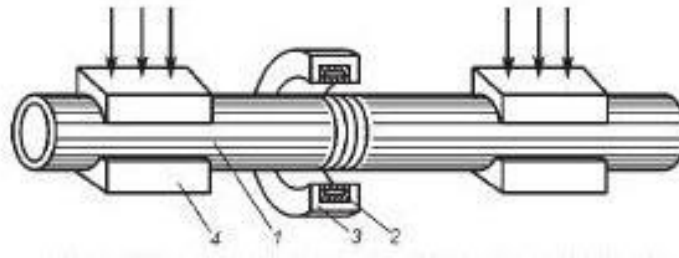
3 MAVZU: KONTAKTLI PAYVANDLASH

Reja:

- 1. Kontaktli payvandlash**
- 2. Nuqtali kontaktli payvandlash**
- 3. Nuqtali payvandlash qo'llaniladigan sohalar**
- 4. Chokli kontaktli payvandlash**

Tayanch so'zlar: *Kontakt, impuls, induktor, magnit, cho'kish, relyefli payvandlash, induksion payvandlash, unipolyar tok, mikronotekislik, oksid parda, transformator, rolik, termodeformatsiya, gigiyenik sharoit.*

- 1. Kontaktli payvandlash**



1.8-rasm. quvurni yuqori chastotali tok bilan payvandlash sxemasi:

1 — payvandlanayotgan quvur; 2 — induktor; 3 — magnit o‘tkazgich;

4 — payvandlanadigan quvurlarni qotirib qo‘yish va cho‘kish hosil qilish uchun qismalar.

Kontaktli payvandlash detallarni ular orqali o‘tuvchi elektr toki bilan qisqa muddat qizdirish va siqish kuchi yordamida plastik deformatsiyalash natijasida detallarning ajralmas metall birikmalarini hosil qilish texnologik jarayonidir. Kontaktli payvandlash biriktiriladigan detallarni payvandlanayotgan materialning erish nuqtasidan pastda yoki yuqorida yotuvchi haroratgacha mahalliy qizdirish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Kontaktli payvandlashda detallar atomlararo ilashish kuchlari ta’sir qilishi hisobiga birikadi. Ushbu kuchlar ikkita metall detal orasida namoyon bo‘lishi uchun yoki payvandlanishi uchun ular kristall panjara parametri bilan taqqoslanadigan masofada yaqinlashtirilishi lozim. Masalan, yuqori darajada plastik metallar —aluminium, mis yoki uning qotishmalarini sovuq holatda payvandlash bunga misol bo‘la oladi. Plastikligi pastroq materiallar, chunonchi, po‘lat sovuq holatda deyarli payvandlanmaydi, chunki detallar siqilganda yuzaga keluvchi ancha katta qayishqoq zo‘riqishlar tashqi kuch olinganda ayrim nuqtalarda vujudga kelgan elementar birikmalarni yemiradi. Kontaktli payvandlash sovuq holatda payvandlashdan asosan shunisi bilan farq qiladiki, qizdirishda atomlarning harakatchanligi ortadi, payvandlash uchun zarur bo‘lgan plastik deformatsiya darajasi kamayadi. Issiq metallning deformatsiyasi kichikroq solishtirma bosimda amalga oshadi va payvandlashni qiyinlashtiruvchi qayishqoq kuchlarni bartaraf etadi. Bosim bermasdan, hatto eritish yo‘li bilan kontaktli payvandlashni amalga oshirib bo‘lmaydi. Bosimning ahamiyati quyidagilardan iborat:

- 1) payvandlanayotgan detallar bir-biriga zich tekkuncha yaqin lashadi, natijada payvandlash joyida issiqlik ajralish jadalligiga ta'sir qiluvchi, detallar orasida hosil bo'luvchi kontaktning holatini rostlash imkoniyati paydo bo'ladi;
- 2) berk hajmda kristallanuvchi metall quymakorlik nuqsonlari (g'ovaklik, cho'kish bo'shliqlari va b.) paydo bo'lmasdan zichlanadi;
- 3) payvandlash joyi ifloslangan va oksidlangan metallardan holi bo'ladi.

Kontaktli payvandlashning ma'lum usullari bir qator belgilariga ko'ra tasniflanadi (GOST 19521—74):

1. Texnologik belgilariga ko'ra:

- nuqtali payvandlash;
- relyefli payvandlash;
- chokli payvandlash;
- uchma-uch payvandlash.

2. Birikmaning tuzilishiga ko'ra:

- ustma-ust payvandlash;
- uchma-uch payvandlash.

3. Payvandlash joyida (zonasida) metallning chekli holatiga ko'ra:

- eritib payvandlash;
- eritmasdan payvandlash.

4. Tokning berilish usuliga ko'ra:

- kontaktli payvandlash;
- induksion payvandlash.

5. Payvandlash tokining turiga ko'ra:

- o'zgaruvchan tok bilan payvandlash;
- o'zgarmas tok bilan payvandlash;
- unipolar tok, ya'ni impuls davomida kuchi o'zgaradigan bir qutbli tok bilan payvandlash.

6. Bir yo'la bajariladigan biriktirishlar soniga ko'ra:

- bir nuqtali va ko'p nuqtali payvandlash;

- bir chok bilan yoki ko‘p chok bilan payvandlash;
- bitta yoki bir nechta birikish joylarini bir yo‘la payvandlash.

7. Chokli payvandlashda roliklarni siljitish turiga ko‘ra:

- uzluksiz siljitib (roliklarni doimiy ravishda aylantirib) payvandlash; — roliklarni qadam-baqadam siljitib (payvandlash vaqtida roliklarni to‘xtatib) payvandlash.

Kontaktli payvandlashning afzal tomonlari ushbulardan iborat:

- 1) jarayonning unumdorligi yuqori;
- 2) payvandlash jarayonini yengil mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish mumkin;
- 3) termodeformatsiya sikli qulay bo‘lib, ko‘pgina konstruksiyali materiallarni biriktirish sifati yuqori bo‘lishini ta’minlaydi;
- 4) texnologik jarayonning gigiyenik sharoiti yaxshi.

2. Nuqtali kontaktli payvandlash

Nuqtali payvandlash kontaktli payvandlashning bir usuli bo‘lib, bunda detallar chegaralangan alohida tegish joylari bo‘yicha (nuqtalar qatori bo‘yicha) payvandlanadi. Nuqtali payvandlashda detallar ustma-ust yig‘ilib, elektr toki manbayi (masalan, payvandlash transformatori) ulangan elektrodlar yordamida F pay kuchi bilan siqiladi. qisqa muddati payvandlash toki I payo‘tganda detallar ularning o‘zaro erish zonasi paydo bo‘lguncha qiziydi. Bu zona o‘zak (yadro) deb ataladi. Payvandlash joyi (zonasi) qiziganda detallarning bir-biriga tegish joyida (o‘zak atrofida) metall plastik deformatsiyalanadi. Bu joyda zichlovchi belbog‘ hosil bo‘lib, u suyuq metallni chayqalib to‘kilishdan va atrof havosidan ishonchli tarzda himoyalaydi. Shu bois payvandlash joyini maxsus himoyalash talab qilinmaydi. Tok uzib qo‘yilgandan so‘ng, o‘zakning erigan metali tez kristallanadi va biriktirilayotgan detallar orasida metall bog‘lanishlar vujudga keladi. Shunday qilib, nuqtali payvandlashda detallarning birikishi metallning erishi bilan sodir bo‘ladi. Nuqtali payvandlashda detallar 50 Hz sanoat chastotali o‘zgaruvchan tok impulslari

bilan, shuningdek o'zgarimas yoki unipolyar tok impulslari bilan qizdiriladi. Nuqtali payvandlashda payvand chok to'rt bosqichda hosil bo'ladi.

B i r i n c h i tayyorgarlik (siqish) bosqichida payvandlanadigan yuzalar muayyan kuch ta'sirida bir-biriga tegadi. Tegish joylaridagi mikronotekisliklar deformatsiyalanadi va oksid pardalari yemiriladi. Tegish qarshiliklari kamayadi va barqarorlashadi, birikma payvandlash tokini ulashga tayyorlanadi.

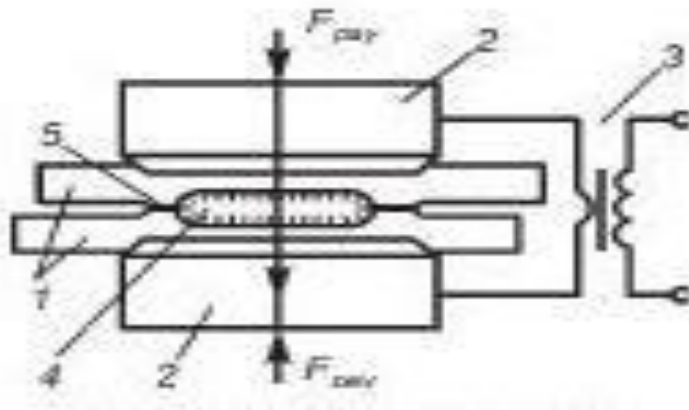
Ikkinchi bosqich payvandlash toki ulangan paytdan boshlanib, quyma o'zakning eriy boshlashi bilan nihoyasiga yetadi. Mazkur bosqich vaqtida metall qiziydi va birikish joyida kengayadi. Metall qizishi bilan plastik deformatsiyalar ortadi, bu deformatsiyalar ta'sirida metall tirqishga siqib chiqariladi va belbog' hosil bo'lib, u o'zakni zichlaydi.

Uchinchi bosqich erigan zona paydo bo'lishidan va uning quyma o'zakning nominal diametrigacha kattalashishidan boshlanadi. Bu bosqichda oksid pardalari bo'linib va yemirilib, o'zakning erigan metalida aralashadi. Elektr-dinamik kuchlarning ta'sir ko'rsatishi ushbu jarayonga yordam beradi va suyuq metall jadal aralashishiga hamda turli xil metallarni payvandlashda o'zakning tarkibi tekislanishiga olib keladi. Bunday aralashishida oksid pardalar va iflosliklarning erimaydigan zarralari erigan metall chetida to'planadi.

T o ' r t i n c h i bosqich tok uzib qo'yilgan paytdan boshlanadi. Ushbu bosqich vaqtida metall soviydi va kristallanadi hamda payvandlash joyi cho'kichlanadi.

3 Nuqtali payvandlash qo'llaniladigan sohalar

Nuqtali payvandlash shtamplab-payvandlab yasaladigan konstruksiyalarni tayyorlashda keng qo'llaniladi. Bunday konstruksiyalarda listdan shtamplab yasalgan ikki va undan ortiq detallar birkuzellarga payvandlanadi (masalan, yengil avtomobilning poli va kuzovi, yuk avtomobilining kabinasi va b.).



1-rasm. Kontaktli nuqtali payvandlash sxemasi:

1 — payvandalanyotgan detallar; 2 — elektrodlar; 3 — transformator; 4 — o‘zak;
5 — zichlovchi belbog‘

Sinchli konstruksiyalar (chunonchi, yo‘lovchi tashish vagonining yondorlari va tomi, kombayn bunkeri, samolyot uzellari va b.) odatda nuqtalar tarzida payvandladi. Nuqtali payvandlash nisbatan yupqa metallardan uzellar tayyorlashda yaxshi natijalar beradi. Nuqtali payvandlash qo‘llaniladigan muhim soha elektrvakuum texnika asida, asbobsozlik va boshqa sohalarda yupqa detallarni birlashtirishdir

4. Chokli kontaktli payvandlash

Chokli payvandlash bir-birini berkitib turuvchi nuqtalar qatorini hosil qilish yo‘li bilan zich birikma (chok) olish usulidir. Bunda aylanuvchi disksimon elektrodlar — roliklar yordamida tok keltiriladi va detallar siljiriladi. Nuqtali payvandlashda bo‘lgani kabi detallar ustma-ust yig‘iladi va payvandlash tokining qisqa muddatli impulslari bilan qizdiriladi. Nuqtalarning bir-birini berkitib turishiga tok impulslari o‘rtasidagi to‘xtam (pauza)ni va roliklarning aylanish tezligini tegishli tanlash orqali erishiladi. Chokli payvandlashning uzluksiz, uzluksiz va qadam-baqadam turlari bo‘ladi. Roliklar yordamida uzluksiz payvandlashda payvandlanayotgan detallar o‘zgarmas tezlikda uzluksiz harakatlanadi. Bunda payvandlash toki uzluksiz ulangan bo‘ladi. Roliklar yordamida uzluksiz payvandlashda qisqa muddatli tok impulslari (t_u) to‘xtamlar (t_T) navbatlashib keladi va detallar uzluksiz harakatlanadi. Roliklar yordamida

qadambaqadam payvandlashda payvandlash toki ulangan paytda roliklar vaqtincha to'xtaydi — detallar harakatlanmaydi, bu esa roliklarning yeyilishini, qoldiq zo'riqlarni va darzlar hamda kavaklar paydo bo'lishiga moyillikni kamaytirish imkonini yaratadi. Chokli payvandlashda detallar ko'pincha ustma-ust yig'iladi va payvandlanadi. Ammo ayrim hollarda chokli uchma-uch payvandlashdan ham foydalaniladi, bu hol birikmalarning siklik mustahkamligi yuqoriroq bo'lishini ta'minlaydi. Bunda payvandlanayotgan detallar to'laroq erishi uchun folgadan yasalgan ustqo'ymlardan foydalaniladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Kontakli payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
2. Kontakli payvandlash jarayonlarini qaysi parametrlariga ko'ra tasniflash mumkin?
3. Nuqtali kontakli payvandlashning mohiyatini aytib bering.
4. Nuqtali kontakli payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?
5. Chokli payvandlash jarayonlarini qaysi parametrlariga ko'ra tasniflash mumkin?

4 MAVZU: KONTAKTLI PAYVANDLASH REJIMLARI

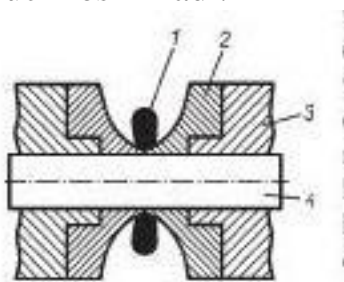
Reja:

- 1. Nuqtali payvandlash rejimi**
- 2. Chokli payvandlash rejimi**

Tayanch so'zlar: rejim, harorat, vaqt parametri, grat, dorn, nomogramma, freza, yelim, g'ovakdorlik, siklogramma, payvandlash sikli, cho'kichlash, siljitish;

1. Nuqtali payvandlash rejimi

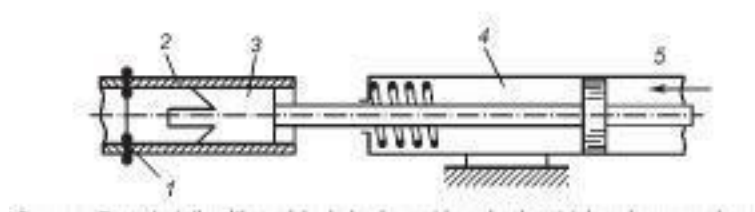
Payvandlash rejimi elektr, mexanik va vaqt parametrlari majmuyidan iborat bo'lib, bularni sifatli birikma olish uchun payvandlash uskunalari bilan ta'minlanadi. Issiqlik ajratish va issiqlik chetlatish jarayonlarining tutgan o'rniga qarab qattiq hamda yumshoq payvandlash rejimlari farq qilinadi. qattiq rejim 1—4 mm qalinlikdagi detallarni payvandlas had $t_{\text{pay}} < 0,02$ s bo'lganda payvandlash tokining qisqa muddatli kuchli impulsi bilan ajralib turadi. Bu holda harorat maydoni asosan ajralib chiqadigan issiqlik bilan belgilanadi. qattiq rejimda qizish va sovish tezligi yuqori bo'ladi. Bunda chayqalib to'kilishga o'yillik ortadi va buning oldini olish uchun payvandlash kuchi oshiriladi.



1-rasm. Gratni kesib tashlaydigan qurilma bo'lgan sterjenlarni payvandlash sxemasi:

1 — grat; 2 — pichoq; 3 — elektrod; 4 — detal

Nuqtali payvandlash rejimiga I_{pay} , t_{pay} , F_{pay} , ba'zan esa F_{ch} , t_{ch} , shuningdek, elektrodlar ish yuzasining o'lchamlari (dE , RE) kiradi.



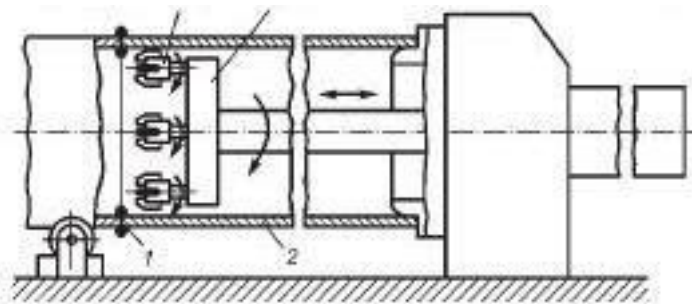
2-rasm. Gratni o'yib olib tashlashda dorni harakatlantirish uchun moslama:
1 — uchma-uch biriktirish joyi; 2 — zmeyevik; 3 — dorn; 4 — pnevmosilindr;
5 — siqiligan havo berish.

Rejimlarni hisoblash, hisoblash-tajriba o'tkazish va tajriba o'tkazish usullari bilan aniqlash mumkin. Rejimlarga oid ko'plab tavsiyalar (odatda jadvallar, nomogrammalar, grafiklar ko'rinishida) mavjud. Ammo bu rejimlar taxminiy bo'lib,

payvandlashdan oldin tekshirishni, muayyan shart-sharoitni (yuzani hozirlash, yig'ish, uskunlarning ahvoli va b.) inobatga olish uchun tez-tez tuzatishlar kiritishni talab qiladi.

Tuzatishlar kiritish guvoh namunalarda, quyma o'zakning diametri va rejim parametrlariga bog'liq holda amalga oshiriladi. Chunonchi, agar diametr yetarli bo'lmasa, I_{pay} oshiriladi. Chayqalib to'kilishning oldini olish uchun F_{pay} oshiriladi. Agar o'zakda darzlar bo'lsa, F_{ch} oshiriladi.

Guvoh namunalarni sinash natijalari ijobiy bo'lib, sifatli birikma hosil bo'lganda payvandlash rejimi tegishli hujjatlarda qayd etiladi va uzelni payvandlashga ruxsat beriladi. Ammo haqiqatan mavjud (real) detallarni payvandlash paytida jarayonga turli noqulay omillar ta'sir qilib, tanlangan rejim parametrlarini amalda o'zgartirib yuborishi mumkin. Bundayomillarga elektrod ish yuzasining yalpayishini, detallar qarshiligi va payvandlash konturining o'zgarishini, tarmoq, kuchlanishi, pnevmotarmoqdagi havo bosimi o'zgarishini va hokazolarni ko'rsatish mumkin. Shu bois har bir aniq holda ushbu noqulay omillar ta'sirini kamaytirish, parametrlarni barqarorlashtirish yoki ularning avtomatik rostlanishi zarurligi masalasi hal qilib olinadi.

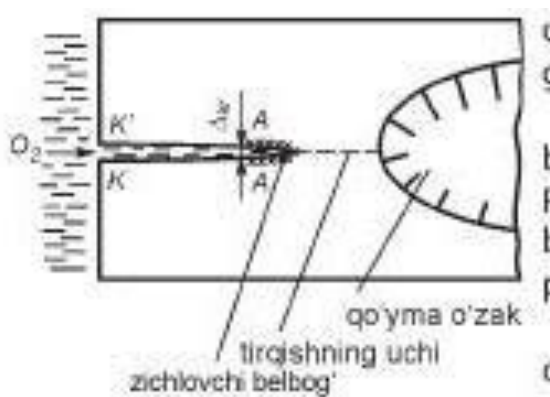


3-rasm. Katta diametrli quvurlarni payvandlashda ichki chokka ishlov berish qurilmasining sxemasi:

1 — uchma-uch birikish joyi; 2 — quvur; 3 — freza; 4 — burilma kallak. Nuqtali va chokli payvandlash qator o'ziga xos xususiyatlarga ega birikmalarning zichligi va atmosfera gazlaridan himoyalaniishi ishonchlidir, bu esa legirlovchi elementlarning oksidlanishi yoki bug'lanib ketishiga deyarli barham beradi; jarayonning hamma bosqichlarida payvandlash joyida bosim yuqori bo'ladi hamda sikl ichida uni o'zgartirish mumkin, natijada gaz tufayli yuz beradigan

g'ovakdorlikka chek qo'yish, shuningdek qoldiq kuchlanishlar qiymatini va ishorasini samarali boshqarish mumkin bo'ladi; metallning jadal siljishi yupqa sirtqi qatlamlarning yemirilishi hamda aralashib ketishiga yordam beradi; o'zak metalni legirlash qiyin bo'lsa-da, ammo mumkin; qizish muddati qisqa va termik ta'sir zonasi eng kalta: nuqtalarning chekka qismlarida zo'riqishlarning to'planishi juda yuqori; payvandlash sikli ichida oldindan va qayta qizdirish, qizish va sovish tezligini rostdash, payvandlash siklini butkul avtomatlashtirish imkoniyati bor. Amaliyotda uzellarning qalinligi, xossalari, shakli hamda muhimligiga, shuningdek payvandlash uskunalarning bor imkoniyatlariga qarab, nuqtali payvandlashda kuch va tokning quyidagi siklogrammalari qo'llaniladi:

- a) o'zgarmas payvandlash kuchi F_{pay} bilan — 3 mm gacha qalinlikdagi metallarni nuqtali payvandlashda ko'proq qo'llaniladi;
- b) o'zgarmas payvandlash kuchi F_{pay} bilan va cho'kichlash kuchi F_{ch} ni qo'yish bilan — qiziganda darz ketishga moyil qalin detal va metallar uchun;
- d) oldindan qisish F_{qis} va cho'kichlash bilan — tirqishlarni bartaraf etish va chayqalib to'kilishlarning oldini olish uchun, shuningdek detallarni oldindan suyuq, qoplama (yelim, lok, grunt) bilan qoplab payvandlashda;
- e) payvandlash kuchini bosqichma- bosqich oshirib borish (F_{pay} I dan F_{pay} II gacha) va cho'kichlash kuchi F_{ch} bilan — 4 mm dan qalin detallarni payvandlashda;
- f) qo'shimcha tok impulsi vositasida oldindan qizdirish bilan — payvandlash tirqishlarini yo'qotish va ichki chayqalib to'kilishlarning oldini olish uchun;



- g) keyin qizdirish bilan — qizigandadarz ketishga moyillikni kamaytirish, termik ishlovni amalga oshirish yoki F_{ch} qiymatini kichiklashtirish maqsadida;
- h) oldindan va keyin qizdirish bo'lgan uch impulsi dastur.

