

MASHINASOZLIK MATERIALLARI

13-Mavzu: Po'latlarni kimyoviy-termik ishlov berish. Po'latlarni sementatsiyalash, azotlash va sianlash texnologik jarayonlari

Maruzachi: Jamshidbek Khasanov

Metall va qotishmalarni sirtqi qatlamini kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasini o'zgartirish maqsadida ularga termik va kimyoviy ta'sirlarni birgalikda amalga oshirish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan ishlovga **kimyoviy-termik (yuzani legirlash) ishlov berish** deyiladi.

Kimyoviy-termik ishlov berish (KTIB) deganda po'latni sirtqi qatlamini nometall materiallar (C, N, Si, B va boshqalar) va metallar bilan (Cr, Al va boshqalar) faol suyuqlik yoki gaz muhitida ma'lum bir haroratda ushlab turish jarayonida diffuziya yordamida **to'yintirish** jarayoni tushuniladi.

KTIBda bir vaqtning o'zida bir qancha jarayonlar kechadi:

1.tashqi muhitda (yoki alohida reaksiya bo'limida) diffuziyalanuvchi elementni atomar (ionlashgan holatda) holatda hosil bo'lishi; ishlov beriladigan metallni (buyumni) sirtida diffuziyalanuvchi elementning yuqori miqdorini ta'minlovchi to'yintiruvchi atmosferani yuzaga keltirish; to'yintiruvchi muhitdan metallga o'tadigan atomlar miqdori, asosan to'yintiruvchi modda ajratib chiqaradigan kimyoviy reaksiyalar (yoki bugdanishlar) tezligi bilan aniqlanadi;

2.to'yintiruvchi element ionlari bilan asosiy metall (xemosobsiya) o'rtasida kimyoviy bog'lanish hosil qiladigan metallar sirtida atomlar (ionlar) **adsorbsiyasini hosil bo'lishi;**

3.ishlov beriladigan metall (buyum) yuzasidan ichkarisiga qarab adsorbsiyalangan atomlarning diffuziyasi kuzatiladi.

Diffuziya natijasida **diffuziyali qatlam** hosil bo'ladi. Diffuziyali qatlam deganda detal materiali qatlamini to'yintirish yuzasi o'zining kimyoviy tarkibi, strukturasi va xossasi bilan o'zgarishi tushuniladi.

Metall yuzasidan ichkarisiga qarab, diffuziyalanuvchi element miqdori kamayadi. Buning natijasida struktura va xossa o'zgaradi. Metallni turli elementlar bilan to'yintirishda, masalan temirni, qatlamni tuzilishi umumiy qoidalarga bo'ysinadi.

Bu qonunlarga muvofiq diffuziya Fe-M (M - boshqa xar qanday element) faza muvozanat diagrammasidagi bir fazali sohaga mos kelib, bir fazali qatlam hosil bo'lishiga olib keladi. Diffuziya qatlami bir fazali soha kabi shunday ketma-ketlikda holat diagrammasida berilgan harorat to'yinishida hosil bo'ladi. Bitta fazadan boshqa fazaga o'tishda miqdorni tez o'sishi kuzatiladi. Bu holatni temir-diffuziyalovchi element holat diagrammasida ko'rib chiqamiz.

Po'lat sirtqi qatlamini mos muhitda - karbyurizatorida uglerod bilan qizdirilganda diffuziya yordamida to'yintirish bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy- termik ishlov berishning turiga **sementatsiyalash (uglerodlash)** deyiladi.

Odatda, **sementatsiyalash** jarayoni austenit barqaror bo'lgan, erigan uglerod katta miqdorda bo'lgan A_{s3} (930 - 950 °C) nuqtadan yuqori haroratda o'tkaziladi.

Sementatsiyalagan buyum oxirigi xossasiga, tsementatsiyalangandan so'ng toblanib va past haroratda bo'shatilib, erishadi.

Sementatsiyalash va undan keyingi termik ishlov berishdan maqsad - sirtqi qatlamga yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilik berish, kontaktdagi chidamlilik chegarasi va egilish, buralishdagi chidamlilik chegarasini oshirishdir.

Odatda tsementatsiyalash uchun kam uglerodli (0,1-0,18% C), ko'proq legirlangan po'latlar ishlatiladi. Katta gabaritli detallarni sementatsiyalashda ko'proq uglerod miqdoriga (0,2-0,3% C) ega bo'lgan po'latlardan foydalaniladi. Bunday markali po'latlarni tanlash, ularning sementatsiyalangandan keyin uglerod bilan to'yinmaydigan o'zagi toblashdan so'ng yuqori qovushqoqlikni saqlab qolish qobiliyatiga ega ekanligi asosida amalga oshirildi.

Detallar sementatsiyalash shlifovkalash qo'yimiga (50-100 mkm) ega bo'lgan mexanik ishlov berishdan keyin amalga oshiriladi. Ko'p hollarda faqat detallarni talab qilingan qismi sementatsiyalashga jalb qilinib, qolgani, puxtalash talab qilmaydigan qismi esa juda kichik qatlamda (20-40 mkm) mis bilan qoplanadi. Mis bilan qoplash **eletroliz usulida** olib boriladi yoki o'tga chidamli glina, qum va asbestdan iborat qorishma, suyuq shishada aralashirilgan so'ng hosil bo'ladigan maxsus qoplamalar bilan qoplanib, izolyasiya qilinadi.

Sementatsiyalangan qatlamning hosil bo'lish mexanizmi va tuzilishi. Agar uglerodga ega bo'lgan gazlarni (CO_2 , CH_2 va boshqalar) dissotsiatsiyasi tufayli olingan uglerod atomar holatiga o'tsa, u holda po'latlarda uglerodni diffuziyasini amalga oshirish mumkin. Atomar ko'rinishidagi uglerod po'lat sirtqi qatlamida adsorbsiyalanib, metallning ichiga diffuziyalanib, kirib boradi.

Sementatsiyalash haroratda (As_3 nuqtadan yuqori haroratda) diffuziya qatlami na faqat austenitdan, balki sekin sovutishdan keyin austenitni parchalanishi tufayli hosil bo'ladigan ferrit va tsementitdan ham iborat bo'ladi. Bunda uglerod miqdori ushbu haroratda **to'yinish chegarasigacha** yetib bormaydi.

Sementatsiyalangan qatlam qalinligi bo'yicha o'zgaruvchan miqdorga ega bo'lib, uning miqdori detalning sirtidan boshlab o'zagiga borguncha kamayib boradi. Shu munosabat bilan sekin sovutishdan so'ng sementatsiyalangan qatlamda uchta zonani (sirtidan o'zakka qarab) ko'rish mumkin: oldingi austenit donasiga qarab, to'r hosil qiluvchi perlit va ikkilamchi tsementitdan tashkil topgan evtektoiddan keyingi zona (1); faqat bitta plastinkali **perlitdan** tashkil topgan evtektoidli zona (2); **perlit va ferritdan** tashkil topgan evtektoidgacha bo'lgan zona (3). Bu zonada ferrit miqdori o'zakka yaqinlashguncha uzluksiz o'sib boradi.

Sementatsiyalangan qatlamning samarali qalinligi qilib, ko'pincha evtektoiddan keyingi zona bilan o'tish (evtektoidgacha) zonasi (uglerod miqdori 0,45% gacha) yarimining yig'indisi olinib, uning qattiqligi 50 HRCga mos keladi. Juda ko'p buyumlar uchun samarali qatlam qalinligi toblashdan so'ng qattiqligi 500HBga va ma'suliyatli detallar uchun esa 700HB teng.

Sinovlar 0,17% dan kam miqdorda ugleroddan iborat po'latlar uchun **sementatsiyalangan** qatlamning samarali qalinligi sementatsiyalangan kesimning qalinligi yoki diametrini 15%ini tashkil etishini ko'rsatdi. Agar po'latda uglerod miqdori 0,17% dan ko'p bo'lsa, qatlam qalinligi 5-9% gacha kamayadi. Yeyilishga, katta solishtirma yuklanishlarsiz ishlaydigan detallar uchun sementatsiyalangan qatlamning samarali qalinligi sementatsiyalangan kesimning qalinligi yoki diametrini 3-4 %ini tashkil etishi aniqlangan.

Sirtqi qatlamda uglerod miqdori 0,8-1,0 % ni tashkil etishi kerak. Yuqori kontaktli toliqishga erishish uchun po'latdagi uglerod miqdori 1,1 -1,2 % gacha oshirish kerak. Uglerodning yanada yuqori miqdorida sementatsiyalangan buyumning **mexanik xossalari** yomonlashadi.

Agar po'latlar legirlangan karbid hosil qiluvchi elementlar bilan sementatsiyalansa, diffuziya haroratida austenit va karbidlardan tashkil topgan ikki fazali qatlam hosil bo'lishi mumkin. Tsementatsiyalanadigan po'latdagi legirlovchi elementlar sementatsiyalangan qatlam qalinligiga amaliy jixatdan ta'sir qilmaydi.