Payvandlash impulsining davomligi va qiymatini mos ravishda rostdash orqali qattiq

yoki yumshoq rejim hosil qilinadi.

2. Chokli payvandlash rejimi

Chokli payvandlash rejimiga I_{pay} , t_{pay} , tT , F_{pay} , V_{pay} , ba'zan F_{ch} , t_{ch} , shuningdek roliklar ish yuzasining o'lchamlari (f_i , R_i , D_i) kiradi. Chokli payvandlashda payvandlash tokining kuchi nuqtali payvandlashdagidan 15—20 % katta bo'ladi, bunga payvandlash rejimining ancha qattiqligi (payvandlash vaqti

kam) va qisman, shuntlanish sabab bo‘ladi. Ammo qizish joyi kengroqligi tufayli metallning qizishga qarshiligi kamayadi va kamroq muddatli impuls bilan, chayqalib to‘kilishlarsiz payvandlash imkoniyati paydo bo‘ladi. Payvandlash kuchi taxminan nuqtali payvandlashdagidek belgilanadi. Chokli payvandlash rejimining muhim parametri payvandlash t_{pay} impulslari bilan payvandlash sikli vaqti $t_s = t_{\text{pay}} + t_T$ orasida nisbat bo‘lib, u odatda $t_{\text{pay}}/t_s = 0,15—0,85$ nisbat bilan baholanadi: $t_{\text{pay}}/t_s < 0,5$ — kam uglerodli po‘latlarni payvandlashda; $t_{\text{pay}}/t_s = 0,5$ — o‘rtacha uglerodli po‘latlarni payvandlashda; $t_{\text{pay}}/t_s = 0,4—0,6$ — zanglamaydigan, issiqqa chidamli po‘latlar va titan qotishmalarini payvandlashda; $t_{\text{pay}}/t_s < 0,5—0,85$ — himoya qoplamali po‘latlarni payvandlashda; $t_{\text{pay}}/t_s = 0,15—0,35$ — aluminiy qotishmalarini payvandlashda.

Payvandlash tezligi (m/min) f nuqtalarining talab etiladigan bir-birini qoplash kattaligini va ular o‘rtasidagi oraliq (qadam) t_q ni hisobga olingan holda tanlanadi:

bu yerda: t_{pay} va t_T — mos ravishda tok impulsning va to‘xtam (pauza) ning davomligi, s. Payvandlash tezligining eng yuqori qiymatlari qizish va kristallanish tezligi bilan cheklangan. Shu sababli payvandlashning yuqori tezligini saqlab turish uchun t_{pay} va t_T ni kamaytirishga harakat qilinadi. qizish va kristallanish sekinlashishi munosabati bilan metallning qalinligi ortganda v_{pay} kamaytiriladi. Aynan shu sababli, issiqlik o‘tkazuvchanligi yuqori bo‘lgan metallarni quyidagi turli sikllar bilan amalga oshiriladi:

a) I_{pay} ni uzluksiz ulash, roliklarni uzluksiz aylantirish (siljitish) SV, o‘zgarmas F_{pay} bilan — yupqa listlardan yasalgan konstruksiyalarni payvandlash uchun. Tokni uzluksiz ulash payvandlash tezligini keskin oshirishga imkon beradi. Ammo birikmalar sifati va roliklarning chidamliligi pasayadi;

b) I_{pay} ni uzlukli ulash, roliklarni uzluksiz aylantirish SV, o‘zgarmas F_{pay} bilan — impulslar orasidagi to‘xtam (pauza) vaqtida t_T vaqt ichida roliklar va detallar qisman sovishga ulguradi, shu bois roliklarning chidamliligi ortadi, termik ta’sir joyining eni torayadi, qoldiq deformatsiyalar kamayadi;

d) I_{pay} ni uzlukli ulash, roliklarni uzlukli (qadam-baqadam) aylantirish SV, o‘zgarmas F_{pay} yoki chokni cho‘kichlash F_{ch} bilan — katta uzunlikdagi yirik detallarni payvandlashda. Tok o‘tkazish paytida roliklarni to‘xtatish detallar va roliklarning ish yuzasi jadal sovishiga yordam beradi. Tegish joylari barqarorlashadi, roliklarning sirpanishi barham topadi, elektrod-detal tegish joyidagi harorat pasayadi, elektrod va detal metalining o‘zaro kimyoviy ta’sirlashuvi kamayadi. Elektrodning chidamliligi ortadi. Bundan tashqari, roliklarni to‘xtatish F_{ch} ni qo‘yish imkonini beradi.

5 MAVZU: ELEKTR YOY PAYVANDLASH

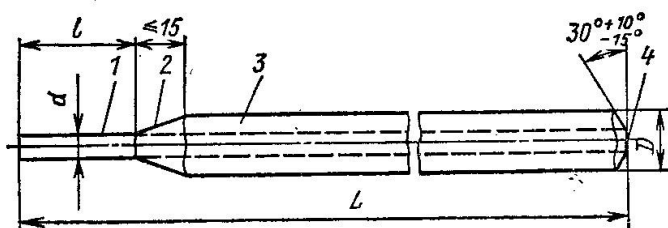
Reja:

1. Yoyli dastakli payvandlash uchun qoplamali metall elektrodlar haqida umumiy ma'lumot
2. Elektrod qoplamasining komponentlari
3. Elektrod qoplamasi turlari
4. Elektrodlar turlari
5. ГОСТ 9466-75 «Eritib qoplash va yoyli dastakli payvandlash uchun qoplamali metall elektrodlar. Tasnifi, o'lchamlari va umumiy talablar»
6. Elektrodlarni rusumlashtirish
7. Elektrodlarga qoplam qoplash texnologik jarayonlari

Tayanch so'zlar: *Qoplam, elektrod qoplama, kukunsimon metal, texnologik jarayon, dastaki payvandlash, elektrod o'zagi, komponentlar, o'tish hududi, elektrod sterjeni;*

5.1. Yoy dastakli payvandlash uchun metall qoplamali elektrodlar haqida umumiy ma'lumot

Yoy dastakli payvandlash uchun metall qoplamali elektrodning metall o‘zagiga maxsus qoplama qoplangan bo‘ladi (3.1-rasm).



5.1-rasm. Qoplamali elektrod:

1 – o‘zak; 2 – o‘tish hududi; 3 – qoplama; 4 – qoplamasiz yon tomon.

Yoy bilan qo‘lda payvandlash uchun quyidagi o‘lchamlardagi payvandlash elektrodlari tayyorlanadi.

5.1 – jadval

Elektrodlar o‘lchamlari

		1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,	6,	8,	10,	12,
Elektrodning diametri, mm							0	0	0	0	0
Elektrodning uzunligi, mm	Uglerodli va legirlangan elektrodlar	200, 250	250	250, 300	300, 350	350, 450	450				
	Yuqori legirlangan elektrodlar	150, 200	200, 250	250	300, 350	350	350, 450				

Barcha turdagi elektrodلarga qo‘yiladigan talablar quyidagilardan iborat:

- yoyning turg‘un yonishini va chokning yaxshi shakllanishini ta‘minlash;
- payvand chok metalini berilgan kimyoviy tarkibda olish;
- elektrod sterjeni va qoplamaning bir tekis hamda sokin suyuqlanishini ta‘minlash;
- elektrod metalini minimal sachratish va payvandlashning yuqori unumdorligini ta‘minlash;
- shlakning oson ajralishi va qoplamalarning yetarlicha mustahkam bo‘lishi;
- ma‘lum vaqt oralig‘ida elektrodلarning fizik-kimyoviy va texnologik xossalariining saqlanishi;
- tayyorlash va payvandlash vaqtida zaharliligi minimal bo‘lishi kerak.

Elektrodلar xususiyati elektrod o‘zagi va qoplamasining kimyoviy tarkibiga qarab aniqlanadi. Erigan metall kimyoviy tarkibiga va uning mexanik xususiyatlariga elektrod o‘zagining kimyoviy tarkibi yanada kuchliroq ta‘sir etadi.

5.2. Elektrod qoplamasining komponentlari

Elektrodلarning qoplamalari shlak hosil qiluvchi, gaz hosil qiluvchi, oksidsizlantiruvchi, legirlovchi, turg‘unlashtiruvchi va bog‘lovchi komponentlardan tashkil topgan.

Shlak hosil qiluvchi komponentlar suyuqlangan metallni havoning kislorodi va azoti ta‘siridan muhofaza qiladi va uni qisman tozalaydi. Ular yoy oralig‘idan o‘tayotgan elektrod metalini tomchisi atrofida shlakli qobiqlar, chok metalini sirtida shlakli qatlam hosil qiladi. Shlak hosil qiluvchi komponentlar metallning sovish tezligini kamaytiradi va undan metall bo‘lmagan qo‘shimchalarning ajralishiga yordam beradi. Shlak hosil qiluvchi komponentlarda titan konsentrati, marganes rudasi, dala shpati, kaolin, bo‘r, marmar, kvarts qumi, dolomit bo‘lishi mumkin.

Gaz hosil qiluvchi komponentlar yonishida payvandlash zonasida gaz yordamida himoya hosil qiladi, gaz himoyasi ham, shuningdek, suyuqlangan metallni havo kislorodi va azotidan muhofaza qiladi. Gaz hosil qiluvchi komponentlar yog'och uni, ip-gazlama kalavasi, kraxmal, ozuqa uni, dekstrin, sellyulozadan iborat bo'lishi mumkin.

Oksidsizlantiruvchi komponentlar payvandlash vannasining suyuqlangan metalni oksidsizlantirish uchun zarur. Bularga moyilligi temirga nisbatan kislorodga yaqinroq bo'lgan elementlar, masalan, marganes, kremniy, titan, aluminiy va boshqalar kiradi. Ko'pchilik oksidsizlantiruvchilar elektrod qoplamalarga ferroqotishmalar tarzida kiritiladi.

Legirlovchi komponentlar qoplama tarkibiga chok metaliga issiq-bardoshlik, yeyilishga chidamlilik, korroziya bardoshlik kabi mahsus xossalar berishi va mexanik xossalarini yaxshilash uchun zarur. Legirlovchi elementlarga marganes, xrom, titan, vanadiy, molibden, vol'fram va ba'zi bir boshqa elementlar kiradi.

Turg'unlashtiruvchi komponentlar ionlanish potentsiali uncha katta bo'lmagan elementlar, masalan, kaliy, natriy va kalsiydir.

Bog'lovchi komponentlar qoplamalarning boshqa tarkiblarini o'zaro va sterjen bilan bog'lash uchun ishlatiladi. Bunday tarkiblar sifatida kaliy yoki natriyli suyuq shisha, dekstrin, jelatin va boshqalar ishlatiladi. Suyuq shisha asosiy bog'lovchi moddadir. Suyuq shisha silikat, ya'ni ishqor metall (natriy yoki kaliy) larning kremniy kislotalari tuzi hisoblanadi. Asosan natriyli suyuq shisha – natriy silikati ishlatiladi. Uning kimyoviy formulasi $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$. Nisbat $m \square \frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}}$ suyuq

shisha moduli deb ataladi. Modul qanchaliq yuqori bo'lsa, suyuq shisha shunchalik yopishqoq bo'ladi. Elektrod qoplamalarida moduli 2,2 dan 8 gacha bo'lgan suyuq shisha ishlatiladi. Yoy yanada barqaror yonishi uchun ba'zi bir qoplamalarga kaliyli suyuq shisha qo'shiladi.

Barcha qoplamalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- yoyning turg'un yonishini ta'minlash;
- elektrod suyuqlanganida hosil bo'ladigan shlaklarning fizikaviy xossalari chokning normal shakllanishiga va elektrod bilan qulay harakat qilishga to'sqinlik qilmasligi kerak;
- shlaklar, gazlar va metall orasida, payvand choklarida g'ovaklar hosil qiluvchi reaksiyalar bo'lmasligi kerak;
- qoplama materiallari yaxshi maydalanuvchan bo'lishi hamda suyuq shisha bilan va uzaro reaksiyalarga kirishmaydigan bo'lishi kerak;
- qoplamalarning tarkibi ularni tayyorlashda va ularning yonish jarayonida zarur bo'lgan mehnat sharoiti sanitariya-gigiyena talablariga javob berishi kerak.

Hosil bo'layotgan shlaklarning fizikaviy xossalari payvandlash jarayoni va payvand chokining shakllanishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Barcha elektrod qoplamalarida ularning suyuqlanishi natijasida shlakning zichligi payvandlash vannasining metali zichligidan kam bo'lishi kerak, bu shlakning payvandlash vannasidan qalqib chiqishini ta'minlaydi. Shlakning qotish harorat intervali payvandlash vannasi metalining kristallanish haroratidan past bo'lishi kerak, aks holda shlak qatlami payvand vannasida ajralayotgan gazlarni o'tkazmay qo'yadi. Shlak payvand chokini butun sirti bo'ylab tekis qoplashi kerak.

Elektrod qoplamalarining suyuqlanishida hosil bo'lgan shlaklar «uzun» va «qisqa» bo'ladi. Tarkibida ko'p miqdorda qumtuproq bo'lgan shlaklar «uzun» shlak deb ataladi. Ularning yopishqoqligi harorat pasayishi bilan sekin ortadi. Suyuqlanganda «uzun» shlaklar hosil qiladigan qoplama elektrod bilan, vertikal holatida va shipdagi payvandlash ishlarini bajarib bo'lmaydi, chunki bunda payvandlash vannasi uzoq muddat suyuq holatda bo'ladi. Fazoning barcha vaziyatlaridagi payvandlash ishlarini bajarish uchun qoplamalari suyuqlanganida «qisqa» shlaklar hosil qiluvchi elektrod ishlatiladi; suyuqlangan shlakning

yopishqoqligi harorat pasayishi bilan tez ortadi, shuning uchun kristallanib ulgurgan shlak hali suyuq holatda bo'lgan chok metalining oqib ketishiga to'sqinlik qiladi. «Qisqa» shlaklar rutil va asos qoplamali elektrodlar ishlatilganda hosil bo'ladi.

Chiziqli kengayish koeffitsienti metallning chiziqli kengayish koeffitsientidan farqli bo'lgan shlaklar ishlatilganda shlak pustlog'i metall sirtidan yaxshi ajraladi.

Muhofazlovchi va legirovchi qoplamalarni ular tarkibida bo'lgan hamda ularning payvandlash vannasining metaliga ta'sirini belgilovchi asosiy moddalar turiga qarab klassifikatsiyalash tartibi qabul qilingan. Ana shu alomatlarga qarab barcha qoplamalar to'rt guruhga bo'linadi: kislotali, asosli, rutili va sellulozali.

5.3. Elektrod qoplamasi turlari

Kislota qoplamali elektrodlar (AHO-1, CM-5). Kislota qoplamalarda temir va marganesning oksidlari (asosan ruda ko'rinishida), kumtuproq, titanli konsentrat va ko'p miqdorda ferromarganes bo'ladi. Qoplama tashkil etuvchilarning parchalanishi (selluloza, yog'och uni, dekstrin, kraxmalning parchalanishi) natijasida suyuqlangan metallning gazli himoyasi vujudga keladi. Kislota qoplamali elektrodlar bilan eritib qoplangan metall tarkibi jihatidan kaynayotgan po'lat tarkibi kabi bo'ladi va C 0,12%, Si 0,10%; Mn 0,6-0,9%, S va P ning har biridan 0,05% bo'ladi. Bu guruh elektrodlar fazodagi barcha vaziyatlarda o'zgarimas va o'zgaruvchan tok bilan payvandlashga yaroqli va suyuqlanuvchanligining kattaligi bilan tavsiflanadi.

Bunday elektrodlar bilan oltingugurt va uglerodi ko'p bo'lgan po'latlarni payvandlash tavsiya qilinmaydi, chunki bunday elektrodlar bilan hosil qilingan chokning metali oson kristalli yoriqlar hosil qiladi. Kislota qoplamali elektrodlar bilan chekkalari (milklari) zanglagan, kuygan metallarni zich choklar hosil qilib payvandlash mumkin. Kislota qoplamali elektrodlar bilan payvandlashda quyidagi hollarda g'ovaklar hosil bo'ladi:

- qoplamada marganes miqdori ko'p bo'lganda;

- uglerod va kremniy miqdori ko'p bo'lgan ferromarganes ishlatilganda; - tarkibida kremniy miqdori ko'p bo'lgan metallni payvandlaganda.

Asosiy qoplamali elektrodlar (YOHИ-13/45, ДСК-50). Asosli qoplama kal'siy, magniy karbonatlaridan (marmar, bo'r, dolomit, magnezit), plavik shpatdan va shuningdek ferro-qotishmalar (ferromarganes, ferrosilisiy, ferrotitan va boshqalar) dan iborat. Suyuqlangan metall karbonatlarning disso-siatsiyalanishidan hosil bo'lgan karbonat angidrid gazi va karbon oksidi bilan himoya qilinadi. Asosiy qoplamali elektrodlar, ko'pincha, teskari qutbli o'garmas tok yordamida turli fazoviy vaziyatlarda payvandlashda ishlatiladi. Bunday elektrodlar yordamida eritib qoplangan metal ko'pincha oddiy po'latga mos keladi va unda oz miqdorda kislorod, vodorod, azot bo'ladi. Undagi oltingugurt va fosfor miqdori, odatda, ularning har bir 0,035% dan oshmaydigan miqdorda marganes va kremniy miqdori elektrodning qanday ishlarga mo'ljallanganiga bog'liq holda (0,5 dan 1,6% gacha Mn va 0,3 dan 0,6% gacha Si) bo'ladi. Chokning metali kristallanish yoriqlarining paydo bo'lishiga qarshi mustahkam, eskirishga chidamli, issiqqa ham, sovuqqa ham yetarlicha yuqori zarbiy yopishqoqlik ko'rsatkichlariga ega. Asosiy qoplamali elektrodlar qalin metallarni, ishlatish sharoiti og'ir bo'lgan joylarda foydalaniladigan buyumlarni va gazlar tashiladigan buyumlarni, shuningdek, quyilgan uglerodli, kam legirlangan yuqori darajada mustahkam po'latlarni va oltingugurt hamda uglerodli po'latlarni payvandlashda ishlatiladi. Agar payvandlanayotgan buyumlarning chekkalari kuyundi, zang, moy bilan qoplangan yoki elektrod qoplami namlangan bo'lsa hamda uzun yoy bilan payvandlashda asosiy qoplamali elektrodlar payvandlash vaqtida g'ovaklarning paydo bo'lishiga juda sezgir bo'ladi. Chok metalining mexanik xossalari qoplamaga xrom, molibden, ferromarganes va ferrosilisiy qo'shish bilan rostlanadi.

Rutil qoplamali elektrodlar (AHO-3, AHO-4, MP-3, O3C-4). Rutil qoplama tarkibiga tabiiy mineral rutil konsentrati, qumtuproq, kalsiy, magniy karbonatlari va ferromarganes kiradi. Rutil konsentrati asosan titan (II)-oksididan iborat. Qumtuproq qoplama tarkibiga granit, dala shpati va slyuda tarzida kiritiladi. Chok

metali tarkibidagi vodorod miqdori qoplamada organik moddalarning bo'lishiga bog'liq. Chok metalining kristallanish yoriqlari hosil bo'lishiga qarshi chidamliligi xuddi kislota qoplamalarniki singari. Bu guruh elektrodlar yoy uzunligi o'zgarganida yoki oksidlangan sirtlar bo'ylab, shuningdek dastlab barqarorlovchi qoplamalar bilan eritib quyilgan metall bo'ylab g'ovaklar hosil qilmaydi. Payvandlash jarayonida rutil qoplamalar yoyning turg'un yonishini ta'minlaydi, chokka yaxshi shakl beradi, metallning uchqun bo'lib sochilishi minimal bo'lishiga sharoit yaratadi. Payvandlash vaqtida zararli gazlar kam ajraladi.

Rutil qoplamali elektrodlar bilan buyumlarni fazoning barcha vaziyatlarida o'zgaruvchan tok bilan ham, o'zgarmas tok bilan ham payvandlash mumkin. Rutil qoplamali elektrodlar bilan eritib qoplangan metallda 0,12% C; 0,4–0,7% Mn; 0,1–0,3% Si; S va P ning har biridan 0,04% dan bo'ladi.

Selluloza qoplamali elektrodlar (BCC-1, BCC-2, OMA-2). Selluloza qoplamalar asosan yonuvchi organik materiallar (selluloza, kraxmal) dan iborat bo'lib, yoyda ular parchalanish jarayonida erigan metallning gaz himoyasini ta'minlaydi. Ularda shlak hosil qiluvchilar rutil, titan konsentrat, marganes rudasi va silikatlar, oksidsizlantiruvchi esa ferromarganes hisoblanadi. Bu elektrodlarda ishlaganda metalning uchqunlanib sachrashi va shlak hosil bo'lishi kam bo'ladi. Ular fazoning barcha vaziyatlarida o'zgaruvchan tok bilan ham, o'zgarmas tok bilan ham ishlash uchun yaroqlidir.

5.4. Elektrodlar turlari

Ishlatiladigan qoplamalar nihoyatda xilma-xil bo'lgani uchun elektrodlar ГОСТ bo'yicha qoplamalarining tarkibiga qarab emas, balki nima payvandlanishi, chok metali hamda ana shunday turdagi elektrodlar bilan payvandlanganda hosil bo'ladigan payvand birikmalarning mexanik xossalari qarang turlarga bo'linadi. Elektrodning har qaysi turiga elektrodning bir nechta rusumi mos keladi. Masalan, Э42 turiga OMA-2, АНО-6, МЭ3-04 va boshqa elektrodlar to'g'ri keladi. Elektrodning rusumi uning sanoat belgisi bo'lib, odatda, o'zak va qoplamani tavsiflaydi.

ГОСТ 9467-75 «Конструкция и применение высокопрочных сталей и сплавов для изготовления электродов. Электроды». Углеродистые и низколегированные конструкционные стали для изготовления электродов: Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60; высокопрочные и высокопрочные легированные конструкционные стали для изготовления электродов: Э70, Э85, Э100, Э125, Э150 кодами обозначены. Кроме того, высокопрочные стали для изготовления электродов: Э09М, Э09МХ, Э09Х1М, Э05Х2М, Э09Х2М1, Э09Х1МФ, Э10Х1М1НФБ, Э10Х3М1БФ, Э10Х5МФ обозначены.

Электроды марки Е и марки А гарантируют прочность при растяжении не менее 10^{-1} МПа в зависимости от марки стали. А марки электродов при сварке обеспечивают пластичность шва. Кроме того, углеродистые и низколегированные конструкционные стали для изготовления электродов: Э09М, Э09МХ, Э09Х1М, Э05Х2М, Э09Х2М1, Э09Х1МФ, Э10Х1М1НФБ, Э10Х3М1БФ, Э10Х5МФ обозначены.

ГОСТ 10052-75 «Спецификация на высокопрочные стали и сплавы для изготовления электродов. Электроды». Коррозионно-стойкие, жаропрочные и высокопрочные легированные стали для изготовления электродов: 49 марки: Э-12Х13, Э-06Х13Н, Э-10Х17Т, Э-12Х11НМФ, Э12Х11НВМФ, Э-14Х11НВМФ, Э-10Х16Н4Б, Э-08Х24Н6ТАФМ, Э04Х20Н9, Э-07Х20Н9, Э-02Х21Н10Г2, Э-06Х22Н9, Э-08Х16Н8М2, Э-08Х17Н8М2, Э-06Х19Н11Г2М2, Э-02Х20Н14Г2М2, Э-02Х19Н9Б, Э08Х19Н10Г2Б, Э-08Х20Н9Г2Б, Э-10Х17-Н13С4, Э-08Х19Н10Г2МБ, Э09Х19Н10Г2М2Б, Э-08Х19Н9-Ф2С2, Э-08Х19Н9Ф2Г2СМ, Э09Х16Н8Г3М3Ф, Э-09Х19Н11-Г3М2Ф, Э-07Х19Н11М3Г2Ф, Э-08Х24Н12Г3СТ, Э-10Х25-Н13Г2, Э-12Х24Н14С2, Э-10Х25Н13Г2Б, Э-10Х28Н12Г2, Э-03Х15Н9АГ4, Э-10Х20Н9Г6С, Э-28Х24Н16Г6, Э-02Х19-

H15Г4AM3B2, Э-02X19H18Г5AM3, Э-11X15H25M6AГ2, Э-09X15H25M6Г2Ф, Э-27X15H35B3Г2Б2Т, Э-04X16H35-Г6M7Б, Э-06X25H40M7Г2, Э-08H60Г7M7Т, Э-08X25H60-M10Г2, Э-02X20H60M16B3, Э-04X10H60M24, Э-08X14-H65M15B4Г2, Э-10X20H70Г2M2B, Э-10X20H70Г2M2Б2B ko‘zda tutilgan.

5.5. ГОСТ 9466-75 «Eritib qoplash va yoyli dastakli payvandlash uchun qoplamali metall elektrodlar. Tasnifi, o‘lchamlari va umumiy talablari»

Dastakli yoy payvandlashda qo‘llaniladigan elektrodlar GOST 9466-75 «Eritib qoplash va yoy dastakli payvandlash uchun metalli qoplamali elektrodlar. Tasnifi, o‘lchamlari va umumiy talablar» bo‘yicha quyidagi asosiy belgilari bo‘yicha klassifikatsiyalanadi:

1. Elektrodlar payvandlanadigan metallarning turlariga qarab quyidagi sinflarga bo‘linadi:

a) uglerodli va kam legirlangan konstruksion po‘latlar uchun (shartli belgisi - "Y").

b) legirlangan konstruksiyon po‘latlar uchun (shartli belgisi - "Л").

d) issiq bardosh po‘latlar uchun (shartli belgisi - "Т").

e) yuqori legirlangan alohida xususiyatga ega bo‘lgan po‘latlar uchun (shartli belgisi - "В").

f) eritib qoplashga mo‘ljallangan alohida xususiyatli qatlam hosil qiluvchi elektrodlar (shartli belgisi - "Н").

2. Qoplamaning qalinligi: Elektrodning umumiy diametri "D" ni elektrod o‘zagining diametri "d" ga nisbatiga bog‘liq holda aniqlanadi va quyidagi guruhlarga bo‘linadi.

a) $D/d \square 1,2$ – yupqa qoplamali elektrodlar, (shartli belgisi - "M");

b) $1,2 \square D/d \square 1,45$ – o‘rtacha qoplamali elektrodlar, (shartli belgisi - "С")

d) $1,45 \square D/d \square 1,8$ – qalin qoplamali elektrodlar, (shartli belgisi - "Д")

e) $D/d \square 1,8$ – o‘ta qalin qoplamali elektrodlar, (shartli belgisi - "Г")

3. Elektrodlar tayyorlanish aniqlik darajasi, qoplama yuzasining tekisligi, payvand chokining bir tekisdaligi va oltingugurt bilan fosforning miqdoriga qarab (payvand chokdagi) quyidagi guruhlariga bo‘linadi (5.2–jadval):

5.2 - jadval

Eritib qoplanayotgan metallning oltingugurt va fosforning mavjudlik chegarasi, %

Elektrod turlari	Oltingugurt			Fosfor		
	Elektrodlar guruhlari					
	1	2	3	1	2	3
E42, E46, E50	0,045	0,04	0,035	0,050	0,045	0,040
E42A, E46A, E50A, E60 E55,						0,030
E70, E85,	0,035	0,03	0,025	0,040	0,035	
E100, E125, E150		0				0,035

4. Elektrodlar qoplamasining turi bo‘yicha quyidagi guruhlariga bo‘linadi:

- a) kislota qoplamali – (shartli belgisi – “A”);
- b) asosiy qoplamali – (shartli belgisi – “B”);
- d) sellyuloza qoplamali – (shartli belgisi – “I”);
- e) rutil qoplamali – (shartli belgisi – “P”).
- f) aralash turdagi qoplamali – qo‘shaloq belgili (masalan, AI);
- g) boshqa turdagi qoplamali – (shartli belgisi – “II”).
- h) qoplama tarkibida 20% dan ko‘p temir kukuni bo‘lgan elektrodlar uchun, guruh shartli belgisiga qo‘shimcha ”Ж” harfi yoziladi.

5. Payvand choklarini bajarilishiga ruxsat etilgan fazoviy holatlariga qarab elektrodlar 4 guruhga bo‘linadi:

a) hamma fazoviy holatlar uchun mo‘ljallangan elektrodlar – (shartli belgisi – “1”)

b) vertikal holatning “tepadan pastga” ko‘rinishidan boshqa hamma holatlar uchun mo‘ljallangan elektrodlar – (shartli belgisi – “2”).

e) pastki holat, gorizontal holat va vertikal holatning “pastdan tepaga” ko‘rinishlari uchun mo‘ljallangan elektrodlar – (shartli belgisi – “3”).

d) pastki holat va pastki holatlarda “qayiqsimon” ko‘rinishlarga mo‘ljallangan elektrodlar – (shartli belgisi – “4”).

6. Payvandlashda ishlatiladigan tok ko‘rinishi, qutbi hamda salt yurish kuchlanishning kattaligicha qarab elektrodlar 10 ta ko‘rinishga bo‘linadi (5.3jadval):

5.3 - jadval

Ishlatiladigan tok va kuchlanishga nisbatan elektrodlarni belgilanishi

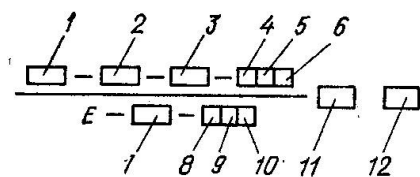
Tavsiya etilgan qutb	Ta’minlovchi manbaaning salt ishlash kuchlanishi U_{xx}, V	Raqam belgilari
teskari	-	0
har-hil to‘g‘ri teskari	50±5	1
	50±5	2
	50±5	3
har-hil to‘g‘ri teskari	70±10	4
	70±10	5
	70±10	6

har-hil to'g'ri teskari	90±5	7
	90±5	8
	90±5	9

3.6. Elektrodlarni rusumlash

Elektrodlarning to'liq shartli belgisi quyidagi ma'lumotlarni tashkil etishi kerak (3.2-rasm):

- 1 – turi;
- 2 – rusumi;
- 3 – diametri;
- 4 – elektrodlarni mo'ljallanganligi;
- 5 – qoplama qalinligi belgisi;
- 6 – elektrodlarni sifat guruhi;
- 7 – eritib quyiladigan metall xususiyatini ko'rsatuvchi belgilar guruhi ГОСТ 9467-75 bo'yicha;
- 8 – qoplama turini belgisi;
- 9 – payvandlash ruxsat etilgan fazoviy holatni ko'rsatuvchi belgi;
- 10 – ruxsat etilgan tok ko'inishi va qutbini ko'rsatuvchi belgi;
- 11 – ГОСТ 9466-75 ning standart belgisi; 12 – elektrod turini belgilab beruvchi.

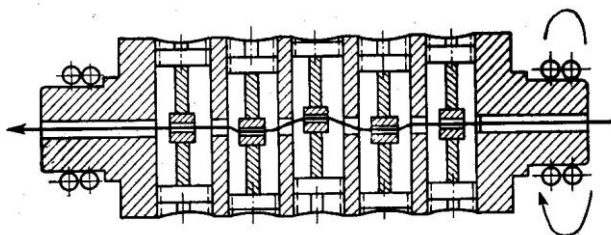


5.2-rasm. Elektrodlarning shartli belgilari.

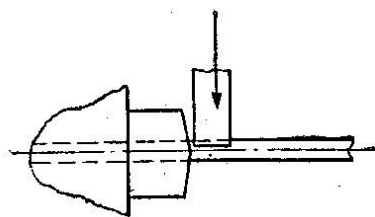
Misol: Э46А turidagi, УОНИ -13/45 markali, diametri 3 mm, kam uglerodli va kam legirlangan po'latlarga mo'ljallangan (У), qalin qoplamali (Д), 2 - guruh sifatidagi, asosli qoplamali (Б), hamma fazoviy holatlarda payvanlashga mo'ljallangan (1), doimiy tokning teskari qutbiga va har qanday salt yurish kuchlanishiga mo'ljallangan elektrodning markalanishi quyidagicha bo'ladi:

5.7. Elektrodلarga qoplam qoplash texnologik jarayonlari

Elektrodbop sim maxsus dastgohlar yordamida avvalo to'g'rilab olinadi (3.3rasm), zarur uzunlikda qirqiladi (3.4-rasm), kuyindi, zang, moy va boshqalardan yaxshilab tozalanadi.

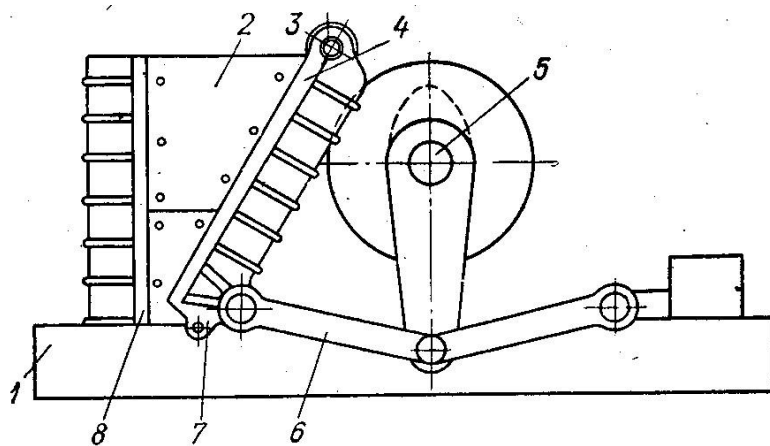


5.3 - rasm. Elektrod simlarini to'g'rilash chizmasi.



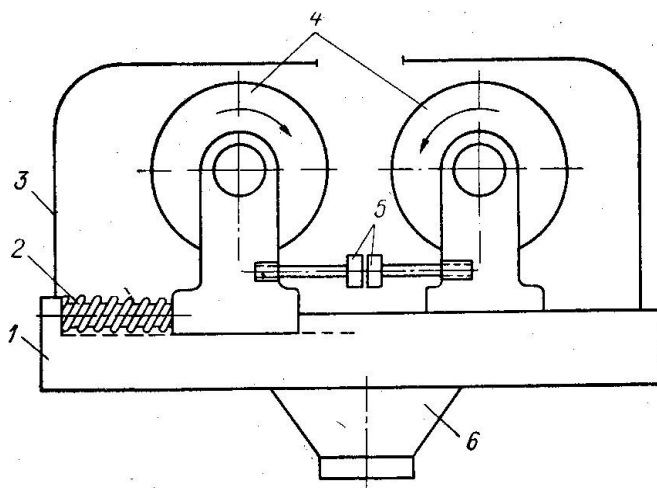
5.4 - rasm. Gilyotin pichoq bilan elektrod simini kesish.

Qoplam tarkibiga kirgan moddalar erigan metall tomchisining hosil bo'lish qisqa vaqti mobaynida suyuq metall bilan o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishishi uchun qoplamning qattiq tarkibiy qismlari oldindan yuviladi (bo'lak-bo'lak ruda, mineral xomashyo), maydalanadi (3.5- va 3.6 -rasm), quritiladi. Shundan keyin sharli, o'zakli va titraydigan tegirmonlarda maydalab tuyiladi (3.7-rasm) hamda teshiklarining o'lchami 140 mk va bundan ham kichik g'alvirda elanadi (3.8rasm).



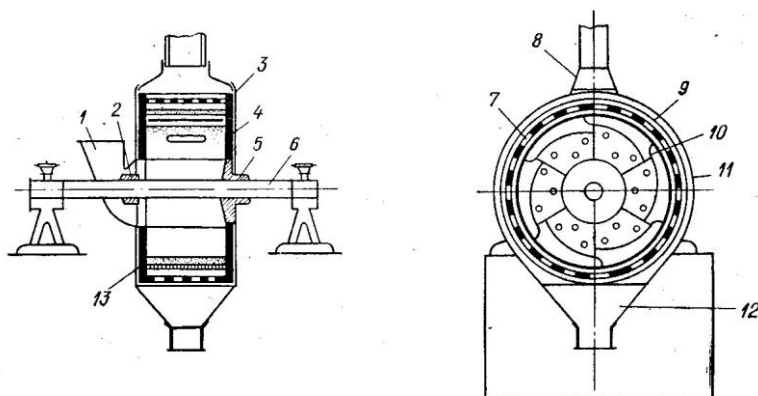
5.5-rasm. Yirik bo'laklarga parchalash uchun yuzali yanchish mashinasi:

1 – rom; 2 – zirxli plita; 3 – siljuvchi yuza o'qi; 4 – siljuvchi yuza; 5 – ekssentrik val; 6 – shatun; 7,8 – almashuvchi parchalash plitalari.



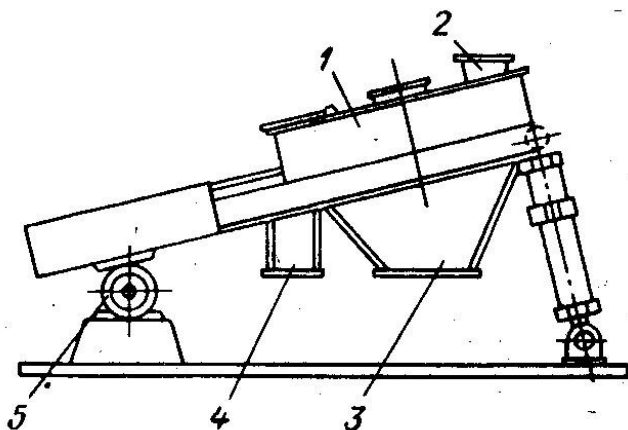
5.6-rasm. O'rtacha kattalikda parchalash uchun silliq jo'vali yanchish mashinasi:

1 – rom; 2 – muhofazalagich prujinasi; 3 – muhofazalagich jild; 4 – jo'valar; 5 – rezinali bufer; 6 – parchalash ashyolarini to'plagich.



5.7-rasm. *Mayda parchalash uchun to'xtovsiz harakatdagi zoldirli tegirmon:*

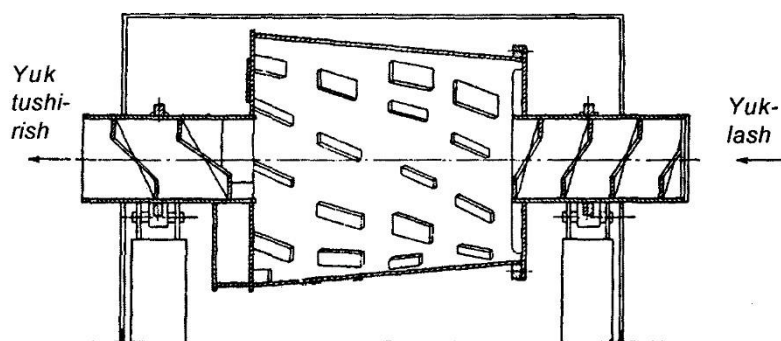
1 – yuklagich voronkasi; 2 va 5 – korpusni valga mahkamlash uchun gupchak vali; 3 – devorlar; 4 va 13 – himoya plitalar; 6 – val; 7 – muhofazalagich elak; 8 – shamollatish qisqa quvuri; 9 – elak; 10 – plitalar; 11 – jild; 12 – yuksizlantirish voronkasi.



5.8-rasm. *Tebranuvchi elak:*

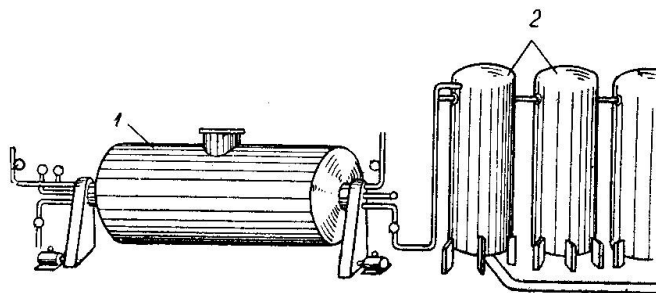
1 – quticha setkasi bilan; 2 – ashyoni elakka uzatib beruvchi quvur; 3 – yaroqli mahsulot chiqishi; 4 – yaroqsiz mahsulot chiqish uchun quvur; 5 – elektromagnit yuritma.

Qoplarning tayyorlangan tarkibiy qismlari zarur miqdorlarda tortib olinadi va qorishtirgichda aralashtiriladi (3.9 - rasm).



5.9-rasm. *Barabanli aralashtirgich.*

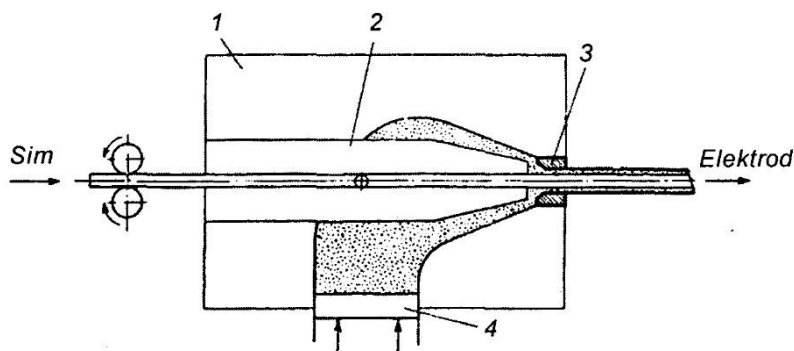
Maxsus bo‘limlar silikat xarsanglardan suyuq shisha bilan suv aralashmasi tayyorlanadi (3.10-rasm).



5.10-rasm. *Suyuq shisha ishlab chiqish jarayoni chizmasi:*

1 – avtoklav; 2 – tindirgich.

Qoplarning quruq qismlari suyuq shisha aralashmasida keragicha quyushguncha qoriladi va simga 75–100 MPa bosim ostida qoplam suradigan pressda qoplanadi (3.11-rasm).



5.11-rasm. *Elektrod o‘zagiga qoplama surkash kallagi chizmasi:*

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

Elektrod sterjenlar ta’minlagich bilan o‘zak orqali pressning qoplama suradigan kallagiga uzluksiz uzatib turiladi. Ana shu kallakka pressdagi mexanik yoki gidravlik tuzilma hosil qiladigan bosim ostida uzluksiz qoplanadigan massa kelib turadi. Bu massa kallakning kalibrlangan yo‘naltiruvchi vtulkasi (filer) orqali tashqariga chiqadi. Vtulkaga, uning kanalining o‘qi bo‘yicha aniq tartibda

elektrod simi ham kirib turadi. Qoplam ana shu simga bir xil qalinlikda zich presslanadi. Yo‘naltiruvchi vtulkalar va filerlarni o‘zgartirish yo‘li bilan diametri har xil simlarga turli qalinlikda qoplam qoplash mumkin.

Qoplam qoplangandan keyin elektrodlar qoplam nomi 4–5%dan oshmaydigan bo‘lguniga qadar quritiladi. Avvalo ochik havoda 25–30°C haroratda 12–25 soat, shundan keyin quritish elektr shkaflarida 150–300°C haroratda 1–2 soat quritiladi. Organik elementlari bo‘lgan elektrodlar organik aralashmalar yonib ketmasligi uchun ko‘pi bilan 150–200°C haroratda toblanadi.

Tayyor elektrodlar havosining nomi normal quruq binolarda saqlanadi. Qoplami namlanib qolgan elektrodlarni payvandlash vaqtida ishlatishdan oldin 180–200°C haroratda 1 soat qizdirib olish kerak. Tayyor elektrodlarning sifati nazorat namunalarga eritib yopishtirish va payvandlash, so‘ngra mustahkamlikka va elastiklikka sinash yo‘li bilan tekshiriladi.

Elektrodlar suv o‘tkazmaydigan qog‘ozga yoki polietilen plyonkaga pachka qilib 3–8 kg dan o‘rab, yog‘och qutilarga joylanadi. Qutining massasi 30 dan 50 kg gacha bo‘ladi.

Har qaysi pachkada yorlig‘i bo‘lib, unda ishlab chiqarilgan zavodning nomi, elektrodning shartli belgisi, qo‘llanish sohasi, payvandlash rejimlari, ishlov berish rejimlari va payvand chokning mexanik ko‘rsatkichlari, eritib qoplangan metalning xossalari hamda eritib qoplash koeffitsienti qo‘rsatilgan bo‘ladi.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Elektrodlarning xossalari qanday tavsifnomalar bilan belgilanadi?
2. Elektrodlar qoplamalari tarkibiga qanday komponentlar qiradi?
3. Qoplamalar qanday tasniflanadi?
4. Kislotaga qoplamali elektrodlarning markalarini aytib bering.
5. Kislotaga qoplamalarning afzalligi va kamchiliklari nimada?
6. Asosiy qoplamali elektrodlarning markalarini aytib bering.
7. Asosiy qoplamalarning boshqa qoplamalardan afzalliklari nimada?