Qattiq karbyurizatorlarda sementatsiyalash. Bu jarayonda sementatsiyalashda to'yintiruvchi muhit sifatida donachasi o'lchami 3,5-10 mm bo'lgan pista ko'mir yoki toshko'mirning yarim koksi va torf koksi ishlatiladi. Toshko'mirning yarim koksi va torf koksigga uni faollashtiruvchi qo'shimchalar - ko'mir massasiga

nisbatan 10-40 % miqdorda uglerod bariy (BaCO_3) va kalsiyli soda (Na_2CO_3) qo'shiladi.

Keng ko'lamda sementatsiyalashda ishlatiladigan **karbyurizator** pista ko'mirdan iborat bo'lib, unga karbyurizatoridagi zarrachalarni qizdirib pishirishda yo'qotish maqsadida 20-35% BaCO_3 ~3,5% Na_2CO_3 lar qo'shiladi.

Sementatsiyalashda asosan 25-35 % yangi karbyurizatoridan va 65-75 % ishlatilib, ishlov berilgan karbyurizatoridan tashkil topgan ishchi qorishmadan foydalaniladi. Bu ishchi qorishmaga 5-7 % BaCO_3 qo'shiladi, u talab etilgan qatlam qalinligini ta'minlaydi va sirtqi qatlamda dag'al sementit to'rini hosil bo'lishini oldini oladi.

Sementatsiya qilinadigan detallar dastlabki tozalashdan so'ng payvandlangan po'latdan yoki kamroq, to'g'ri burchakli yoki silindrsimon shaklga ega bo'lgan quyma cho'yandan tayyorlangan qutichalarga solib, taxlanadi. Buyumlarni upakovka qilishda quticha tagiga 20-30 mm qalinlikda karbyurizator solinadi va trambovka qilinadi va uning ustiga birinchi qatorga detallar, ular orasidagi va quticha yon devoridan 10-15 mm masofalarni e'tiborga olib, joylashtiriladi. Shundan keyin 10-15 mm qalinlikda karbyurizator qatlami detallar ustidan solinib, trambovka qilinadi va uning ustiga boshqa detallar joylashtiriladi. Oxirigi (ustki) detallar qatoriga 35-40 mm qalinlikdagi **karbyurizator qatlami** solinadi va bu bilan ro'y beradigan kirishuv oldi olinadi. Quticha qopqog'i yopiladi va uni o'tga chidamli **glina** yoki **linani daryo qumi** bilan aralashmasi bilan xar tomonlama qoplanadi. Shundan so'ng quticha pechga joylashtiriladi.

Sementatsiya haroratigacha ($910-930\text{ }^\circ\text{C}$) qizdirish vaqti quticha minimal o'lchamining xar bir santimetri uchun 7-9 minutni tashkil qiladi. Sementatsiyalash haroratida qutichani minimal o'lchami 150 mm bo'lganda 700900 mkm qalinlikdagi qatlam olishda ushlab turish vaqti 5,5 - 6,5 soatni va 12001500 mkm qalinlikdagi qatlam olishda esa 9-11 soatni tashkil qiladi. Katta o'lchamli qutichalarda (minimal o'lcham 250 mm) 700-900 mkm qalinlikdagi qatlam olishda ushlab turish vaqti 7,5-8,5 soatni, 1200-1500 mkm qalinlikdagi qatlam olishda esa 11-14 soatni tashkil etadi.

Sementatsiyalashdan keyin qutichalar xavoda $400-500\text{ }^\circ\text{C}$ da sovutiladi va so'ngra ochiladi. Po'latni sementatsiyalash atomar uglerod orqali amalga oshiriladi. Qattiq karbyurizatorida tsementatsiyalashda atomar uglerod quyidagicha hosil bo'ladi. Tsementatsiyalanadigan qutichada havo bo'lib, undagi kislorod yuqori haroratda karbyurizatoridagi uglerod bilan o'zaro ta'sirlashadi va uglerod oksidini hosil qiladi. Temirda mavjud uglerod oksidi quyidagi tenglama orqali dissotsiyalanadi:

$$2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}_{\text{at}}$$

Bu reaksiya natijasida ajralib chiqadigan uglerod hosil bo'lish vaqtida atomlar bo'lib, austenitda diffuziyalanadi:



Karbyurizatorga bariy tuzlarini qo'shish, sementatsiya qutichadagi uglerod oksidini atmosferasini boyitib, uni faollashtiradi:



Gaz yordamida tsementatsiyalash. Bu jarayon buyumni uglerodga ega bo'lgan muhitda qizdirilib, amalga oshiriladi. Gaz yordamida sementatsiyalash qattiq karbyurizatorida sementatsiyalashga qaraganda bir qator yutuqlarga ega, shuning uchun katta partiyada detallar tayyorlaydigan zavod va korxonalarda keng ko'lamda qo'llaniladi:

Gaz yordamida tsementatsiyalashda qatlamda berilgan miqdordagi uglerodni olish imkoni bor; jarayonni davom etish vaqti anchaga kamayadi; jarayonni to'liq avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirish imkoniyati ta'minlanadi; detallarga keyingi termik ishlov berish aytarli darajada soddalashadi, chunki toblashni bevosita tsementatsiya pechida amalga oshirish imkoni tug'iladi. Eng sifatli tsementatsiyali qatlarni karbyurizator sifatida tabiiy gaz ishlatilganda olish mumkin. Bu gaz to'liq maxsus ishlov beriladigan metan (CN_4) va propanbutan, suyuq uglevodorodlar qo'shilgan qorishmadan tashkil topgan. Gaz yordamida sementatsiyalashda uglerodlashni ta'minlaydigan asosiy reaksiya quyidagicha kechadi:



Atmosferada yuqori darajada metan bo'sa, u holda reaksiya quyidagicha kechadi:



Jarayon 910-930 °C haroratda 6 - 12 soat mobaynida kechadi (qatlam qalinligi 1000-1700 mkm gacha boradi).

Seriyali ishlab chiqarishda gaz yordamida tsementatsiyalash **shaxtali pechda** amalga oshiriladi. Gaz yordamida tsementatsiyalash uchun zarur bo'lgan atmosfera pech kamerasiga uglerodga boy suyuqlikni (kerosin, sintin, spirt va boshqalar) yuborib, erishiladi. Bunda yuqori haroratda uglevodorodli birikmalar parchalanib, sementatsiya gazini hosil qiladi.

Katta seriyali va massali ishlab chiqarishda gaz yordamida sementatsiyalash uzluksiz ishlaydigan **mufelsiz pechlarda** amalga oshiriladi. Bu qurilmalarda

kimyoviy-termik ishlov berishning xamma sikli (sementatsiya, toblash va past haroratli bo'shatish) to'liq mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan holatda bo'ladi. Sementatsiyalash uchun mo'ljallangan uzluksiz ishlaydigan pechlarda **endotermik atmosferadan** foydalaniladi. Bu atmosferani asosi tabiiy gaz xisoblanadi.

Endotermik atmosferani asosiy yutug'i - uglerod potensialini avtomatik ravishda boshqarish mumkin, ya'ni uglerodlash qobiliyati tushuniladi. Bunda yuzani sementatsiyalangan qatlami ma'lum miqdorda uglerod miqdori bilan ta'minlanadi.

Gaz yordamida sementatsiyalashda 1500-1700 mkm qalinlikda qatlam olish uchun 930 - 950 °C haroratda tsementatsiya tezligi 0,12 - 0,15 mm/soat ni tashkil etadi.

Po'latlarga sementatsiyalashdan keyingi termik ishlov berish va sementatsiyalangan detallar xossasi.

Sementatsiyalangan detallar oxirigi xossaga sementatsiyalashdan keyin **termik ishlov berilgandan so'ng erishadi**. Bu ishlov berish bilan struktura to'g'rilaydi va o'zakdagi hamda tsementatsiyalangan qatlamdagi donachalarni maydalaydi, bu bilan sementatsiyalangan qatlamda yuqori qattqlik va o'zakda yaxshi mexanik xossalar olish imkonini yaratadi, sementatsiyalangan qatlamdagi karbid to'rlarini olib tashlaydi.

Ko'p hollarda, ayniqsa irsiy kichik donachali po'latlarga ishlov berishda, 820 - 850 °C haroratdagi toblashdan foydalaniladi.

Bu esa donani maydalashni ta'minlaydi va sementatsiyalangan qatlamni to'liq toblashga olib keladi hamda o'zakdagi donachani qisman qaytadan kristallanishi va maydalanishini amalga oshiradi. Gaz yordamida sementatsiyalashdan so'ng ko'pincha qaytadan qizdirmasdan tsementatsiya pechini o'zida toblash bajariladi. Bu bilan ishlov beriladigan buyumni qiyshayishi kamaytiriladi. Bunday ishlov berish sementatsiyalangan qatlamdagi va o'zakdagi strukturani to'g'rilamaydi, shuning uchun toblashni faqat buyum irsiy kichik donachali po'latdan tayyorlangan bo'lsa, qo'llaniladi. sementatsiyalangan buyumdagi deformatsiyani kamaytirish uchun issiq moyda (160 - 180 °C) **pog'onali toblash** o'tkaziladi.