8. Rutil qoplamaning xususiyatlari nimada?
9. Selluloza qoplamali elektrodning vazifasi nima?
10. Selluloza qoplama boshqa koplamalardan nima bilan farq qiladi?
11. Elektrodni qanday ΓOCT larini bilasiz?
12. Э42 elektrodni Э42A elektrodlardan qanday farq qiladi?
13. Payvandlash uchun ishlatiladigan elektrodni qanday belgilariga ko‘ra tasniflanadi?
14. Elektrod qoplamarining turlari qanday belgilanadi?

6 MAVZU: PAYVANDLASH MATERIALLARI

Reja:

1. Payvandlash materiallarini tozalash.
2. O'rnatish elementlari-tirgaklar.
3. Qisish (mahkamlash) elementlari
4. Payvandlash ta'minlash manbalari

Tayanch so'zlar: *Payvandlash konstruksiyasi, purkab tozalash, maydalash oqimli, tirgak, qisma, bosmalar, payvandlash transformatori, payvandlash to'g'riligichi, payvandlash almashtirgichi;*

6.1. Payvandlash materiallarini tozalash.

Payvandlash konstruksiyalarini tayyorlashda tozalash, metall sirtidan iflosliklar, sovutish-moylash suyuqliklari, zang kabi, payvandlash jarayonini qiyinlashtiruvchi, payvandlash nuqsonlarini keltirib chiqaruvchi va himoya qoplamalarini surkashga to'sqinlik qiluvchilarni olib tashlash uchun qo'llaniladi. Maydalash oqimli va purkab tozalash uchun quyma cho'yan, po'lat, cho'yan va boshqa maydalagichlar qo'llaniladi. Metall qalinligi 4 mm gacha bo'lsa 0,7-0,9 mm li, metall qalinligi 30 mm gacha bo'lsa 0,9-1,6 mm li, metall qalinligi 30 mm dan ortiq bo'lsa 1,6-2,5 mm li maydalagich qo'llaniladi.

Maydalash oqimli va maydalash – belgilash tozalashlarida maydalagich, tozalanayotgan sirtga katta tezlik bilan tashlanadi va u metall sirtiga urilib undagi zang, iflosliklarni ko'chiradi. Maydalash-oqimli tozalash uchun maydalash-oqim apparatlari qo'llaniladi. Ular qisilgan havo yordamida soplo orqali maydalagichni tozalanayotgan sirtga tashlaydi. Maydalash belgilash apparatlarida maydalagich rotor kuraklari yordamida, markazdan qochuvchi kuch ta'sirida, tashlanadi.

Bu har ikki turdagi tozalashlar kameralarda amalga oshiriladi. Kameralarda tozalash apparatlari, tozalanadigan buyumlarni joylashtirish va tashish uchun jihoz,

yig'ish, tozalash, qaytarish va ifloslangan havoni so'rib olish qurilmalari o'rnatilgan. CHangsiz maydalash oqimli apparatlarni maydalash-oqimli tozalashda qo'llash maxsus kameralar bo'lishini talab qilmaydi. Biroq bu usulning kameradagi tozalash usulga qaraganda unumdorligi past bo'ladi. CHangsiz maydalash-oqimli apparatlar, kameraga uzatilishi qiyin yirik o'lchamli payvand uzellarini va kichik seriyali ishlab chiqarish zagotovkalarini tozalash uchun qo'llaniladi.

Purkab tozalash purkash oqimiga nisbatan arzon, unumdorroq, to'la mexanizatsiyani ta'minlaydi va mehnat sharoitini yaxshilaydi. Uning kamchiligi purkab tozalash apparatlari kurakchalarining tez yeyilishi hisoblanadi.

Prokat va trubalarni tozalash uchun bu aytilgan usullardan tashqari, tozalash dastgohlari ham qo'llaniladi. Ularning ishchi organlari metall cho'tka va ignasimon frezalar hisoblanadi.

6.2. O'rnatish elementlari-tirgaklar.

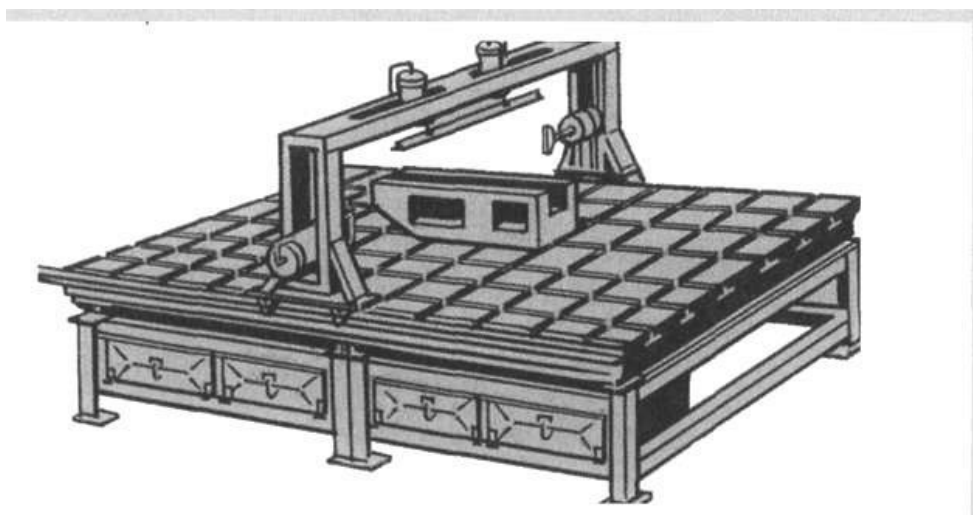
Ularni payvandlash uzelinig detallarini yig'ma moslamalarda aniq o'rnatish uchun qo'llaniladi. Tirgaklarning konstruksiyasi moslamaga detalni qo'lay o'rnatish, payvandlash chokiga yetish, buyumni payvandlashdan so'ng olish imkonini berishi kerak. Tirgaklarning mustahkamligi va bikrligi buyumning payvandlash jarayonida deformatsiyalanishining oldini olishi kerak.

Tirgaklar doimiy, olinuvchan, ochiluvchan, qayriluvchan va buriluvchan bo'ladi. Doimiy tirgaklar eng ko'p tarqalgan bo'lib, ishlov berilgan tekis yuza, ustun, burchakliklar, ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Tirgaklar moslama asosiga payvandlanadi yoki shtiftlar bilan burib qotiriladi. Olinuvchan hamda doimiy tirgaklar detalni moslama erkin o'rnatish yoki payvand uzolini qiyinlashtiradigan hollarda qo'llaniladi. Ochiluvchan, qayriluvchan, buriluvchan tirgaklarni olinuvchan tirgaklarga nisbatan ishlatilishi oson va qulay hisoblanadi. SHuning uchun yuqoridagi holda bu tirgaklarni qo'llash maqsadga muvofiqroq.

Detallarning bir vaqtning o'zida ikki tekislik bo'ylab o'rnatish uchun burchakli tirgaklardan foydalaniladi. Tirgaklar kuch va yo'naltiruvchi tirgaklarga bo'linadi. Kuch tirgaklari detallarni mahkamlash va ularni payvandlash jarayonida yuzaga

keladigan asosiy kuchlar ta'siri yo'nalishida joylashgan bo'ladi. Tirgaklarga tushayotgan yukning (ayniqsa payvandlash vaqtida yuzaga keladi) aniq hisobini olish qiyin bo'lganligi sababli, kuch tirgaklarining konstruksiyalari sezilarli darajada mustahkamlik zahirasiga ega bo'ladi. Gorizontal tekislikda joylashgan tirgaklarni, odatda, tayanchlar deb ataladi.



6- Rasm tirgak.

6.3. Qisish (mahkamlash) elementlari

Qisish (mahkamlash) elementlari (bularga qisma va bosmalar kiradi) payvandlanayotgan buyum detallarini moslamaga o'rnatilgandan keyingi payvandlash va yig'ish jarayonlarida, mahkamlash uchun mo'ljallangan.

Qisma va bosmalar quyidagilarni ta'minlashi kerak;

- o'rnatilayotgan bazaga nisbatan, detallarni siljimaydigan qilib mahkamlash uchun bosish kuchini to'g'ri yo'naltirishi;
- yig'ish va payvandlashning butun jarayonida detallarning mustahkam, biki o'rnatilishi;
- harakatning tezkorligi;

- detallarni moslamaga qulay o'rnatish imkoniyati, payvandlashning qulayligi hamda payvandlashdan keyin buyumni moslamadan olish imkoniyati;
- ularni harakatga keltirish uchun (qo'l moslamalariga) bora olishning qulayligi;
- ishdagi havfsizlik.

Qisma va bosmalar ponali, vintli, ekstsentrikli, richagli, bayonetli, prujinali bo'ladi. Ular doimiy ochiluvchan, qayriluvchan va buriluvchan bo'ladi. Bosmalar qismalardan shu bilan farqlanadiki, ularning kuch bilan ta'siri bir tomonlama bo'ladi, ya'ni ular detallarni yo tirgaklarga yoki boshqa detallar tomon bosadi. Qismalar esa detallarni ikkita qarama –qarshi tomondan qisadi. Ular ikkita ishchi sirtiga ega va ular bir-biriga qarama-qarshi joylashgan bo'ladi (masalan tiskidagi kabi).

Mexanizatsiyalashgan yuritmal bosmalar, murakkabligi va qimmatbaholigiga qaramay, qo'ldagilarga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega bo'ladi:

- sezilarli darajadagi katta bosim kuchlarini hosil qilishi;
- harakatning tezkorligi;
- ishchini og'ir qo'l mehnatidan xalos etishi va ishlab chiqarish madaniyatining ortishi;
- masofadan turib boshqarish imkoniyati;
- bosmalarni qiyin joylarga qo'yish imkoniyati;
- bir necha bosmalarni bir vaqtda qo'llash imkoniyati.

Mexanizatsiyalashgan bosmalar yuritmasiga qarab pnevmatik, gidravlik, pnevmagidravlik, elektromagnit va doimiy magnitli bosmalar bo'ladi.

6.4. Payvandlash ta'minlash manbalari

Umumiy talablar

Payvandlash tokining quyi kuchlanishi (15 dan 100 Vol'tgacha)

Tok qiymatining yuqori kattaligi (15 dan 400 Ampergacha)

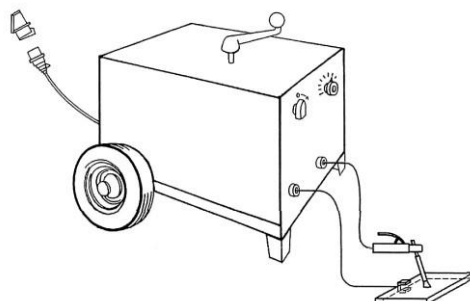
Payvandlash tokini boshqarish

Payvandlash zanjirini qisqa tutashuvdan himoya qilish

Payvandlash jarayonida tok qiymatining sezilar-sezilmas tebranishlari

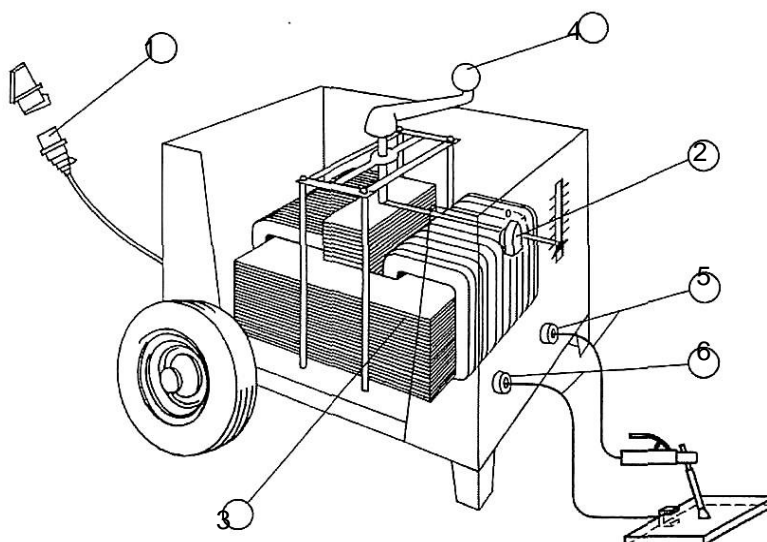
Turi

Payvandlash transformatori, Payvandlash to'g'riligichi, Payvandlash almashtirgichi



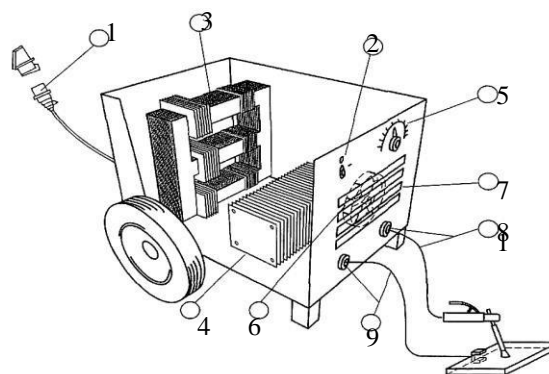
Tarmoq toki, Tokning payvandlash manbai, Payvandlash toki;

Payvandlash transformatori



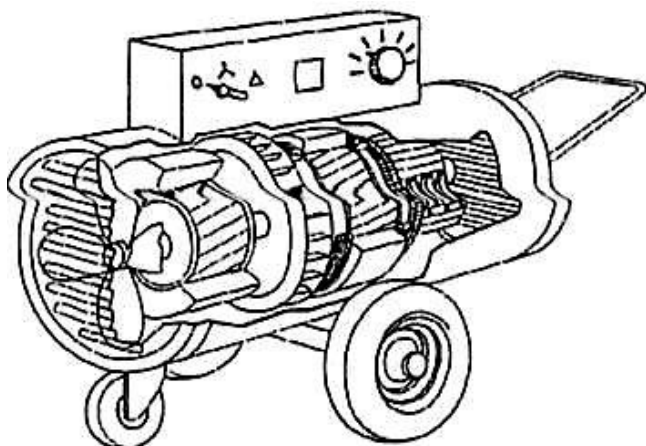
Konstruktiv uzellari: 1. Tarmoq ajratkichi; 2. Yoqib o'chirgich-o'chirib yoqqich;
3. Transformator (bir fazali). Vazifasi: tarmoq kuchlanishini payvandlash
kuchlanishiga aylantiradi; 4. Payvandlash tokini boshqaruvchi. U shkala va
boshqaruv dastasiga ega; 5. Elektrodga ulangan payvandlash kabeli uchun ajralma;
6. Payvandlanayotgan buyumga ulangan payvandlash kabeli uchun ajratkich.

Payvandlash to'g'riligichi



Konstruktiv uzellar: 1. Tarmoq ajratkichi; 2. Yoqib-o'chirgich-o'chirib yoqqich; 3. transformator (uch fazali) Vazifasi: tarmoqning yuqori kuchlanishini payvandlashning quyi kuchlanishiga aylantirish; tarmoqning kichik qiymatli tokini payvandlashning katta qiymatli tokiga almashtirish; 4. To'g'rilagich 5. Boshqaruv tumbleri va shkalali payvandlash toki boshqaruvchisi; 6. Ventilyator, vazifasi: sovutish; 7. sovutish bazalari; 8.Ulanish ajralmalari; 9.Payvandlash kabelini payvandlash buyumiga ulash uchun ajralma.

Payvandlash almashtirgichi



Payvandlash almashtirgichi payvandlash yoyining eng eski ta'minlash manbalaridan hisoblanadi. Almashtirgich yuritmalı motor va payvandlash tokini ishlab chiqaruvchi generatordan tashkil topgan. Yuritmalı motor vazifasini elektr motor yoki benzin yo dizel motorlari bajarishi mumkin. Bu holda so'z payvandlash apparatlari haqida boradi. Payvand almashtirgichi sifatli payvandlash uchun

o'zgarmas tok ishlab chiqaradi. Biroq uni ishlatish qiyin va tannarxi qimmatga tushadi.

7 MAVZU: ELEKTR YOY YORDAMIDA PAYVANDLASH USULLARI

Reja:

- 1. Elektr shlak yordamida payvandlash.**
- 2. Flyus qatlami ostida avtomatik usulda payvandlash.**
- 3. Ximoya gaz yordamida payvandlash.**

Taynch so'zlar: *Elektr yoy, flus, qizigan shlak, payvandlash avtomati, tip, flyus qatlami, payvandlash traktorlari;*

Elektr shlak yordamida payvandlash. Bu usulda metallarni payvandlashda elektr yoy yondirilib, ajratayotgan o'ta qizigan shlak ta'sirida metallarning payvandlanadigon joylari elektrod simlar uchini suyultirilib, payvandlanadi. Bunda suyuq shlak orqali o'tayotgan tokning ajratayotgan issiklik miqdori Joul Lens qonuniga muvofiq tok quchi kvadratiga quchlanishiga va tokning o'tish vaqtiga to'g'ri proporsionaldir. Bu usul qo'llanilganda ayniqsa, yirik detallarni mayda quyma va pokovkalaridan olishda iqtisodiy tejamkorlikka erishiladi. Metallarni elektr shlak usulida payvandlash flyus qatlami ostida avtomatik payvandlash usuliga qaraganda 5-10 marta unimli bo'lib, elektr energiyasi 1.5-2 marta kam sarflanadi.

Flyus qatlami ostida avtomatik usulda payvandlash. Metallarni dastaki usulda payvandlashning yuqori unumli usullari yaratilganiga va unumi keskin ortganiga qaramay ancha qalin metallarni sifatli payvandlash masalasi hal bo'ldi. Lekin izlanishlar metallarni elektr yoy yordamida avtomatik ravishda payvandlash usullarini yaratish imkonini beradi.

Payvandlash avtomatining kallagi elektrod sim 1 o'ralgan kasetta sim uzatish mexanizmi 2 va bunker 3 dan iborat. Payvandlashda sim uzatish mexanizmi ni ma'lum tezlikda zagatovka tomonga uzatib turadi.

Agar payvandlangan agregatni aravachaga o'rnatib tok buylab avtomatik yurgizilsa, chok sifatli bo'ladi. Bunday avtomatlarning ADS-1000-2, TS-17M, S35 va boshqa tiplari mavjud bo'lib, ularga payvandlash traktorlari deyiladi.

Payvandlash avtomatlarining ASB osma tipi va boshqa xillari ham bor.

Ximoya gaz yordamida payvandlash. Bu usulda metallarni payvandlashda elektr yoy va payvandlash joyi inert (argon, geliy) yoki aktiv gazlar (uglerod IV oksid, vodorod, suv bug'i) muhitida bo'lib, u xavoning zararli ta'siridan ximoyalanib sifatli choklar hosil qilinadi.

Payvandlovchi metall xiliga va hosil qilinadigan chok xarakteriga ko'ra bu usul ikki turga ajratiladi:

1. Suyuqlanmaydigan volfram elektrod bilan yoy yordamida argon gazi muhitida payvandlash.

Bu usuldan uglerodli va legirlangan hamda ayniqsa Al, Mg, Ti, Ni, Mo va boshqa metallar qalinligi 0.1 - 6 mm gacha bo'ladi.

2. Elektr yoy yordamida suyuqlanadigan metall elektrod bilan argon gazi muhitida payvandlash.

Bu usul yuqoridagi usullarga o'xshash bo'lib, bunda metall elektrod payvandlovchi tarkibiga yaqin bo'lib, elektr yoy va chok metali argon gazi muhitida bo'ladi (190). Agar suyuqlanmaydigan volfram elektrod bilan payvandlash

dastaki, yarim avtomatik va avtomatik usullarda to'g'ri qutbli o'z- garmas tokda tashqi xarakteristika pasayuvchi tok manbalaridan pasayuvchi tok manbalaridan foydalanilgan xolda amalga oshirilsa, suyuqlanadigan elektrod bilan faqat avtomatik usullarda payvandlanadi. Bu usulda alyuminiy magniy va ularning qotishmalari, shuningdeq zanglamas po'latlar ham payvandlanadi.

8 MAVZU: FLYUS QATLAMI OSTIDA AVTOMATIK USULDA PAYVANDLASH

Reja:

- 8.1. Flyus ostida avtomatik va yarim avtomatik payvandlash texnikasi**
- 8.2. Flyus ostida yarim avtomatik payvandlash texnikasi**
- 8.3. Ishlab chiqarish unumdorligini oshiruvchi flyus ostida payvandlashning usullari**

Tayanch so'zlar: *O'zgaruvchan tok, chokka kiritish, metall sachratqi, uchma-uch chok, ko'p qatlam, ostqo'yima, qulf brikma, flyus yostig'i, asbest, tavr chok, qayiqcha chok;*

8.1. Flyus ostida avtomatik va yarim avtomatik payvandlash texnikasi

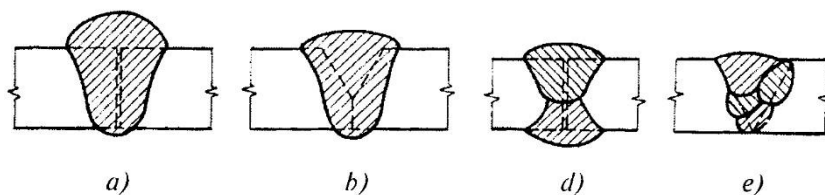
Flyus ostida payvandlashni o'zgaruvchan tokda ham, o'zgarmas tokda ham bajarish mumkin. Flyus ostida hosil qilingan payvand chok metali, taxminan, 1/3 qism suyuqlangan qo'shimcha materialdan va 2/3 qism qayta suyuqlantirilgan asosiy metallardan iborat bo'ladi. Suyuqlantirilgan flyus og'irligi suyuqlantirilgan qo'shimcha ashyo og'irligiga nisbati, taxminan, 1:1 nisbatda bo'ladi.

Flyus ostida payvandlashda buyumni yig'ish va qirralarni tayyorlash yo'li dastaki payvandlashga nisbatan aniqroq bajariladi. Aniq bir rejimga o'rnatilgan avtomat berilgan jarayon bo'yicha payvandlaydi va qirralarni tayyorlashda va buyumni yig'ishda og'ishlarni hisobga ololmaydi va to'g'ri olmaydi.

Payvandlashdan oldin detallar stendlarda mahkamlanadi yoki boshqa uskunalar bilan turli qurilmalar yordamida yoki sifatli qoplamli elektrodlar bilan dastaki payvandlash usulida xar joydan tutashtirib payvandlanadi. Har joydan tutashtirish uzunligi 50–70 mm bir-biridan oraliq masofasi 400 mm dan oshmasligi kerak, chetlarini har joydan tutashtirish chok chetidan 200 mm dan kam bo'lmagan masofada bo'lishi kerak. Har joydan tutashtirganda shlak va metall sachratqilardan yaxshilab tozalangan bo'lishi kerakdir.

Chok bo'ylab payvandlashda elektrodni chokka kiritish va payvandlashdan so'ng buyum chokidan tashqariga chiqarib tashlash uchun qirralarga kiritish va chiqarish plankalari payvandlab qo'yiladi. Planka tayyorlash shakli asosiy chok qirralari tayyorlanishi shakliga mos kelishi kerak.

Uchma-uch choklarni avtomatik payvandlashda qirralarga ishlov berilib va ishlov berilmasdan bajariladi. Ushbu holda ham chok bir va ikki tomonli hamda bir va ko'p qatlamli bo'lishi mumkin (8.1-rasm).



8.1-rasm. Flyus ostida bajarilgan uchma-uch choklar turlari:

a – bir tomonli (birikma qirralarga ishlov berilmasdan bajarilgan); b – bir tomonli (birikma qirralarga ishlov berilib bajarilgan); d – ikki tomonli (birikma qirralarga ishlov berilmasdan bajarilgan); e – bir tomonli ko'p qatlamli (birikma qirralarga ishlov berilib bajarilgan).

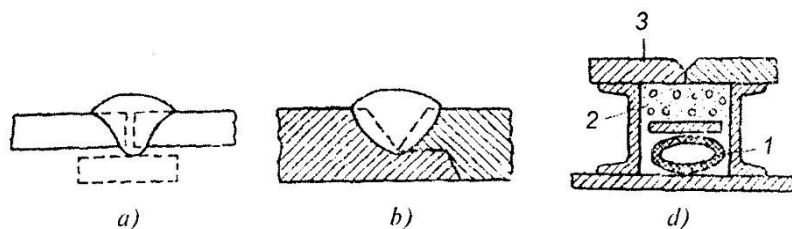
Agar po'lat qizdirilganda ta'sirlanmasa, u holda qalinligi 20 mm bo'lgan uchma-uch birikmalarni bir o'tishda bir tomonli chok bilan qirralarga ishlov bermasdan payvandlash mumkin. 5–6 mm qalinlikdagi detallarni uchma-uch payvandlashda qirralar to'liq erishi uchun, qoldirilgan tirqish bo'ylab payvandlanadi. Qirralarga ishlov bermasdan tirqishsiz bir tomonli payvandlashni qalinligi 14 mm gacha bo'lgan metallarni payvandlash mumkin.

Bir tomonli uchma-uch payvandlash uncha ma'suliyatli bo'lmagan payvand choklarda yoki buyum konstruksiyasini ikki tomonli payvandlashga imkoni bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. Erigan metallning katta hajmililigi, erish chuqurligi kattaligi metallni tirqishlarga oqib ketishiga va chok shakllanishini buzilishiga olib kelishi mumkin.

Bu holatni bartaraf etish uchun, flyus ostida avtomatik payvandlashdan oldin erigan metall oqib ketmasligi uchun buyumni tagidan flyus yostig'ida yoki osib qo'yib yoki po'lat yoki mis ostquymalardan yoki dastaki usulda payvandlab olinadi.

Avtomatik payvandlash usulida har joydan payvandlab ilashtirib olish mumkin bo‘lmaydigan hollarda, masalan, kichik diametrli silindrik buyumlarning halqasimon choklarini payvandlashda, oldin qo‘lda payvandlab ilashtirib olinadi, keyin avtomatik usulda payvandlanadi.

Yupqa tunukalarni payvandlashda, olib tashlanadigan mis ostquyma ishlatiladi (8.2- a rasm), bunda yetarli darajada aniq yig‘ish va qirralarni mis ostquymaga chokning butun uzunligi bo‘yicha zich bostirib qo‘yish talab etiladi (maksimal tirqish 0,25–0,5 mm). Chok tubi zonasida valik hosil qilish uchun mis ostqo‘ymada ariqchalar qilinib, u ba‘zan flyus bilan to‘ldiriladi.



8.2-rasm. Flyus ostida avtomat payvandlash sxemasi: a – mis yoki po‘lat ostqo‘ymada; b – «qulf» qilib biriktirishda; d – flyus yostig‘ida (1 – rezina shlang; 2 – flyus; 3 – buyum).

Qolib ketadigan po‘lat ostqo‘yma (8.2- a rasmga qarang) yupqa tunukalarga payvandlashda ishlatiladi, bunda jipslashtirib payvandlanadigan elementlar orasida mis ostquymada payvandlashdagiga qaraganda katta tirqish bo‘lishiga yo‘l qo‘yiladi, ostquyma bilan buyum orasidagi tirqish 1 mm dan oshmasligi kerak.

Qolib ketadigan ostqo‘ymada payvandlashning bir turi qulf qilib payvandlashdir (8.2- b rasm), bu usul kichik diametrli, qalin devorli silindrlarda halqasimon chok hosil qilishda qo‘llaniladi.

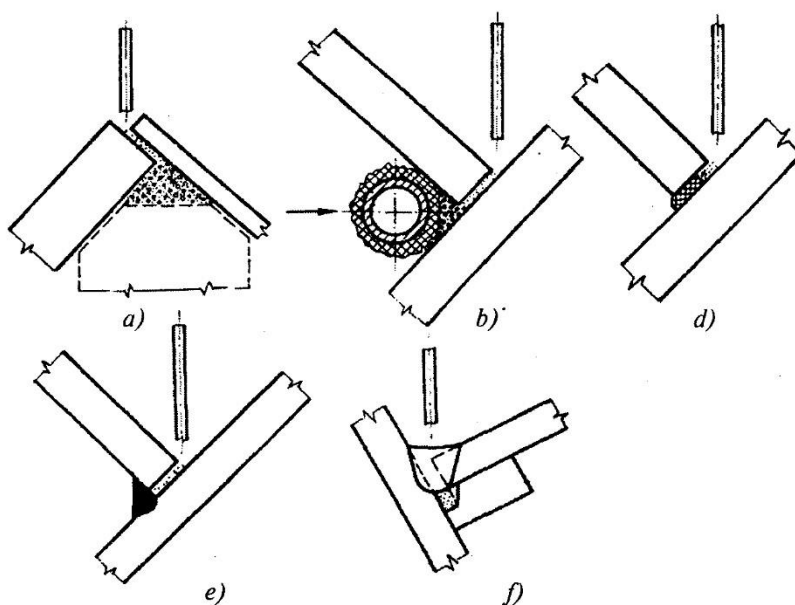
Flyus yostig‘idan foydalanilganda (8.2- d rasm) mis ostquymada payvandlashdagiga qaraganda, yig‘ishning juda aniq bo‘lishi talab qilinmaydi; bir o‘tishda tunukaning butun qalinligi bo‘yicha payvandlashda ham yaxshi natijalarga erishiladi. Flyusli yostiqlar havo to‘ldirilgan rezinali shlang yordamida yoki buyum xususiy og‘irligi ta‘sirida payvandlash qirralariga qisiladi. Buyum payvandlanayotgan qirralari qalinligiga nisbatan havo bosimi ingichka qirralar uchun 0,05–0,06 MPa va qalin qirralar uchun 0,2–0,25 MPa bo‘ladi.

Ikki tomonli uchma-uch payvandlash chok sifatini yanada yuqori bo‘lishini beradi. Qurilish-montaj konstruksiyalarni tayyorlashda ikki tomonli payvandlash usuli asosiy hisoblanadi. Uchma-uch birikmalarni avtomat bilan payvandlashda avval bir tomoni payvandlab olinadi erish chuqurligi asosiy metall qalinligini 60–70% tashkil etishi kerak, keyin ikkinchi tomoni xuddi shu chuqurlikda payvandlanadi.

Qirralar orasidagi tirqish 1 mm dan ko‘p bo‘lmasligi kerak. Payvandlash ostquymalarsiz ikkinchi tomoniga hech narsa qo‘ymasdan bajariladi. Agar tirqish oraliq‘i 1 mm dan ko‘p bo‘lishi kerak bo‘lganda suyuq metall oqib ketmasligi uchun bir tomonli payvandlashda qo‘llaniladigan usullar qo‘lanilishi kerak bo‘ladi.

Tavrlı va ustma-ust birikmalarnı payvandlashda chok holatı «qayıqcha» holatıgı keltırılıb yoki elektrodni yonboshlatıb payvandlanadı. Payvandlanayotgan qırralar qalınlıgıgı nisbatan, payvandlash qırralargı ishlov bermasdan, qırralarnıng bır yoki ikki tomonıgı ishlov berıb bajarılıadı.

Buyumning qırralar oralıg'ı 1mm dan kam bo'lgan tırqıshlar «qayıqcha» usulıdā ostquymasız bajarılıadı. Birikmalar qırraları oralıg'ı katta bo'lgan hollarda flyus yostıqchası (8.4- a va b rasm) yoki ostqo'ymalar (8.4- f rasm) qo'yıb payvandlanadı. Tırqıshlarnı asbest bılan zıchlash (8.4- d rasm) yoki chokni orqa tomonını payvandlash bılan (8.4- e rasm) bajarsa bo'ladı. «Qayıqcha» usulıdā payvandlashda payvandlanayotgan qırralarnı bır tekıs erıshını va bır o'tıshda katta qırqımli birikmalarnı sıfatlı chok hosıl qılınıshını ta'mınlaydı.



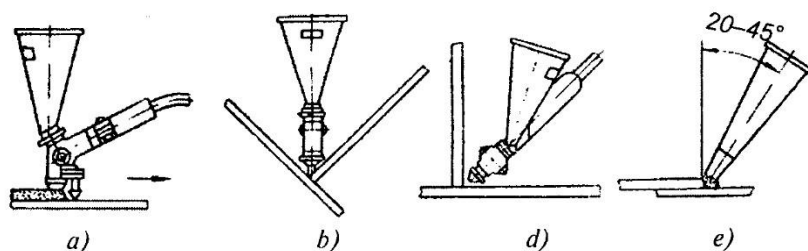
8. 4-rasm. *Burchak va tavrlı choklarnı flyus ostıdā payvandlash usulları chızması:* a – flyus yostıqchasıdā, flyusnı bosıb turmasdan; b – flyus yostıqchasıdā, flyusnı majburiy bosıb turıb; d – tırqıshnı asbest bılan to'ldırıb; e – ostını dastakı payvandlab; f – flyus-mıslı ostqo'yma bılan to'lıq erıtıb.

Tavrlı ustma-ust birikmalarnı payvandlash uchun elektrod yonboshlatılıdı, gorizontol holatgā 20–30° ga og'iladı. Bunday usulda payvandlashning kamchılıgı shundakı 16 mm dan katta bo'lgan chok katetlarını hosıl qılınıshı imkonı yo'qlıgı, bu esa ko'pincha ko'p qatlamli payvandlashgā olib keladı.

Yarımavtomatik payvandlashda yaxshı sıfatlı payvand choklar hosıl qılınıshı uchun, flyus ostıdā avtomatik payvandlashdagıgā qaraganda, ancha mayda donadorlı flyuslar ishlatılıadı. Payvandlash jarayonıdā payvandchı yarımavtomat tutkichını chok chızıg'ı bo'ylab qo'lda siljıtadı. Tok zıchlıgı yuqorılıgı va ıssıqlıknı mujassam kırıshı va erısh chuqurlıgı yarım avtomatik payvandlashda 30–40% ga oshadı.

8.2. Flyus ostıdā yarım avtomatik payvandlash texnikası

Flyus ostida yarimavtomatik payvandlash yo‘li bilan turli turdagi payvand birikmalarni hosil qilish mumkin (8.5-rasm).



8.5 - rasm. Flyus ostida yarimavtomatik payvandlash sxemasi:

a – uchma-uch choklarni; b – «qayiqcha» holatda; d – tavr choklarni; e – ustma-ust choklarni.

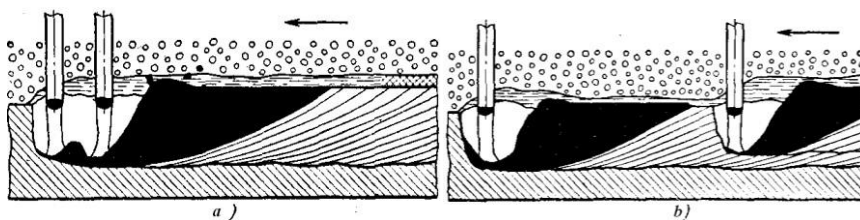
Uchma-uch choklarda tirqish kengligi 1,0–1,5 mm dan katta bo‘lsa, payvandlash flyus yostiqlasida yoki ostqo‘ymalarda bajariladi hamda ushlagichni ko‘ndalang tebranma harakatga keltiriladi.

Tavrli va ustma-ust birikmalarni payvandlashni 1,6–2,0 mm diametrli elektrod simlarda teskari qutbli o‘zgarimas tokda bajarish kerak. Payvandlanayotgan qirralar orasidagi tirqish kengligi 0,8–1,0 mm dan oshmasligi kerak. Yarim avtomatik payvandlashda sifatli chokni bir o‘tishda faqat chok kateti 8 mm bo‘lganda olish mumkin. 8 mm dan katta bo‘lgan chok katetlarida choklarni ko‘p qatlamli payvandlash bilan erishiladi.

8.3. Ishlab chiqarish unumdorligini oshiruvchi flyus ostida payvandlashning usullari

Ishlab chiqarish unumdorligini va payvand birikmaning sifatini oshirish flyus ostida avtomatik payvandlashning ikki va undan ko‘proq elektrodlar bilan payvandlash bilan amalga oshiriladi. Ko‘p elektrodli va ko‘p yoyli payvandlash usullari farqlanadi. Ko‘p elektrodli payvandlashda hamma elektrodlar ta‘minlash manbayining bitta qutbiga ulangan bo‘ladi. Ko‘p yoyli payvandlash usulida esa har bir elektrod bittadan alohida ta‘minlash manbayiga ulanadi va ular o‘zaro bir biridan izolyatsiyalangan bo‘ladi.

Ko‘p yoyli payvandlashning ikki turi mavjud: umumiy vannada payvandlash, ya‘ni bunda barcha yoylar eritgan metall yagona payvandlash vannasini hosil qiladi va bir butun bo‘lib kristalizatsiyalanadi (8.6- a rasm); alohida payvandlash vannasida payvandlash, bunda har bitta yoy o‘zining alohida vannasiga ega bo‘ladi va keyingi yoy qotib ulgurgan qatlamni eritadi va keyingi yoy bilan payvandlab yotkaziladi (8.6- b rasm).

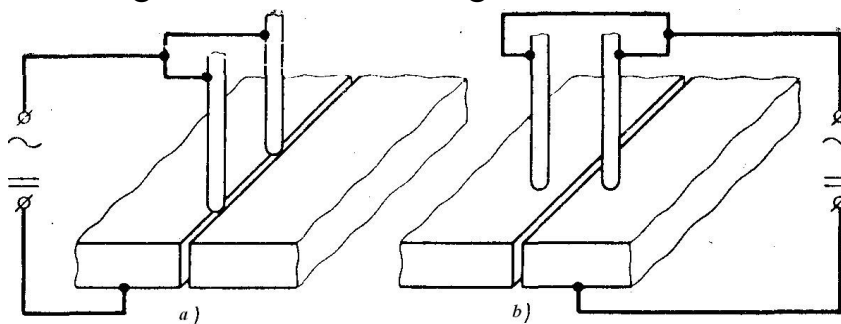


8.6-rasm. Ikkita yoy bilan payvandlash (chiziqcha bilan payvandlash yo‘nalishi ko‘rsatilgan):

a – umumiy vannaga; b – alohida vannaga.

Ko‘p elektrodli payvandlash bilan faqat umumiy vannada bajarish mumkin va quyidagicha turlari mavjud:

1) birlashtirilgan ikkita elektrod bilan oddiy tezlik bilan payvandlash. Ushbu usulda elektrodlar 8.7- a va b rasmlarda ko‘rsatilgan bo‘yicha joylashtirilgan bo‘ladi. Elektrodlarning joylashish sxemasi payvandlash sharoitlariga bog‘liq. Biriktirilgan ikkita elektrod tirqish bo‘yicha payvandlashda bajariladi hamda birinchi qatlamdan erish chuqurligini kamaytirish maqsadida ikki tomonli payvandlashda va ko‘p qatlamli choklarni payvandlashda va eritib qoplash ishlarida qo‘llaniladi. Bu holda payvandlash unumdorligini oshirishga erishish uchun payvandlash vannasiga kiritiladigan elektrod metalining tarkibini oshirish kerak.

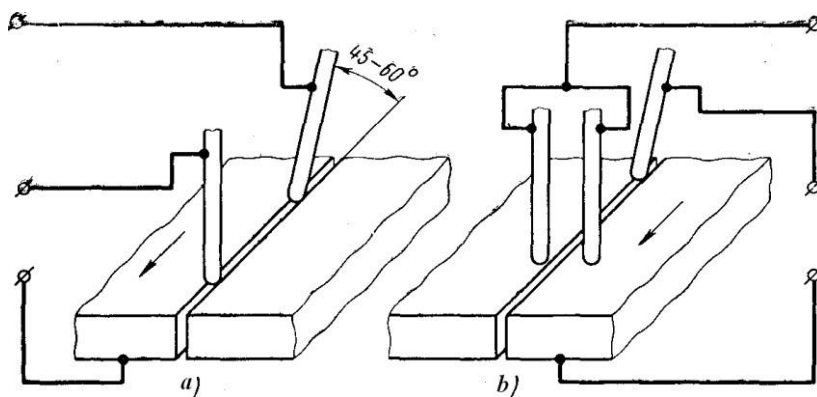


8.7-rasm. Ikkita elektrod bilan payvandlash:

a – elektrodlar bo‘ylama joylashgan; b – elektrodlar ko‘ndalang joylashgan.

2) uch fazali yoy bilan payvandlash, bu usulda eritib qoplash koeffitsienti oshadi, vaxolanki eritib qoplash ishlarida ko‘proq qo‘llaniladi hamda ko‘p qatlamlab va katta kesimli burchak choklarni payvandlashda qo‘llaniladi.

3) yuqori tezlikda ikki yoyli yoki ko‘p yoyli payvandlash usullarida payvandlashda ikkita elektrodni yonboshlab yoki vertikal va yonboshlab ushlab elektrodleri qo‘llaniladi (8.8- a rasm). Bitta vertikal elektrod o‘rniga birlashgan ikkita elektrod ishlatiladi (8.8- b rasm). Ayrim hollarda yoy hududiga qo‘shimcha metall qo‘shiladi. Bu usular bilan asosiy metallning erish chuqurligini oshirish va chok shakllanishini yaxshilanishi imkoniyatiga ega bo‘lamiz, bu bilan payvandlash tezligi keskin oshadi, oqibatda payvandlash ishlab chiqarish unumdorligi oshadi.



8.8-rasm. Yuqori tezlikda payvandlashda elektrodning joylashishi: a – vertikal va yonbosh joylashgan elektrolar; b – birlashgan vertikal va yonbosh joylashgan elektrodlar.

Yuqori tezlikda ko‘p yoyli payvandlash katta diametrli quvurlarni payvandlashda, turli qirquimdagi balkalarni, vagon konstruksiyalarini va boshqalarni payvandlashda qo‘llaniladi. Hozirgi vaqtda burchak choklarni payvandlash tezligi 90m/soatni, uchma-uch choklarni payvandlash 300m/soatni tashkil etadi.

O‘z-o‘zini tekshirish uchun savollar

1. Flyus ostida yarimavtomatik payvandlashning texnologik mohiyati nimadan iborat?
2. Flyus ostida payvandlash usullarining qaysi birini ishlab chiqarish unumdorligi yuqori?

9 MAVZU: XIMO YA GAZ YORDAMIDA PAYVANDLASH

Reja:

9.1. Himoya gazlar muhitida payvandlash usullari

9.2. Erimaydigan elektrodlar bilan payvandlash

9.3. Eriydigan elektrod bilan payvandlash

9.4. Inert gazlar muhitida payvandlash

9.5. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash

Tayanch so'zlar: *Himoya gazi, asitelen, ion gaz, tabiiy gaz, karbonat angidrid gaz, atom-vodorod, payvand zonasini, inert gaz, katod, sharrali ximoya, konsentrik oqim, mikrokamera;*

9.1. Himoya gazlar muhitida payvandlash usullari

Himoya gazlar muhitida payvandlash – bu yoyli payvandlash, bunda yoy va erigan metall, ayrim hollarda sovuyotgan chok, payvandlash zonasiga maxsus qurilma bilan yetkazib berilayotgan himoya gazlar ta'sirida bo'ladi, ya'ni havo ta'siridan himoyalanaadi. Himoya gazlar muhitida payvandlash g'oyasini XIX asr oxirida N.N. Benardos taklif etdi. XX asrning 20-yillarida AQSHda muxandis Aleksander va fizik Lengmyur gaz aralashmalarida o'zakli elektrod bilan payvandlashni amalga oshirishdi. 1925-yilda Lengmyur erimaydigan volfram elektrod bilan va himoya muhiti sifatida vodorodni, ya'ni atom-vodorodli payvandlash usuli sifatida yoyli payvandlashning bilvosita ta'siri orqali payvandlashni ishlab chiqdi. XX asrning 40-yillarida Aviatsion Texnikasi Ilmiy Tadqiqot Institutida inert gaz muhitida volfram elektrod bilan payvandlash ishlab chiqildi. 1949-yilda elektr payvandlash institutida ko'mir elektrodi bilan karbonat angidrid gaz muhitida payvandlash ishlab chiqildi.

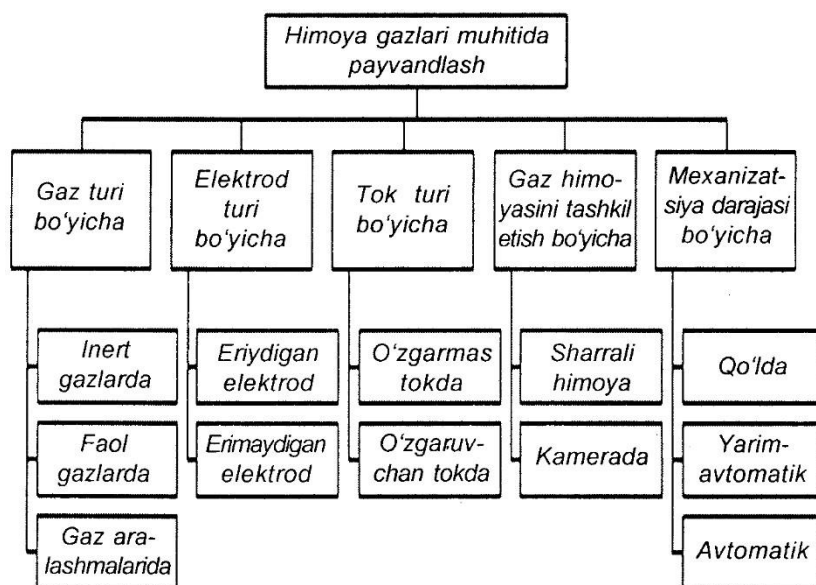
Himoya gazlar muhitida yoy bilan payvandlashda ish unumi yuqori bo'ladi, bu ishni oson avtomatlashtirish mumkin va metallarni elektrod qoplamalari hamda flyuslar ishlatmasdan biriktirishga imkon beradi.