Sementatsiyalashdan so'ng termik ishlov ba'zi bir hollarda **ikkilamchi toblash** va **bo'shatishdan iborat** bo'ladi. Birinchi toblash (yoki normallashtirish) 880 - 900 °C haroratda (o'zak uchun A_{s3} nuqtadan yuqori haroratda) o'zakdagi strukturani to'g'rilash uchun amalga oshiriladi. Bundan tashqari, qizdirilganda sirtki qatlamda **austenitda** tsementit to'ri eriydi, keyinchalik qaytadan tez sovutilganda hosil bo'lmaydi. Ikkinchi toblash 760 - 780 °C haroratda qizdirilganda

sementatsiyalangan qatlamdagi o'ta qizdirish bartaraf etiladi va buyumga yuqori qattqlik beriladi. Bunday termik ishlov berishning kamchiligi texnologik jarayonning murakkabligi, buyumlarning qiyshayishini oshishi va **oksidlanish** hamda **uglerodsizlanishni** ro'y berishidir.

Termik ishlov berilgandan keyin sirtqi qatlamda kichik ignali martensit struktura va qoldiq austenitni izolyatsiyalangan uchastkasi (30 - 50 % gacha) hosil bo'ladi. Sementatsiyalangan qatlamning toblanish chuqurligi juda katta ahamiyatga ega. Sementatsiyalangan qatlamning toblanish chuqurligi deganda po'latning yuzadan berilgan masofagacha 59 - 62 HRC qattqlikka va martensit strukturasiga ega bo'lishi tushuniladi. Sementatsiyalangan qatlamda karbidlarni hosil bo'lishi va ichki oksidlanish, austenitda legirlovchi elementlar miqdorini kamaytirib, sementatsiyalangan qatlamning toblanish chuqurligini kamaytiradi. **Karbidlar** qo'shimcha toblanish chuqurligini kamaytirib, austenitni parchalanishini tayyor markazlari bo'lib xizmat qiladi hamda austenitni turg'unligini kamaytiradi. Sementatsiyalangan qatlamda qatlamni mo'rtligini oshiruvchi karbidlar to'rini hosil bo'lishi mumkin emas. Izolyatsiya qilingan karbidlar ham sementatsiyalangan po'latning qovushqoqligini kamaytiradi, ayniqsa detallarning burchaklarida va toretslarida bu hol ko'proq kuzatiladi. Sovutishning intensivligini oshirish qatlamning **toblanish chuqurligini** oshiradi.

Sementatsiyalangan detallarni oxirigi termik ishlov berish operatsiyasi xamma xollarda ham 160 - 180 °C haroratdagi past haroratli bo'shatish bo'lib, bunda sirtki qatlamdagi toblangan martensit strukturasiga bo'shatilgan martensit strukturasiga aylanadi, shu bilan kuchlanishlar olib tashlanadi.

Uglerodli po'latdan tayyorlangan buyum o'zagining strukturasiga sorbitdan, legirlangan po'latlarda esa kam uglerodli martensit yoki pastki beynitdan iborat strukturadan tashkil topadi. Kam uglerodli martensit yuqori mustaxkamlik va o'zakda yetarli qovushqoqlikni ta'minlaydi. Qatlamda ferrit to'rlarini saqlanib qolishi mumkin emas, chunki u sementatsiyalangan detallarni mustaxkamligi, plastikligi va qovushqoqligini kamaytiradi. Turli markali po'latlar uchun o'zakdagi qattqlik 30 - 45 HRC ga teng bo'ladi.

Sementatsiyalash va keyingi termik ishlov berish po'latdan tayyorlangan buyumlarning chidamlilik chegarasini, sirtqi qatlamda yetarli darajada siquvchi qoldiq kuchlanishlar (400 - 500 MPa gacha) hosil bo'lishi tufayli oshiradi.