Payvandlashning bu usuli po‘lat, rangli metallar va ularning qotishmalaridan konstruksiyalar yasashda keng qo‘llanila boshladi.

Himoya gazlari muhitida payvandlashning afzalliklari quyidagilar:

- flyus yoki qoplamalar ishlatishga, binobarin, choklarni shlakdan tozalashga hojat yo‘q;
- yuqori ish unumi va manba issiqligining yuqori darajada konsentratsiyalanishi strukturaviy o‘zgarishlar zonasini ancha qisqartirishga imkon beradi;
- chok metali havo kislorodi va azoti bilan juda kam ta’sirlashadi;
- payvandlash jarayonini kuzatib turish qulay;
- jarayonlarni mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish imkoni bor.

Himoya gazlari muhitida yoy bilan payvandlash usullarining klassifikatsiyasi 9.1-rasmda ko‘rsatilgan.

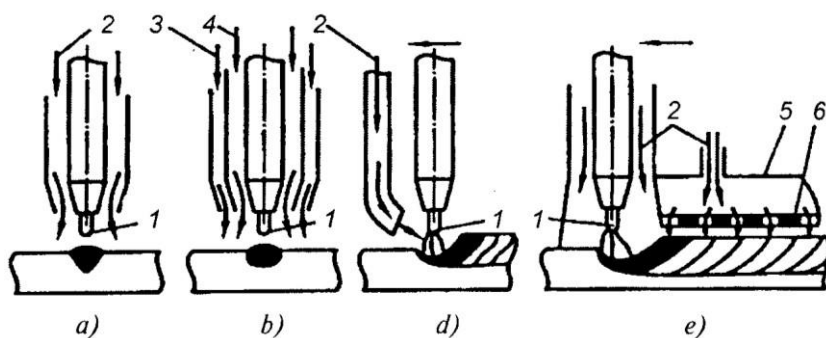


9.1-rasm. Himoya gazlar muhitida yoy bilan payvandlash usullarining klassifikatsiyasi.

Himoya gazlar muhitida payvandlashni eriydigan va erimaydigan (volfram) elektrodlar bilan bajarish mumkin.

Payvand zonasini himoyalash uchun geliy va argon kabi inert gazlar, ba’zan azot, vodorod va karbonat angidrid kabi faol gazlardan foydalaniladi. Shuningdek, turli proporsiyalarda alohida gazlarning aralashmasi ham ishlatiladi. Gaz bilan ana shunday himoya qilinganida payvandlash zonasi atrofidagi havo siqib chiqariladi.

Montaj sharoitlarida payvandlashda yoki gaz himoyasini puflab tarqatib yuboradigan sharoit mavjud bo'lganda qo'shimcha himoya qurilmalaridan foydalaniladi. Payvandlash zonasini gaz bilan himoyalash samaradorligi payvandlanadigan birikmaning turiga va payvandlash tezligiga bog'liq. Himoyaga shuningdek, soplning o'lchami, himoya gazining sarfi va soplodan buyumgacha bo'lgan masofa (u 5–40 mm bo'lishi kerak) ham ta'sir qiladi.



9.2-rasm. Payvandlash zonasiga himoya gazlarni yetkazib berish chizmasi: a – markaziy bitta konsentrik oqim bilan; b – markaziy ikkita konsentrik oqimlari bilan; d – yon tomon bilan, payvandlash yuqori tezliklarda; e – siljuvchi mikrokamera orqali:

1 – payvandlash elektrod; 2 – himoya gaz oqimi; 3 – tashqi gaz himoya oqimi; 4 – ichki gaz himoya oqimi; 5 – mikrokamera; 6 – mikrokamera tirqishidan gaz uzatish.

Payvandlash zonasining yaxshi himoyalaniishi gazning issiqlik fizik xossalari, shuningdek, gorelkaning konstruktiv xususiyatlari va payvandlash rejimiga bog'liq. Payvandlash yoyi zonasiga kiritiladigan himoya gazlari yoy zaryadsizlanishining turg'unligiga, elektrod metalining suyuqlanishiga va uning ko'chishiga ta'sir qiladi. Elektrod metali tomchilarining o'lchami payvandlash toki ortishi bilan kamayadi, payvandlash toki ortishi bilan erish chuqurligining ortishi esa payvandlash yoyi bosimining ta'sirida elektrod ostidagi suyuq metallning ancha intensiv siqib chiqarilishiga bog'liq.

Eriydigan elektrod bilan payvandlashda yoy buyum bilan payvandlash zonasiga uzatiladigan eriydigan payvandlash simi orasida yonadi. Erimaydigan (volfram) elektrodlari bilan payvandlashda payvandlash yoyi bevosita yoki bivosita

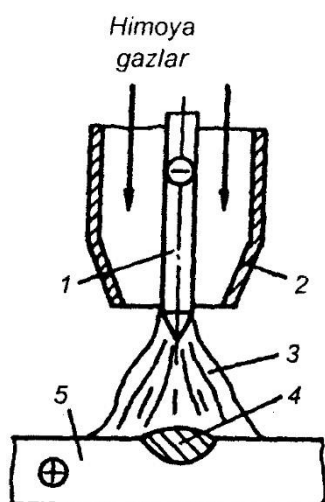
ta'sir qilishi mumkin. Volfram elektrodi va yoy zonasiga uzluksiz uzatib turiladigan payvandlash simi orasida yonadigan yoy bavo-sita ta'sir etadigan yoyning bir turidir.

Inert gaz oqimining himoyalash ta'siri gazning tozaligiga, oqimning parametrlariga va payvandlash rejimiga bog'liq. Gazning himoya xossalari-ga baho berishdagi ko'rgazmali usullardan biri volfram elektrodi bilan payvandlanadigan metall orasida o'zgaruvchan tok yoyini yondirishda katodning yonish zonasi diametrini aniqlashdan iborat. Payvandlanadigan metall katod vazifasini o'taydigan davrda payvandlash vannasi sirtidan va qo'shni zonalardan sovuq metallga nisbatan metall zarrachalari uzilib chiqadi. Katodning yonish darajasi, asosan, musbat ionlarning massasiga bog'liq, ular payvandlash jarayonida katodni bombardimon qiladi. Masalan, argon muhitida geliy muhitidagiga qaraganda katodning ancha intensiv yonishi sodir bo'ladi. Katodning yonishiga, metallar moyilligining kamayishiga qarab, ular quyidagi tartibda joylashadi:

Mg, Al, Si, Zn, W, Fe, Ni, Pt, Cu, Bi, Sn, Sb, Pb, Ag, Cd.

9.2. Erimaydigan elektrodlar bilan payvandlash

O'zgarmas tok bilan inert gazlar muhitida yoy vositasida payvandlashda yoyning turg'un yonish sharti – qutblilikni o'zgartirishda zaryadsizlanishning muntazam ravishda tiklanib turishidir. Argon va geliy kabi inert gazlarining yoy-ni yondirish va ionizatsiyalash potentsiali kislorod, azot va metall bug'lariga qaraganda yuqori, shuning uchun o'zgaruvchan tok yoyini yondirish uchun salt yurish kuchlanishi oshirilgan ta'minlash manbayi talab etiladi. Payvandlash yoyi inert gazlar (argon yoki geliy) muhitida juda turg'un yonadi va uni tutib turish uncha katta kuchlanish talab etilmaydi. Elektronlarning yuqori darajadagi qo'zg'aluvchanligi neytral atomlarning ular bilan elektronlar to'qnashganda yetarlicha uyg'onishi va ionizatsiyalanishini ta'minlaydi.



9.3-rasm. *Erimaydigan elektrod bilan himoya gazlar muhitida payvandlash jarayonining chizmasi:*

1 –elektrod; 2 –soplo; 3 – yoy; 4 – chok metali; 5 – buyum.

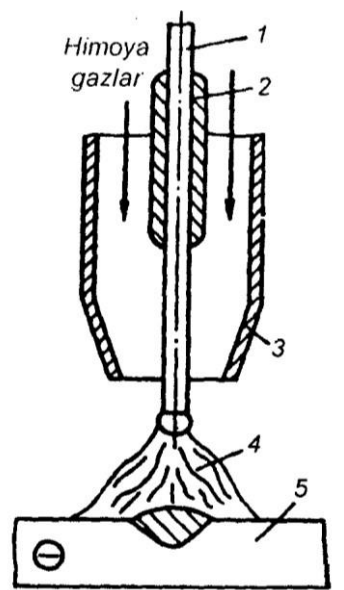
Volfram katod bo‘lgan holda yoy zaryadsizlanishi asosan, suyuqlanish haroratining yuqoriligi va volframning nisbatan kam issiq o‘tkazuvchanligi tufayli sodir bo‘ladigan termoelektron emissiya hisobiga yuz beradi, bu esa to‘g‘ri va teskari qutblilikda yoyning bir xilda yonmasligiga sabab bo‘ladi. Teskari qutblilikda (buyum qatod rolini o‘ynaydi – minus) yoyni yondirishdagi kuchlanish to‘g‘ri qutblilikdagiga qaraganda katta bo‘lishi kerak. Shuning uchun volfram elektrodi bilan payvandlanadigan metall hossalari bir-biridan ancha farq qilganligidan yoy kuchlanishining egri chizig‘i simmetrik shaklga ega bo‘lmaydi, balki unda doimiy tashkil etuvchi paydo bo‘lib, u payvandlash zanjirida tokning doimiy tashkil etuvchisining hosil bo‘lishini yuzaga keltiradi. Tokning doimiy tashkil etuvchisi o‘z navbatida transformator o‘zagi va drosselda o‘zgarmas magnit maydonni hosil qiladi, bu hol esa payvandlash yoyi quvvatining kamayishiga va yoyning barqaror bo‘lmasligiga olib keladi. Zanjirda tokning doimiy tashkil etuvchisining yuzaga kelishi payvandlash jarayonining, ayniqsa, aluminiy qotishmalarini payvandlashning normal olib borilishini ta‘minlamaydi, chunki payvandlash vannasi, hatto kislorod hamda azot miqdori kam bo‘lganida ham, oksid va nitridlarning qiyin eriydigan pardasi bilan qoplanadi, ular esa qirralarning suyuqlanishiga va chok hosil bo‘lishiga to‘sqinlik qiladi.

O'zgaruvchan tok bilan payvandlashda yoyining tozalash ta'siri katodning yonishi tufayli buyum katod rolini o'ynagan hollardagi yarim davrlarda namoyon bo'ladi, chunki bunda oksid va nitrid pardalarining yemirilishi sodir bo'ladi.

Teskari qutblikda zichligi kam tokdan foydalaniladi, lekin amalda bunday yoy ishlatilmaydi. To'g'ri qutblikda issiqlik elektrodda kam ajraladi, chunki uning ancha qismi payvandlanadigan metallni suyuqlantirishga sarflanadi.

9.3. Eriydigan elektrod bilan payvandlash

Eriydigan elektrod bilan yoy vositasida himoya gazlari muhitida payvandlashda payvand chokning geometrik shakli va uning o'lchamlari payvandlash yoyining quvvatiga, metallni yoy oraliqlaridan olib o'tish xarakteriga, shuningdek, yoy oralig'ini kesib o'tuvchi gaz oqimi va metall zarrachalarining suyuqlangan metall vannasi bilan ta'sirlanishiga bog'liq.



9.4-rasm. Eriydigan elektrod bilan himoya gazlar muhitida payvandlash jarayonining chizmasi:

1 – elektrod; 3 – soplo; 4 – yoy; 5 – buyum.

Payvandlash jarayonida payvandlash vannasining sirtiga gaz, bug' va metal zarrachalari oqimining hisobiga yoy ustuni bosimi ta'sir qiladi, buning natijasida yoy ustuni asosiy metallga botib kirib, suyuqlantirish chuqurligini oshiradi.

Elektroddan payvandlash vannasiga qarab yoʻnalgan metall gazi va bugʻlarining oqimi elektromagnit kuchlarning siquvchi taʼsiri tufayli hosil boʻladi. Payvandlash yoyining suyuqlantirilgan metal vannasiga taʼsir kuchi uning bosimi bilan tavsiflanadi, gaz va metall oqimi qancha konsentratsiyalashgan boʻlsa, bu bosim shuncha yuqori boʻladi. Metal oqimining konsentratsiyasi tomchilarning oʻlchami kamayishi bilan ortadi, tomchilarning oʻlchami esa metallning, himoya gazining tarkibiga, shuningdek, payvandlash tokining yoʻnalishi va kattaligiga bogʻliq.

Inert gazlar muhitida elektrodning erishi natijasida hosil boʻlgan payvandlash yoyi konus shaklida boʻlib, uning ustuni ichki va tashqi zonalaridan iborat. Ichki zona ravshan yorugʻlikka va katta haroratga ega boʻladi.

Ichki zonada metallning koʻchirilishi sodir boʻladi va uning atmosferasi metallning shuʻlalanuvchi bugʻlari bilan toʻlgan boʻladi. Tashqi hudud yorugʻligining ravshanligi kamroq va ionlashgan gazdan iborat boʻladi.

9.4. Inert gazlar muhitida payvandlash

Argon va geliy muhitida payvandlash suyuqlanadigan va erimaydigan (volfram) elektrodlar bilan olib boriladi

Argon-yoy bilan payvandlash legirlangan poʻlatlarni, rangli metallar va ularning qotishmalarini biriktirishda qoʻllaniladi, u oʻzgarmas va oʻzgaruvchan tokda eriydigan va erimaydigan elektrodlar bilan bajariladi (9.5-rasm).

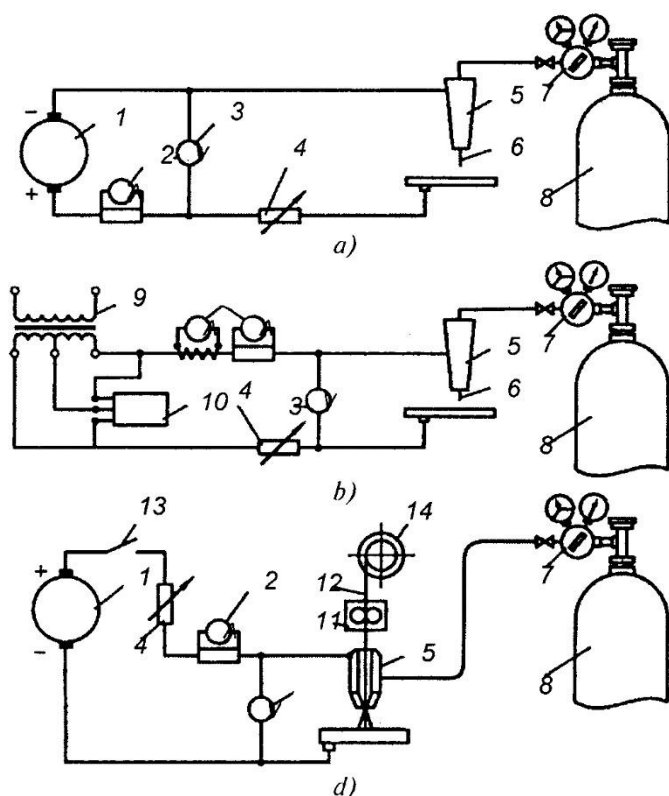
Qoʻlda argon-yoy bilan payvandlashda volfram elektrodning uchi konus shaklida oʻtkirlanadi. Oʻtkirlangan uchining uzunligi, odatda, elektrod diametrining ikki-uch qismiga teng boʻlishi kerak.

Yoy maxsus koʻmir plastinada yondiriladi. Yoyni asosiy metallda yondirish tavsiya etilmaydi, chunki bunda elektrodning uchi ifloslanishi va suyuqlanib isrof boʻlishi mumkin.

Yoyni yondirish uchun salt yurish kuchlanishi oshirilgan taʼminlash manbayidan yoki kuchlanishi yuqori qoʻshimcha taʼminlash manbayidan (ostsillyatordan) foydalanish mumkin, chunki yoyni yondirish potentsiali va inert

gazlarining ionizatsiyalanishi kislorod, azot yoki metall bug‘lariga qaraganda ancha yuqori. Inert gazlar yoyining razryadlanishi yuqori turg‘unligi bilan farq qiladi.

Erimaydigan volfram elektrod bilan o‘zgaruvchan tokda payvandlashning o‘ziga xos xususiyati payvandlash zanjirida o‘zgarmas tok tashkil etuvchisining hosil bo‘lishidir. Bu tashkil etuvchi tokning kattaligi payvandlash zanjiridagi o‘zgaruvchan tok effektiv qiymatining 50% gacha yetishi mumkin. Tokning to‘g‘rilanishi, ya‘ni o‘zgarmas tok tashkil etuvchisining hosil bo‘lishi volfram elektrodning o‘lchamlari va shakliga, buyumning materialiga hamda payvandlash rejimi (tokning kattaligi, payvandlash tezligi va yoyning uzunligi) ga bog‘liq. Payvandlash zanjirida o‘zgarmas tok tashkil etuvchisining paydo bo‘lishi, ayniqsa, aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash jarayonida salbiy ta‘sir qo‘rsatadi.



9.5-rasm. Himoya gazlarda payvandlash chizmasi: a – to‘g‘ri qutbli o‘zgarmas tokda erimaydigan elektrod bilan; b – o‘zgarmas tokda erimaydigan elektrod bilan; d – teskari qutbli o‘zgarmas tokda eriydigan elektrod bilan: 1 – payvandlash o‘zgartirgichi; 2 – ampermetr; 3 – voltmetr; 4 – ballastli reostat; 5 – gorelka uchligi ; 6 – volframli elektrod; 7 – gaz sarfi-reduktori; 8 – ballon himoya gazi bilan; 9 –

payvandlash transformatori; 10 – ostsillyator; 11 – sim uzatish mexanizmi; 12 – eriydigan elektrod simi; 13 – kontaktor tutashuvi; 14 – sim o‘ralgan g‘altak.

O‘zgaras tokning tashkil etuvchisi juda oshib ketganida yoyning turg‘un yonishi buziladi, eritib yopishtiriladigan metall sirtining tozaligi keskin yomonlashadi, kertik joylar, qatlamlanish yuz beradi va payvand birikmalarning mustahkamligi hamda chok metalining plastikligi kamayadi. O‘zgaruvchan tok payvandlash zanjirida o‘zgaras tok tashkil etuvchisini yo‘qotish, yaxshi sifatli payvand birikmalar hosil qilishning birinchi darajali shartidir.

Geliy-yoy bilan payvandlash prinsipi ham argon-yoy bilan payvandlashdagi kabidir, shuning uchun uni alohida ko‘rib chiqmaymiz.

Argon-yoy bilan payvandlash vositasida uchma-uch, tavr shaklidagi, usmaust burchakli birikmalarni hosil qilish mumkin.

Chok metalini asos tomonidan himoyalash va chok orqa tomonining shakllanishini ta‘minlash uchun himoya gazlari puflanadi (chok asosi tomonidan himoya gazining ortiqcha bosimi hosil qilishda puflash uchun argon yoki ayrim hollarda (titanni payvandlashda) geliy ishlatiladi. Zanglamas po‘latlarni payvandlashda argon, azot, karbonat angidrid gazi va azotning vodorod bilan aralashmasi (azot – 93%, vodorod – 7%) ishlatiladi.

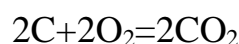
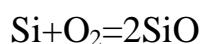
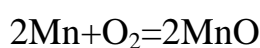
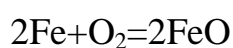
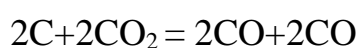
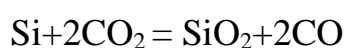
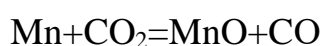
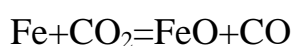
9.5. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash

Tadqiqotchilar K.V. Lyubavskiy va N.M. Novojilov 50-yillarning boshlarida karbonat angidrid gazining himoya muhitida payvandlash usulini ishlab chiqdilar. Karbonat angidrid gazi muhitida payvandlash jarayonining mohiyati quyidagidan iborat. Payvandlash zonasiga kiritiladigan karbonat angidrid gazi uni atmosfera havosining zararli ta‘siridan himoya qiladi. Bunda payvandlash yoyining yuqori harorati ta‘sirida karbonat angidrid gazi qisman is gazi va kislorodga dissotsiatsiya:

$$2\text{CO}_2=2\text{CO}+\text{O}_2$$

Yoyning harorati hamma joyda bir xil bo‘lmaganligidan yoy zonasidagi gaz aralashmasining tarkibi ham bir xil bo‘lmaydi. Yoyning harorati yuqori bo‘lgan o‘rta qismida karbonat angidrid gazi to‘la dissotsiatsiya. Payvandlash vannasiga yondosh muhitda karbonat angidrid gazining miqdori kislorod va is gazining jami miqdoridan ortiq bo‘ladi.

Gaz aralashmasining har uchala komponenti metallni havo ta’siridan himoya qiladi, shu bilan bir vaqtda uni elektrod simi tomchilari vannaga o‘tganida ham, sirtiga o‘tganida ham oksidlaydi.



Elementlarning oksidlanish tartibi va intensivligi ularning kislorodga nisbatan kimyoviy moyilligiga bog‘liq. Boshqa elementlarga qaraganda kislorodga juda moyil bo‘lgan kremniy oldin oksidlanadi. Marganesning oksidlanishi ham, shuningdek, temir va uglerodning oksidlanishiga qaraganda ancha intensivliroq sodir bo‘ladi. Demak, karbonat angidrid gazining oksidlash potensialini qo‘shimcha simga ortiqcha kremniy va marganes kiritish bilan neytrallash mumkin. Bu holda temirning oksidlanish reaksiyasi va uglerod oksidlari hosil bo‘ladigan reaksiyalar so‘ndiriladi, ammo atmosfera havosiga nisbatan karbonat angidrid gazining himoya funksiyalari saqlanib qoladi.

Eritib yopishtirilgan metallning sifati payvandlash simidagi kremniy va marganesning foiz hisobidagi miqdoriga bog‘liq (karbonat angidrid gazining sifati talabga javob berganda). Eritib yopishtirilgan metalning yaxshi sifatli bo‘lishi, uglerodli po‘latlarni payvandlashda, sim tarkibidagi Mn ning Si ga nisbati 1,5–2% ni tashkil etganda kafolatlanadi.

Kremniy va marganesning hosil bo‘ladigan oksidlari suyuq metallda erimaydi, balki o‘zaro ta’sirlashib, oson eruvchan birikmalar hosil qiladi, bu birikmalar esa shlak ko‘rinishida payvandlash vannasi sirtiga qalqib chiqadi.

10 MAVZU: ELEKTRON NUR VA LAZER YORDAMIDA PAYVANDLASH

Reja:

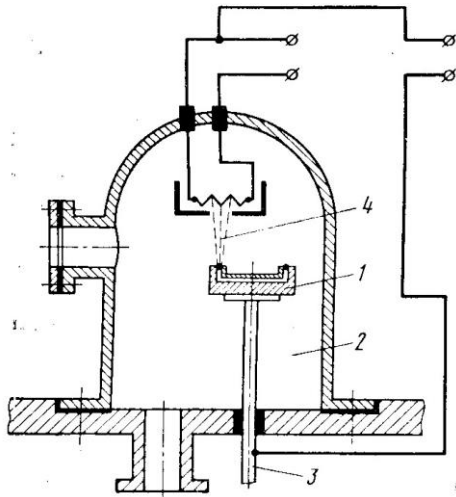
- 1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati**
- 2. Elektron nurli payvandlashda qo'llaniladigan jihozlar**
- 3. Lazerli payvandlash mohiyati**
- 4. Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi.**
- 5. Lazerli payvandlash uchun jihozlar**
- 6. Bosim bilan payvandlashning boshqa turlari**

Tayanch so'zlar: *Elektron-nurli, issiqliq energiyasi, zaryadlangan zarra, ionizatsiya jarayoni, gazsimon molekulalar, elektronlar to'dasi, lazer, qattiq jisimli gazsimon lazer, katod, anod;*

10.1. Elektron-nurli payvandlash mohiyati

Elektron-nurli payvandlash – bu eritib payvandlash usuli bo'lib, bunda metall qizishi elektr maydon ta'sirida tez harakatlanuvchi elektron nurlar oqimi natijasida qiziydi. Elektronlar buyum yuzasiga tegib o'zining kinetik energiyasini berib issiqliq energiyasiga aylanadi va metallni 5000–6000°C gacha qizdiradi. Ushbu jarayon, odatda, germetik yopiq kamerada bajariladi (vakuum ushlanib turilishi kerak). Elektron nur yordamida payvandlashda tanovarlar qalinligi 0,01 dan 100 mm va bundan ham qalinroq bo'lishi mumkin.

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



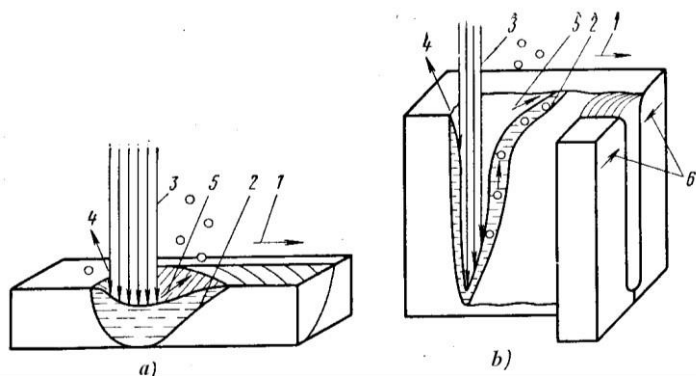
15.1-rasm. Elektron-nurli payvandlash sxemasi:

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

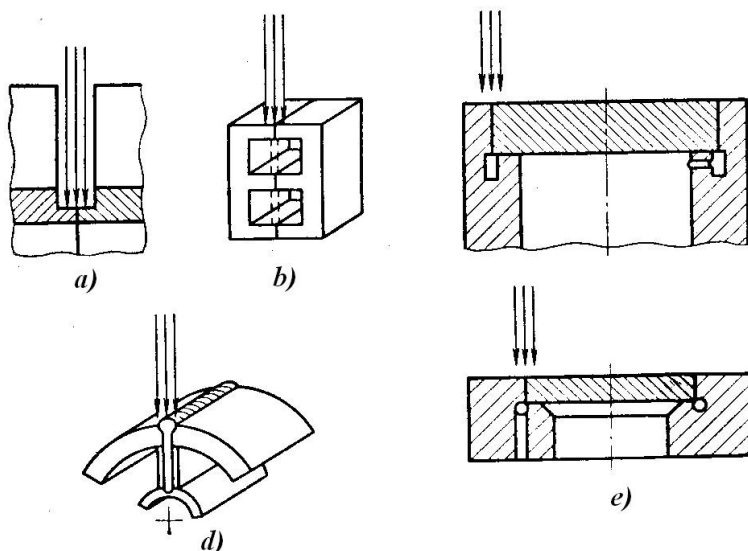
Elektron nurli payvandlash jarayoni, odatda, germetik yopiq kamerada bajariladi, ushbu kamerada vakuum 10^{-1} – 10^{-3} Pa ni tashkil etadi. Vakuum elektroninglarning erkin harakati uchun, ionizatsiya jarayonidagi gazsimon molekulalar bilan to‘qnashishini kamaytirish uchun juda muhimdir. Hamda vakuum eritib qoplanayotgan metallning tozaligini ta’minlash uchun, uni oksidlanishi va azotlanishining oldini olish uchun undagi bug‘langan gazlarning miqdorini kamaytirish uchun ham muhim rol o‘ynadi. Vakuum, to‘xtovsiz ishlatiladigan vakuum nasoslari yordamida ta’minlanadi. Elektronlar manbai sifatida nakallanayotgan katod xizmat qiladi, katod esa past voltli transformatoridan manbalanadi. Elektronlar past voltli transformatoridan yuqori kuchlanishlarga 10–100 kV aylanadi, odatda, 30 kV kuchlanish qo‘llaniladi, chunki yanada yuqori kuchlanishlarda rentgen nurlari hus himoya talab etiladi.

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

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



15.2-rasm. Elektron nurlı payvandlashning sxematik ko'rinishi:
 a – yupqa metallarni payvandlashda, b – qalin metallarni payvandlashda:
 1 – buyumni harakatlanish yo'nalishi; 2 – kristallizatsiyalanish fronti; 3 – elektronlar to'dasi; 4 – metallning bug'lanish yo'nalishi; 5 – payvandlash vannasining yuqori qismida metallni tashqariga chiqarish yo'nalishi; 6 – payvand chokning ko'ndalang cho'kishi.



15.3-rasm. Elektron nurlı payvandlashda ayrim birikmalarning turlari:
 a – payvandlash qiyin bo'lgan joylarni payvandlash; b – nur bilan kesib o'tib bir o'tishli payvandlash; d – mustahkamlikni ta'min etuvchi qovurg'a orqali payvandlash; e – to'siqlarni payvandlash.

Elektron nurlı payvandlashning avzalliklari:

- 1) Elektron nurlı payvandlash uchun energiyaning yuqori konsentratsiyasi talab etiladi, shuning uchun boshqa usullarga nisbatan sarf bo'layotgan issiqlik miqdori o'n marta kam sarf bo'ladi.
- 2) Elektron nurlı payvandlashda erigan metall xududi cho'ziq pona ko'rinishida bo'ladi, erish chuqurligi eniga nisbatan 26:1 qiymatlarda bo'lishi mumkin. Bu xodisa xanjarli eritish deb ataladi.
- 3) Chokka atrof -muhitdan tushadigan qirlardan holi.
- 4) Turli xil qalinlikda bo'lgan har xil metallarni payvandlash imkoniyatiga ega.

10.2. Elektron nurli payvandlashda qo‘llaniladigan jihozlar

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

Ayrim payvandlash zambaraklarni texnik tavsifi 15.1-jadvalda keltirilgan.

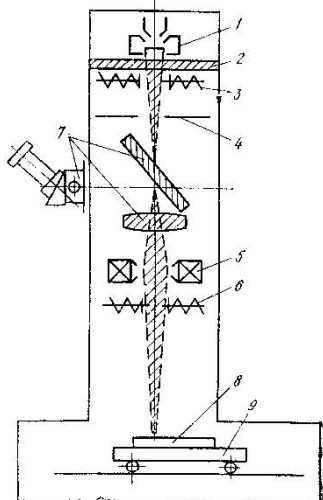
10.1-jadval Elektron payvandlash zambaraklarning texnik tavsifi

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

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

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

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



10.4 - rasm. Elektron nurli qurilmaning ko‘rinishi:

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

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

Elektron nurli qurilmaning muhim qismi kamera hisoblanadi, chunki payvandlash ishi shu joyda bajariladi. Kameraning konstruksiyasi va o‘lchamlari qurilmaning mo‘ljallanishiga bog‘liq. Universal payvandlash kameralar nisbatan uncha katta bo‘lmagan hajmga egadir va ular quvur hamda tunuka metallarni payvandlash uchun uzatuvchi qurilmalar bilan jihozlangandir. Ushbu qurilmalar bir tekis ravon rostlanishi, ishchi stolining bir tekis tezlikda turg‘un harakatlanishi hamda quvur uzatmalarni pavandlashda quvurlarni gorizonta va vertikal tekisliklarda bemalol harakatlanishini ta‘min etishi kerak. Ayrim kameralarda elektron zambarakni gorizonta va vertikal yo‘nalish bo‘ylab harakatlanishi inobatga olingan.

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

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

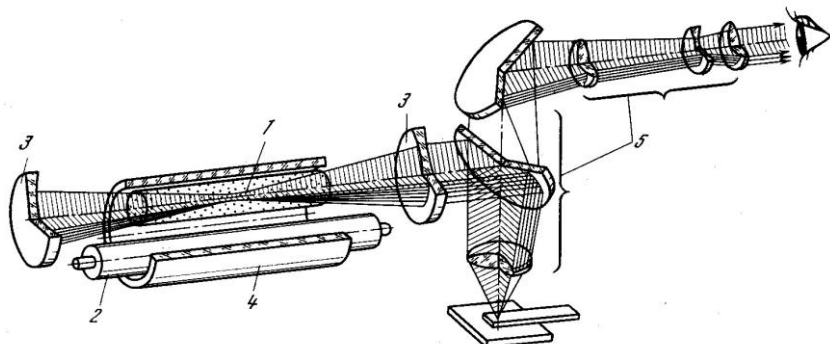
10.3. Lazerli payvandlash mohiyati

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

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

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

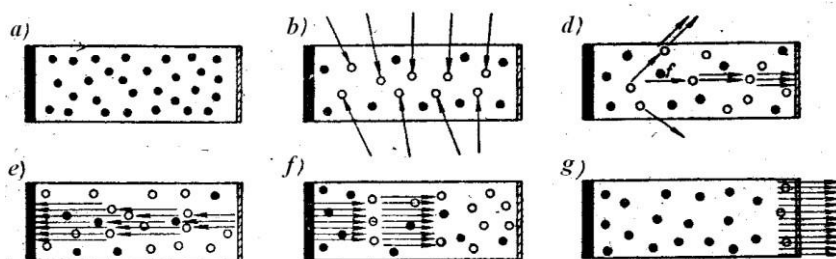
Qattiq jisimli texnologik lazer – bu silindrik o‘zak shaklidagi rubin kristall; yaltiratib kumushlangan yuzalari optik nur qaytargichlar bo‘lib hisoblanadi. O‘zakning chiqib turuvchi qismi yorug‘lik nurlari uchun qisman shofof. Pushti rangli rubin Al_2O_3 , xrom atomlari tashkil etadi, ularning har birini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



10.1-rasm. Lazerli payvandlash chizmasi:

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

Nurlanuvchi trubkaning ksenon lampa chaqnashida xrom atomlari yonib yuqori energetik darajasi bilan tavsiflanadi. Taxminan 0,05 mikro daqiqadan keyin qizil rangli fotonlarni tartibsiz nurlatib uyg‘ongan atomlarning bir qismi avvalgi energetik holatiga qaytadi. Kristall bo‘ylab nurlayotgan bu fotonlarning ayrim qismlari, yangi fotonlarning nurlanishini qo‘zg‘atadi. Boshqa yo‘nalish bo‘ylab tushayotgan fotonlar yon tekisliklar orqali kristallni tark etadi. Qizil fotonlar oqimi kristall o‘zagi bo‘ylab oshib boradi. Ular navbatma navbat shishali yon tomonlar chegarasida aks etadi, toki ularning tezligi kristallning yarim shafof yon tekisligi chegarasidan o‘tib tashqariga chiqishga yetarli bo‘lmagancha. Natijada kristallning chiqish tomonidan kogerent monoxromatik nurlanish ko‘rinishida qizil yorug‘lik oqimi nurlanadi (10.2-rasm).



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

10.4. Texnologik lazerlarning klassifikatsiyasi

Texnologik lazerlar quyidagi jihatlariga ko‘ra klassifi-katsiyalandi:

1) nurlanish to‘lqini uzunligi bo‘yicha:

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

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

2) ta’sir uzluksizligi bo‘yicha: a) impulsli – davriy;

b) uzluksiz;

3) agregat holati bo‘yicha: a)

qattiq jisimli:

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

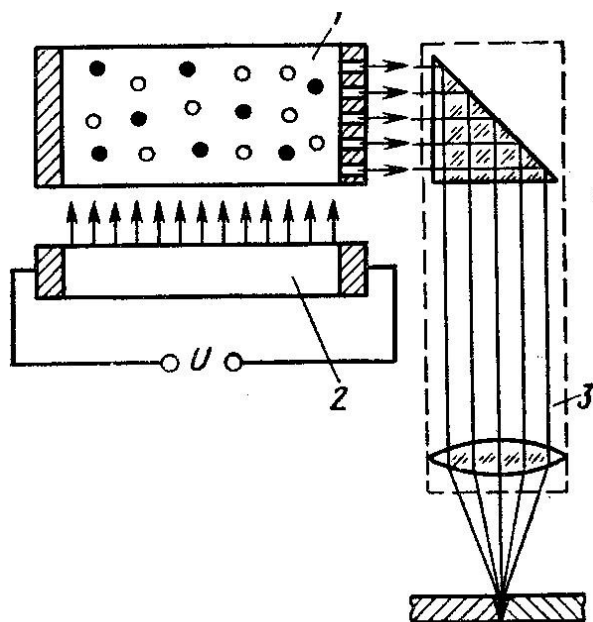
– neodim aralashgan shishadan tayyorlangan o‘zak ko‘ri-nishidagi faol elementi bilan, $\lambda = 1,06$ mkm to‘lqin uzunligiga impulsli-davriy nurlanish, impuls chastotasi $F_i = 0,05\text{--}50$ kHz;

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

- ishchi jismi karbonat anhidrid gazi, 2,66–13,3 kPa, bosimda azot va geliy qo‘shimchasi bilan, $\lambda = 10,6$ mkm to‘lqin uzunligiga impulsli-davriy to‘xtovsiz nurlanish, elektr optik FIK 5–15% tashkil etadi. Ishchi jismni qo‘zg‘atish elektr razryad yordamida bajariladi. Azot va geliy karbonat anhidrid gazining molekulasi energiyasini qo‘zg‘atishni ta’minlaydi hamda razryadni yaxshi yonishini ta’minlaydi.

10.5. Lazerli payvandlash uchun jihozlar

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

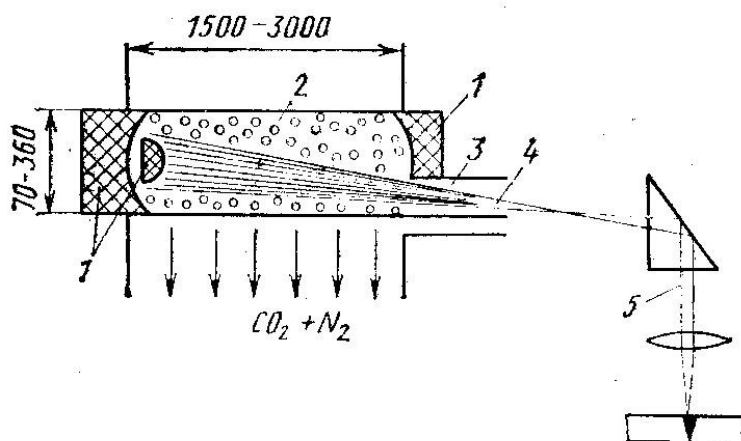


10.3-rasm. Qattiq jisimli lazer bilan lazerli payvandlash uchun qurilmaning ko‘rinishi:

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

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

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



10.4-rasm. Gazsimon lazer bilan lazerli payvandlash uchun qurilmaning ko‘rinishi:

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

Fokuslovchi qurilma – tubus, ishlov berilayotgan yuzaga nisbatan harakatlanish imkoniyati mavjud qilib o‘rnatilgan, unda optik shishadan yasalgan linza o‘rnatilgan, bu qattiq jisimli lazerlar uchundir. Iterferension yorituvchi qoplamali kaliy xloridi yoki sink selenidi CO₂ lazerlar uchun. Buyumlarni ishlov berish vaqtida ulardan ajralib chiqayotgan zararli mahsulotlardan linzalarni himoyalash uchun shtorka qo‘llaniladi, shtorka tozalangan quritilgan havodan hosil bo‘lgan.

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

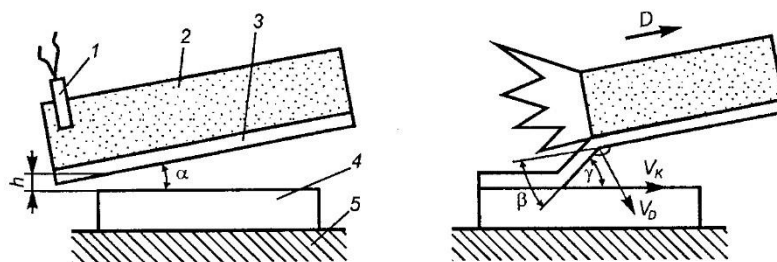
Nur va buyumni nisbatan harakatlantiradigan tizim detal harakatlanishi hisobiga amalga oshiriladi, detalni esa manipulyator harakatga keltiradi. Harakatlanish tezligi 40 – 400 m/soatni tashkil etadi. Massivli yirik gabaritli buyumlarni payvandlashda nurni harakatlantirish maxsus siljuvchi harakatlanuvchi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

Bosim bilan payvandlashning boshqa turlari

Portlatib payvandlash

1944 – 1946-yillari M.A. Lavrentev va uning hamkasblari Ukraina FA ning Kiev shahridagi matematika institutida portlatib payvandlash usuli bilan bimetall namunalar olingan edi.

Portlatib payvandlash – bosim bilan payvandlashning portlovchi modda zaryadi portlaganda ajralib chiqadigan energiya ta’sirida amalga oshiriladigan texnologik jarayondir.



10.5-rasm. Portlatib burchak ostida payvandlash sxemasi:

1 – detanator; 2 – portlavchi modda zaryadi; 3 – harakatlanuvchi qism; 4 – qo‘zq‘almas qism; 5 – tayanch.

Portlatib payvandlashning umumiy sxemasi 10.5-rasmda keltirilgan. Qo‘zq‘almas plastina 4 va harakatlanuvchi plastina (3) burchak uchidan berilgan h masofada α burchak ostida joylashtiriladi. Harakatlanuvchi plastinaga portlovchi modda zaryadi (2) qo‘yiladi. Burchak uchiga detonator 1 o‘rnatiladi. Payvandlash tayanch (5) (metall, qum) ustida bajariladi. Harakatlanuvchi plastinaning yuzi, qoidaga ko‘ra, asosiy plastinaning yuzidan katta bo‘ladi. Portlovchi moddaning tekis zaryadi juda tez portlaganda (detonatsiya), portlash mahsulotlari yon tomonga

otilish effekti ta'sirini kamaytirish uchun harakatlanuvchi plastina asosiy plastina tepasida osilib turishi zarur.

Portlatib payvandlashning avzalliklari:

- qattiq va mo'rt intermetallidlar hosil qiluvchi metall va qotishmalarini payvandlash mumkinligi, masalan, po'latni aluminiy yoki titan bilan; - turli shakl va o'lchamli buyumlarni qoplash mumkinligi.

Yuqori chastotali payvandlash

XX asrning 30 – 40-yillarida metallarni payvandlash uchun yuqori chastotali tok ishlatish qo'llanib ko'rilgan. 1944-yilda professor V.P. Vologdin tomonidan uni laboratoriyasida quvurlarni uchma-uch payvandlash uchun yuqori chastotali tok ishlatila boshlandi.

Yuqori chastotali tok bilan payvandlash ham, bosim bilan payvandlash bo'lib, bunda payvandlanadigan yuzalarni qizdirish uchun yuqori chastotali toklardan (YuChT) foydalaniladi. Bu tok payvandlanayotgan detallarga ikki usulda keltirilishi mumkin:

- payvandlanayotgan detallarni YuChT manbayiga ulovchi o'tkazgichlar (konduktor) yordamida (energiya uzatishning konduktiv usuli);

- payvandlanayotgan detallarda YuChT manbayiga ulangan tok o'tkazuvchi o'ram (induktor) yordamida yuqori chastotali tokni induksiyalash evaziga (energiya uzatishning induksion usuli).

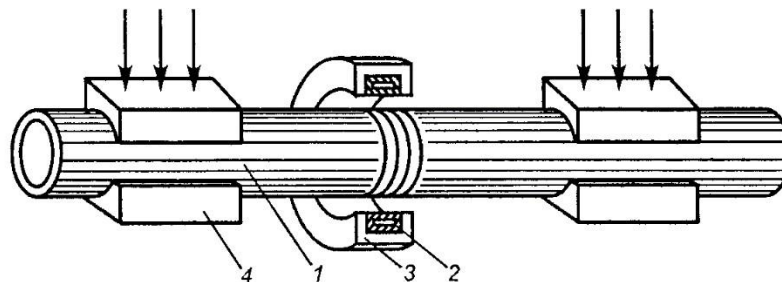
O'tkazgichdan yuqori chastotali tok o'tkazilganda o'tkazgichning atrofi va ichida magnit maydoni hosil bo'lib, u elektromagnit induksiyasi qonuniga ko'ra o'tkazgichda o'z induksiya EYuKni yuzaga keltiradi, bu EYuK ta'minlash manbayining EYuKga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Bunda ichki tok liniyalariga ta'sir qiladigan o'zinduksiya EYuK sirtqi tok liniyalariga ta'sir etuvchi o'zinduksiya EYuKdan katta bo'ladi. Bu hol o'tkazgichning sirtida tokning zichligi uning ichidagidan kattaroq bo'lishiga olib keladi. Bunday notekislik tok chastotasi ortganda, ya'ni o'zinduksiya EYuK miqdori tok chastotasiga mutanosib bo'lganda oshadi. Shunday qilib, tok chastotasi ortishi bilan o'tkazgichning sirtidagi tok miqdori oshib boradi. Bu effekt sirtqi effekt deyiladi.