Azotlash jarayoni. Po'lat sirtqi qatlamini azot bilan diffuziya yordamida to'yintirish jarayoniga **azotlash** deb aytiladi. Azotlash juda kuchli ravishda sirtki qatlamning qattqligi, uning yeyilishga chidamliligi, chidamlilik chegarasi va

atmosfera, suv va boshqa muhitlarda korroziyaga bardoshligini oshiradi. Azotlangan qatlam qattiqligi tsementatsiyalangan qatlam qattiqligiga qaraganda yuqori va uning qattiqligi yuqori haroratlarda (450-500 °C) ham saqlanadi. Martensit strukturasi ega bo'lgan sementatsiyalangan qatlam qattiqligi 200 - 225 °C haroratgacha saqlanadi.

Azotlash jarayoni **dissotsiatsiyalangan ammiak** NH_3 (25-60%) muhitida bajariladi.

Ishlov beriladigan yuzada NH_3 dissotsiatsiyalanib, azot ionlarini hosil qiladi, bu ionlar yuzada adsorbsiyalanib, metallni ichki kismigacha diffuziyalanib, boradi. Agar azotlash jarayoni evtektoidli haroratdan past haroratda amalga oshirilsa, bunda azot dast avval, Fe_4N α -fazaga diffuziyalanib (**azotli ferrit**), so'ngra esa eruvchanlik chegarasiga yetgandan so'ng, Fe_4N (γ - **faza**) va Fe_{2-3}N (ε - faza) nitridlar hosil qiladi. To'yintirish haroratida azotlangan qatlam $\varepsilon \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$ fazalardan tashkil topadi, sovigandan so'ng, ε va α -fazalarni parchalanish oqibatida $\varepsilon + \gamma' \rightarrow \gamma' \rightarrow \alpha + \gamma'$ fazalardan iborat bo'ladi. Agar azotlashni 591 °C dan yuqori haroratda olib borilsa, **azotli austenit** (γ -faza) hosil bo'ladi, u sovitilganda **azotli ferrit** (α - faza) va Fe_4N **nitrididan** (γ' -faza) iborat qorishmaga parchalanadi. Shuning uchun diffuziyalangan qatlamning nitridlar qatlami (ε va γ' - fazalar) tagida γ - faza qatlami hosil bo'ladi va u sovitilganda evtektoidli o'zgarishlarni kechiradi. Bitta fazadan boshqa fazaga o'tish azot miqdorini tezda kamayib ketishi bilan kechadi. Temirda azotlangan qatlamning qattiqligi unchali katta emas ~300-350 HB. Shuning uchun azotlashga asosan, xrom, molibden, vanadiy, alyuminiy bilan legirlangan o'rtacha uglerodli po'latlar tavsiya etiladi, chunki ular azotlashdan so'ng yuqori qattqlik va yeyilishga chidamlilikka ega bo'ladi. Legirlangan po'latlar yuzasida azotlangandan so'ng legirlangan ε - va γ' - fazalar: $(\text{Fe},\text{M})_{2-3}\text{N}$ va $(\text{Fe}, \text{M})_4\text{N}$ lar hosil bo'ladi. Ferritda erigan xrom, vanadiy va boshqalar α - fazada azot eruvchanligini oshiradi va maxsus nitridlar MN va M_2N hosil qiladi.

Past temperaturada azotlashda α -qattiq eritmada , dastavval **Gine- Preston** zona turidagi segretatsiya hosil bo'ladi. Yuqoriroq temperaturalarda esa legirlangan elementlarning (Cr, Mo,V va boshqalar) dispersli nitridlari vujudga keladi. Gine- Preston zonasi va maxsus ajralib chiqqan nitridlar dislokatsiyalar harakatlanishiga to'sqinlik qiladi va bu bilan azotlangan qatlamning qattiqligini oshiradi. Ayniqsa, po'latdagi Al, Cr, Mo va V lar azotlangan qatlamdagi qattqlik katta miqdorda oshiradi va ikkinchi tomondan qatlamning qalinligini kamaytiradi.

Agar **yuzadagi yuqori qattqlik** va **yeyilishga chidamlilik** azotlangan qatlamga qo'yilgan bosh va **asosiy talab** bo'ladigan bo'lsa, u holda 0,35-0,42 % C, 1,35-

1,65 % Cr, 0,7-1,10 % Al va 0.15-0,25 % Mo va qolgan Fe bo'lgan 38X2MFOA markali podat markasini qodlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bir vaqtning o'zida po'lat tarkibida bo'lgan alyuminiy, xrom va molibden azotlangan qatlam qattiqligini 1200 HB gacha oshiradi. Bundan tashqari, molibden azotlanish temperaturasidan sekin sovitilganda hosil bo'lishi mumkin bo'ladigan bo'shatishdagi mo'rtlikni ham bartaraf yetadi.