Sirtqi effekt kuchli namoyon bo'lganda tok o'tkazgichning markaziy qismidan deyarli oqmaydi, bu esa o'tkazgichning aktiv qarshiligi ortishi va qizish kuchayishiga olib keladi.

Yaqinlik effekti qo'shni o'tkazgichlardan oqayotgan tok liniyalari qayta taqsimlanishidan iborat bo'lib, bunga ularning o'zaro ta'sir ko'rsatishi sabab bo'ladi. Bu hodisa sirtqi effekt ancha kuchli namoyon bo'lgandagina, ya'ni tokning singish chuqurligi o'tkazgichning ko'ndalang o'lchamlariga nisbatan ancha kichik bo'lganda va o'tkazgichning ko'ndalang kesimi faqat qisman tok bilan band bo'lgandagina yuz beradi.

Agar yuqori chastotali tokli o'tkazgich (induktor) o'tkazuvchi plastina tepasida joylashtirilsa, plastinadagi tokning eng yuqori zichligi induktor ostida bo'ladi.

Plastina sirtidagi tok go‘yo induktor ketidan ergashgandek bo‘ladi. Bu hodisa payvandlanayotgan jismlarda tokning qayta taqsimlanishini boshqarib turish imkonini beradi va yuqori chastotali tok bilan payvandlashda muhim ahamiyat kasb etadi.



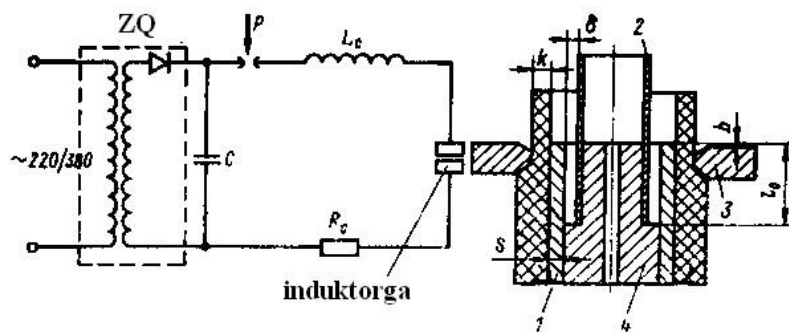
10.6-rasm. Quvurni yuqori chastotali tok bilan payvandlash sxemasi:

1 – pavandlanayotgan quvur; 2 – induktor; 3 – magnit o‘tkazgich; 4 – payvandlanadigan quvurlarni qotirib qo‘yish va cho‘kish hosil qilish uchun qismlar.

Magnit-impulsi payvandlash

Magnit-impulsi payvandlash – bosim bilan payvandlash bo‘lib, bunda impulsi magnet maydon ta’siri oqibatida hosil bo‘lgan payvandlanayotgan qismlarning to‘qnashishi hisobiga bajariladi.

Payvandlanayotgan «uloqtirilayotgan» (1) va harakatsiz (2) detallar □ tirqish bilan induktorning ishchi hududiga (3), kiritiladi, u C kondensatorlarning quvvatli batareyalaridan (tok) ta’minlanadi. Kondensatorli batareyalarning zaryadsizlanishida, induktor orqali oquvchi tok, tashkil etib turgan muhitda elektrmagnet maydon hosil qiladi, u esa o‘z navbatida harakatlanuvchi detalda uyurmalangan tok yuboradi. Ikkita bir-biriga yo‘naltirilgan toklar to‘knashuvi «uloqtirilayotgan» detalni harakatga keltiradi, u esa o‘z navbatida oniy tezlik bilan harakatsiz detal bilan to‘qnash kelmasdan oldin siljib ularni payvandlashini sodir etadi.



10.7-rasm. Magnit-impulsi payvandlash sxemasi:

1 – uloqtiriladigan detal; 2 – harakatlanmaydigan detal; 3 – induktorkonsentratör; 4 – markazlovchi metall qisqich; ZQ – zaryad qurilmasi; C – kondensator; Z – zaryadsizlantirgich.

Magnit-impulsli payvandlash bilan 100 mm diametrgacha bo'lgan quvurni hamda 0,5–2,5 mm qalinlikdagi tekis detallarni payvandlash mumkin. Magnitimpulsli payvandlash bilan aluminiy, ularning qotishmalari, mis, zanglamas po'latlar va titan qotishmalarni payvandlash mumkin.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Elektron nurli payvandlashning vakuum kamerasida bajarishning sababi nima?
2. Nima uchun kuchlanish, tezlashuvchi elektronlar 30 kV bilan cheklanadi?
3. Lazerli payvandlashning asosiy avzalik va kamchiliklarini aytib bering.
4. Texnologik lazerlarni qaysi jihatlariga ko'ra ajratish mumkin?
5. Lazerli payvandlash uchun jihozlar komplektiga nimalar kiradi?
6. Yuqori chastotali tok bilan payvandlashda sirtqi effekt va yaqinlik effektining ahamiyati nimada?
7. Portlatib payvandlashning mohiyati nimadan iborat?

11 MAVZU: RANGLI METALLARNI PAYVANDLASH

Reja:

1. Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash
2. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash xususiyatlari
3. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash texnologiyasi
2. Mis va uning qotishmalarini payvandlash
3. Payvand chokda uchraydigan nuqsonlar.

Tayanch so'zlar: *Oksid parda, flyus kukuni, g'ovaklar, kuyimdi, darz, kalqich, toshma, sof aluminiy, mustaxkamlik chegarasi, eftetika donalari;*

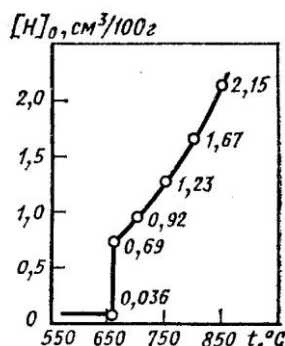
11.1. Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash. Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlashda yuqorida qayt etilgan xususiyatlardan tashqari yuzasida erish temperaturasi 2050°S bo'lgan Al_2O_3 oksid parda bo'lishi ayniqsa katta qiyinchilik tug'diradi. Chunki payvandlashda xar bir tomchi metall, yupka oksid parda bilan o'ralib puxta chok hosil qilishga yo'l qo'ymaydi. SHu sababli alyuminiy va uning qotishmasining payvandlanadigan joylarini payvandlashda avval benzin yoki kaustik soda eritmasida, keyin suvda yuviladi. Metall vannani oksid pardadan tozalash uchun flyus kukuni ishlatiladi. Bunday flyus tarkibida 50·S1, 28 NaCl, 145 LiCl va 8 NaF bo'ladi. Payvandlash simi tarkibi asosiy metall tarkibiga mos bo'lishi lozim.

11.2. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash xususiyatlari

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

Payvand choklarida g'ovaklar hosil bo'lishiga vodorod sababchi bo'ladi, u aluminiyning suyuq holatidan qattiq holatiga o'tishida eruvchanligi keskin o'zgarishi tufayli atmosferaga chiqishga intiladi.

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



11.1-rasm. *Aluminiyda harorat o'zgarishi bilan vodorodni erishini o'zgarishi.*

Texnikada sof aluminiydan tashqari uning marganes, magniy, mis va kremniy bilan qotishmalari ham ishlatiladi. Aluminiy qotishmalari sof alyuminyga qaraganda ancha mustahkamdir. Tarkibida 4–5% gacha mis (АЛ7) yoki 10 dan 13% gacha kremniy (АЛ2) yoxud 9,5–11,5% magniy (АЛ8) bo'lgan qo'yma aluminiy qotishmalar yaxshi quyiladi.

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

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

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

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

Chetlar payvandlashdan oldin bir dm^3 suvga 20–25 g o'yuvchi natriy va 20–30 g natriy karbonat angidridi qo'shilgan va harorati 65°C bo'lgan eritmada 10 daqiqa, so'ngra xona haroratidagi suvda yuviladi. Bundan keyin, o'rta fosfor kislotasining 25% li eritmasida (АМЦ va АМГ qotishmalari uchun) yoki azot kislotasining 15% li eritmasida (Д va АМГ qotishmalari uchun) 2 daqiqa davomida tozalanadi. Tozalangandan keyin iliq va sovuq suvda yuviladi hamda mata bilan quruq qilib artiladi. Qaytadan oksidlanmasligi uchun metallning chetlari tayyorlangandan so'ng ko'pi bilan 8 soatdan so'ng payvandlash kerak.

11.3. Aluminiy va uning qotishmalarini payvandlash texnologiyasi

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

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

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

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

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

Chok metali mayda donali strukturada bo'lishi uchun detal payvandlagandan keyin sekin sovutilishi zarur. Soviganidan so'ng payvand chokni salgina bolg'lash kerak bo'ladi.

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

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

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

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

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

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

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

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

bunda I_{pay} – payvandlash toki, A; s
– metallning qalinligi, mm.

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

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

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

11.3. Mis va uning qotishmalarini payvandlash. Mis qizdirilganda bir tomondan oksidlar (Su_2O va SuO), ikkinchi tomondan eftetika ($\text{Su}_2\text{-Su}$) hosil bo'ladi. Misning kristallanishida eftetika donalari chegarasida joylashib misni mo'rtlashtiradi. Hosil bo'luvchi ingichka zo'riqish kuchlari misning darz ketishiga sabab bo'ladi. Unda erigan gazlar ayniqsa N_2 chokda g'ovaklar hosil qiladi. SHu sababli payvandlanuvchi zagatovka qalinligi, shakliga va payvandchok xarakteriga ko'ra payvandlash usuli belgilanadi. Masalan; gaz alangasida yupqa mis va uning

qotishmalarini payvandlashda alanga quvvati po'latlarni payvandlashga qaraganda 1,5-2 marta katta olinadi. Bu esa yuqori tezlikda payvandlashga imkon beradi.

Qalay bronzalarni asetilen bronza alangasida yoki ximoya gazlar muhitida elektr yoyi yordamida payvandlash mumkin. Bunda payvandlash simi sifatida fosforli bronzadan foydalaniladi. Payvandlash metall o'rindiqda bajarilmog'i lozim.

11.4. Payvand chokda uchraydigan nuqsonlar. Malumki rangli metallar va ularning qotishmalarini payvandlashda yuzalarida yuqori temperaturada suyuqlanadigan oksidlarning borligi, elektr va issiklikni yaxshi o'tkazishi, qiziganda mo'rtlashishi, metall vannani aktiv oksidlanishi va gazlarni (O_2, N_2) yuritishi kabi xususiyati sifatlar choklar hosil qilishda ayrim qiyinchiliklar tug'diradi.

Payvand choklarida uchraydigan nuqsonlar (g'ovarli, chala hosil qilingan chok, darz, g'udda va boshqalar) xilma-xildir. Ular odatda tashqi va ichki nuqsonlarga ajratiladi.

-Tashqi nuqsonlar. Bularga chok eni va balandligining chizma talabiga javob bermasligi, chalaligi, g'uddalar, darzlar, deformatsiyalanish oqibatida geometrik shaklining o'zgarishi va boshqalar kiradi.

-Ichki nuqsonlar. Bularga chok eni va balandligining chizma talabiga mos kelmasligi, chok yonida kemtik joy payvandlash tokini oshirib yuborilganligi, chala payvandlangan joylar texnologiyaga rioya etmaslik hollari, g'ovaklarda chok vannasi hosil bo'lishiga kristallana boshlayotganda unda erigan gazlarning to'la ajralib chiqishga ulgurmasligi, tob tashlash va darzlar kiradi. **Nazorat savollari:**

1. Alyuminiy va uning qotishmalarini payvandlash qanday amalga oshiriladi.

2. Mis va uning qotishmalarini payvandlash qanday amalga oshiriladi.

3. Payvand choklar turlari.

4. Payvand chokda uchraydigan nuqsonlar.

1. Aluminiy va uning qotishmalarni payvandlashdagi qiyinchiliklar nimalardan iborat?

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

12 MAVZU: TEXNIK-IQTISODIY KO‘RSATKICHLAR, USKUNALARNI MONTAJ QILISH VA ISHLATISH, XAVFSIZLIK TEXNIKASI

Reja:

1. Texnik-iqdisodiy ko‘rsatkichlar

2. Xavfsizlik texnikasi

Tayanch so‘zlar: *Mehnat sarfi, payvand uzellari, sarflanadigan vaqt, donabay vaqt, payvandlash rejimi, sig‘imdor, impuls, erish tezligi, shikastlanish, sachrash, kuyish, si‘ig‘im, ko‘zoynak, jomakor, qo‘lqop;*

12.1. Texnik-iqdisodiy ko‘rsatkichlar

Kontaktli payvandlashning turli usullaridan foydalanish samaradorligini ifodalovchi asosiy texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarga mehnat sarfi (unumdorlik), payvand uzellarining tannarxi, metall sig‘imi, elektr energiyasi, elektrodlar va boshqa yordamchi materiallar sarfi kiradi.

Mehnat sarfi payvandlash operatsiyasiga sarflanadigan vaqt — bilan aniqlanadi:

$$t_{don} = t_m + t_{yord} + t_{qo'sh} + t_{tan}$$

bu yerda: t_m — payvandlash rejimiga bog‘liq bo‘lgan mashina vaqti yoki asosiy texnologik vaqt; $t_{yord} = (0,7-0,8)t_{don}$ — detalni o‘rnatish, qisish va olishga, siljitishga, elektrodni tozalashga sarflanadigan vaqt bo‘lib, yordamchi operatsiyalarning mexanizatsiyalashtirilish darajasiga, buyumga yaqinlashish qulayligi va hokazolarga bog‘liq; $t_{qo'sh} = (0,1-0,15) (t_m + t_{yord})$ —uskunalarga texnik xizmat (mashinalarni ishga tushirish hamda sozlash, yig‘ishtirish va b.) uchun sarflanadigan qo‘shimcha vaqt; $t_{tan} = 0,3 t_m$ — dam olish va ishdagi boshqa tanaffuslarning davomliligi.

Kontaktli payvandlash uchun t_{don} va ayniqsa t_m ning qiymati kichikligi xosdir, bu esa mazkur jarayonning unumdorligi yuqori bo‘lishini belgilab beradi. Po‘latlar va yengil qotishmalarni parchinlashga nisbatan, nuqtali va Donabay vaqt, bir

vaqtda ishlaydigan ishchilar soni ma'lum bo'lsa, mehnat sarfining puldagi ifodasini topish mumkin. Butun payvand uzelini tayyorlash tannarxi elektr energiyasi, yordamchi materiallarga, uskunalarning eskirishiga va hokazolarga qilinadigan xarajatlarni ham o'z ichiga oladi. Kontaktli payvandlash jarayoniga mehnat sarfining nisbatan kamligi uning past tannarxini ham belgilab beradi. Kontaktli payvandlashning sanoatning turli sohalarida joriy etilishi metallar ancha tejalishini ta'minlaydi. Kontaktli payvandlash nisbatan energiya sig'indor jarayondir. Solishtirma energiya sarfi payvandlanadigan metallarga, birikmalarnig o'lchamlariga (o'zakning eng kichik diametriga), payvandlash rejimiga (tok impulsining muddatiga), uskunalarning turi va boshqalarga bog'liq. Energiya sarfi

a) nuqtali payvandlashda:
$$G = \frac{N_n \cos j \cdot U_{\text{pay(s.yu.)}}^2 \cdot t_{\text{pay}}}{360 \cdot n(s.yu.)} \cdot 100 \text{ ta}$$



12.1. rasm. Sinovlar uchun texnologik namunalarning shakli:

- a, b — texnologik sinab ko'rish, tiskida buzish, mikrotahlil uchun; d, e — qirqilishga mexanik usulda sinash uchun; f — ustma-ust birikmalar namunalari tayyorlash uchun xarita; g — uzilish va buralishga mexanik usulda sinash uchun; h — choklarning zichligini tekshirish uchun nuqtaga kW · soat,

bu yerda:

N_n — mashinaning nominal quvvati, kVA; $U_{\text{pay(s.yu.)}}$ — payvandlash uchun qabul qilingan bosqichda salt yurishning ikkilamchi kuchlanishi, V; $U_{n(s.yu.)}$ — nominal bosqichda salt yurishning ikkilamchi

kuchlanishi, V; $\cos j$ — koeffitsiyenti bo'lib,

$$G = \frac{N_n \cos j \cdot U}{60 \cdot u \cdot U}$$

mashinaning quvvat ko'chmas mashinalar

uchun 0,45 - 0,55 ga, osma mashinalar uchun 0,75 -0,85 ga teng; b) chokli payvandlashda:

12.2. Rasm Uchma-uch payvandlanayotgan namunalarni statik egilishga sinash sxemasi.

1 m chokka kW · soat,

bu yerda $\cos j = 0,6-0,7$ — mashinaning quvvat koefitsiyenti; d)

eritib uchma-uch payvandlashda:

$G = k \cdot F \cdot D$; erish, bitta chokka kW · soat, bu yerda: $k = 0,012—0,016$ — erish tezligini hisobga oluvchi koefitsiyent;

F — payvandlanayotgan detallar ko‘ndalang kesimining yuzi, sm²; Derish — eritishga qoldiriladigan jami qo‘yim, sm. Yordamchi materiallar sirasiga odatda elektrod qotishmalari, tok keltiruvchi qismni sovitish suvi va siqilgan havo kiradi.

Nuqtali payvandlashda 1000 ta nuqtani payvandlashga o‘rtacha 10—15 g va chokli payvandlashda 100 m chokka 50—100 g elektrod materiallari ishlatiladi. Uchmauch payvandlashda ishlatiladigan qisuvchi qurilmalar 20000—100000 ta birikma payvandlashga mo‘ljallangan. Oqilona payvandlash rejimlaridan foydalanilsa, elektrodlar jadal sovitilsa, detallar yuzalari payvandlashga yaxshi tayyorlansa, shuningdek yuqori darajada chidamli elektrod materiallari ishlatilsa, elektrod materiallari sarkamayishi mumkin.

Masalan, o‘zgaruvchan tok mashinalarini sovitish uchunsuv sarfi 300—1200 l/soatni tashkil etadi. Mashinaning quvvati kattalashishi bilan suv sarfi kamayadi. Yopiq sovitish tizimidan foydalanib, sovitish tizimidagi umumiy yo‘qotishlarni kamaytirish evaziga suvni tejashga erishiladi.

Pnevmatik kuch yuritmasi bo'lgan mashinalar uchun o'rtacha havo sarfi UM ning nominal qiymatlarida quvvati 100 gacha va bundan yuqori nuqtali payvandlash mashinalari uchun mos ravishda 20—23 va 30—60 m/soatni, chokli payvandlash mashinalari uchun 10—12 m/soat hamda uchma-uch payvandlash mashinalari uchun 20 m/soatni tashkil etadi.

12.2 Xavfsizlik texnikasi

Kontaktli payvandlashdagi xavfsizlik texnikasiga oid asosiy chora-tadbirlar operatorning elektr tokidan shikastlanishi, sachragan yoki chayqalib to'kilgan qaynoq metallning kuydirishi, kuch yuritmasi yoki detallarni uzatish yuritmasining aylanuvchi qismlari shikast yetkazish ehtimoli borligi bilan bog'liqdir.

Payvandlash mashinasi transformatorining ikkilamchi kuchlanishi 24 V dan oshmaydi va odam uchun xavfli emas. Payvandlash transformatorining birlamchi chulg'ami bilan bog'langan qismlarga tegib ketish eng xavflidir, chunki chulg'amdagi tok odatda 220—380 V ni tashkil etadi, kondensatorli mashinalardan foydalanilganda esa to'g'rilagichdagi kuchlanish 1000 V ga etishi mumkin. Bundan tashqari, ba'zan transformatorning birlamchi chulg'ami teshilishi yoki ikkilamchi o'ramga tutashib qolishi mumkin. Shu bois mashinaning ikkilamchi konturi va boshqarish qutisi ishonchli tarzda yerga ulanadi. Yerga ulovchi simning kesimi ochiq usulda o'tkazish uchun 4 mm² dan va yopiq usulda o'tkazish uchun 5 mm² dan kichik bo'lmasligi lozim.

Barcha boshqaruv qismlari — tugmalar, tepkilar (pedallar) va b. odatda 36 V dan oshmaydigan kuchlanish bilan ta'minlanadi. Ish vaqtida mashina va boshqarish qutisining eshikchalari yopiq bo'lmog'i lozim. Mashinani tarmoqdan tez uzib qo'yish uchun rubilniklar, tugmalar va boshqa uzuvchi qurilmalar qulay joyda bo'lishi kerak. Mashina oldidagi polga quruq rezinka poyandoz to'shalgan bo'lishi zarur. Tegishli malakali va xavfsizlik texnikasidan yo'l-yo'riqlar olgan shaxslargina mashinada ishlashga qo'yiladilar. Agar qandaydir nosozlik yuz bersa, ishni darhol to'xtatish va bu haqda usta yoki sozlovchiga xabar bermoq darkor.

Elektrodlarni tozalash va almashtirishda, uzellarni mashina konturiga o'rnatishda elektrod tasodifan siljib ketib qo'lni shikastlamasligi uchun ehtiyot choralariga amal qilish zarur. Kuyishdan himoyalaniish uchun payvandchida shishasi tiniq ko'zoynak, jomakor va qo'lqop bo'lmog'i kerak.

Uchma-uch payvandlash mashinalarining qisuvchi mexanizmi yaqinidagi bo'shliq yig'ma to'siq bilan bekitilishi, qudratli mashinalar bilan payvandlashda esa ularning atrofi g'ovlar bilan to'sib qo'yilishi lozim. Uchma-uch payvandlash paytida metall bug'lari ajralib chiqadi va metall sachraydi. Rangli metallarni va oson eruvchi qoplamali po'latlarni payvandlash vaqtida ayniqsa zararli moddalar ko'p ajralib chiqadi. Shuning uchun, eski havoni chiqarib, yangi havo kiritadigan umumiy shamollatish qurilmasidan tashqari, mahalliy shamollatish qurilmasini nazarda tutish tavsiya etiladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Kontaktli payvandlashning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini aytib bering?
2. Bitta payvandlash operatsiyasiga ketadigan donabay vaqt qanday hisoblanadi?
3. Rejali-oldini oluvchi ta'mirlash tizimi nima?