Biroq alyuminiy, azotlangan qatlamga yuqori **mo'rtlik** beradi. Shuning uchun ko'proq Cr (1-3 %), Mo(0,2 - 0,4 %), V(1,0-1,2 %gacha) bilan legirlangan po'latlar qo'llanilmoqda. Bu po'latlarning sirtqi yuzasi kamroq qattiqlikka 750-950 HB va qolgan boshqa holatlarda esa samarali azotlangan qatlam qalinligiga ega bo'ladi (400-500 HB gacha), bu o'z navbatida jarayonni davom etish vaqtini kamaytiradi. **Korroziyagabardoshlikni** oshirish uchun uglerodli po'latlarni ham azotlash mumkin.

Azotlangan po'latning yeyilishga chidamliligi sementatsiyalangan va toblangan po'latnikiga qaraganda ancha yuqori. Azotlangan qatlamda qoldiq siquvchi kuchlanishi hosil bo'ladi va yuzada 600 - 800 MPa ni tashkil etadi. Bu kuchlanish po'latni chidamlilik chegarasini oshiradi va toliqishdan yemirilish o'chog'ini azotlangan qatlam tagiga ko'chiradi. Silliqlik namunalardagi chidamlilik chegarasini 30-40 % gacha, kuchlanishlar konsentratorlari bo'lgan holda esa 100 % dan ortiqqa oshiradi.

Azotlash jarayoni texnologiyasi. Azotlash jarayoni texnologiyasi bir qancha texnologik operatsiyalarni ko'zda tutadi va bu operatsiyalar quyida ko'rsatilgan:

1.Zagotovkaga dastlabki termik ishlov berish. Bu operatsiya buyumning o'zagida yuqori mustahkamlik va qovushqoqlik olish uchun po'latlarni toblash va yuqori haroratda bo'shatishdan iborat. Bo'shatish yuqori haroratda 600 - 675 °C olib boriladi. Bu harorat keyingi azotlashni maksimal haroratidan yuqori bo'lib, po'latni kesib ishlov berish mumkin bo'lgan qattiqligini ta'minlaydi;

2. Detallarga mexanik ishlov berish, silliqlash detalga oxirigi o'lchamlarni beradi;

3.Buyumni azotlanishi talab qilinmaydigan joylariga elektrolit usuli bilan juda kichik qatlamda (0,01-0,015 mm) qalaydan yoki suyuq shishadan qoplab, azotlashdan himoya qilinadi. Qalay azotlash haroratida po'latni yuzasida juda kichik o'lchamdagi yupqa qatlam ko'rinishda bo'lib, eriydi;

4.Azotlash jarayoni;

5.Buyumni oxirigi silliqlash yoki tayyor holatga keltirish.

38X2MIOA markali po‘latdan tayyorlangan kichik devorli murakkab konfiguratsiyali buyumni azotlashni 500-520 °C haroratda o‘tkazish tavsiya etiladi. Jarayonning davomiyligi talab etiladigan azotlangan qatlamning qalinligiga bog‘liq. Azotlash harorati qanchalik katta bo‘lsa, azotlangan qatlamning qattiqligi shunchalik kichik va qatlam qalinligi esa shunchalik kattadir. Azotlangan qatlamdagi qattiqlikni kamayishi legirlangan elementlarning nitridlariga bog‘liq. Odatda azotlashda qatlam qalinligini 0,3 - 0,6 mm olish maqsadga muvofiqdir.

500-520°C haroratda azotlash jarayoni davom etish vaqti uzoq bo‘lib, 24 - 60 soatni tashkil etadi.

Azotlash jarayonini tezlashtirish uchun **ikki pog‘onali** jarayon qo‘llaniladi: avval azotlash 500-520°C haroratda, so‘ngra esa 540-560°C haroratda amalga oshiriladi. Ikki pog‘onali azotlash jarayonida jarayon davomiyligi kamayadi, biroq bunda yuqori qattiqlik saqlanib qoladi.

Po‘latni yuzasiga azot bilan to‘yintirish jarayonida buyumning o‘lchamlari juda ham kichik miqdorga yuza qatlamning hajmi oshishi hisobiga o‘zgaradi. **Azotlash harorati** va qatlam qalinligi oshishi hisobiga, deformatsiya ham oshadi.

Alyuminiyga ega bo‘lmagan po‘latlarni (Cr-Mo-V ga ega bo‘lgan po‘latlar) azotlash 570 °C haroratda 6-10 soat mobaynida amalga oshiriladi, bu esa kerakli 0,3-0,4 mm qatlam qalinligini, yuqori qattiqlikni (~800HB) va yeyilishga chidamlilikni ta‘minlaydi. Azotlashdan so‘ng sovutish yuzadagi oksidlanishni oldini olish uchun pech bilan birgalikda ammiak oqimida (200 °C gacha) amalga oshiriladi. 570 °C haroratda 5-10 soat mobaynida 50 % endogaz va 50 % ammiak yoki 50 % metan va 50 % ammiak bo‘lgan atmosferada amalga oshiriladigan azotlash jarayoni qo‘llanila boshlandi. Bunday ishlov berish natijasida po‘latni yuzasida juda kichik, mayin **karbonitridli qatlam** (Fe, M)₂₋₃ (N, C) hosil bo‘ladi. Bu qatlam kichik mo‘rtlikka va nisbatan yuqoriroq yeyilishga chidamlilikka ega bo‘ladi. Legirlangan po‘latlardagi karbonitridli qatlam qattiqligi 600-1100 HB ga tengdir. Umuman bunday ishlov berish buyumning chidamlilik chegarasini kuchli ravishda oshiradi.

Ionli azotlash. Oxirigi yillarda kamayib boradigan **zaryadsizlanishda (ionli azotlash) azotlash** qo‘llanila boshlandi. Bu azotlash turi zaryadsizlanishda azotga ega bo‘lgan atmosferada (NH₂ va N) ishlov beriladigan detalni manfiy elektrodga katodga ulab, amalga oshiriladi. Qurilmadagi konteyner anod bo‘lib, xizmat qiladi. Katod (detal) va anod o‘rtasida kamayib boradigan zaryadsizlanish va gaz ionlari qaytadan tiklanadi, katod yuzasini portlatib, uni to‘yintirish haroratigacha qizdiradi. Ionli azotlash jarayoni ikki bosqichda amalga oshadi:

- birinchisi yuzani katod sochilishlaridan tozalash;

-ikkinchisi o‘z tabiati bilan to‘yinish jarayonidir.

Katodni sochilishi 5-60 min davomida 1100-1400 V kuchlanish va kichik bosimda kechadi. Qatodni sochilish jarayonida detal yuzasidagi harorat 250 °C dan oshmaydi. Azotlash jarayoni 470-580 °C haroratda, 400-1100 V ishchi kuchlanishda va 1-24 soat davomida amalga oshiriladi.

Ionli azotlash jarayoning umumiy davom etish vaqtini kamaytiradi, boshqariladigan tarkib va tuzilishda diffuziyali qatlamni olish imkonini tug‘diradi, juda kichik deformatsiya hosil qiladi va yuqori iqtisodiy samaraga ega bo‘ladi.

Suyuq muhitlarda azotlash (tenifer - jarayon). Bunday azotlash jarayoni 570 °C haroratda 0,5-3,0 soat davomida erigan sianli tuzlarda (40 % KCNO ga ega bo‘lgan 85 % tuz va 60% NaCN +15%NO₂CO₃ va 45% Na₂CO₃ yoki 55% karbamiddan (NH₂)₂CO va 45% Na₂CO₃ bu orqali quruq havo o‘tkaziladi) amalga oshiriladi. Tuzlar titandan tayyorlangan **tigilda** eritiladi. Kichik harorat oqibatida, po‘latga asosan sianli tuzlar ajralishida hosil bo‘ladigan azot diffuziyalantiriladi. Ishlov berish oqibatida po‘latni yuzasida juda kichik o‘lchamli (7-15 mkml), yuqori yeyilishga chidamli va mo‘rtlikdan sinishga moyil bo‘lmagan karbonitridli qatlam (Fe, M)₂₋₃ (N, C) hosil bo‘ladi. **Karbonitridli qatlamning** tagida azotning α- temirdagi qattiq eritmasi va γ' -fazaning ortiqcha kristallaridan tashkil topgan qatlam joylashgan bo‘ladi. Qatlamning umumiy qalinligi 0,15-0,5 mmni tashkil etadi. Bunday va gaz yordamida azotlashdan so‘ng uglerodli po‘latlardagi qatlam qattiqligi 300-350 HB, legirlangan po‘latlarda esa 600-1100 HBni tashkil etadi. Suyuq muhitdagi azotlash aytarli darajada po‘latni chidamlilik chegarasini oshiradi. Jarayonni yutug‘iga o‘lchamlarni juda kichik miqdorda o‘zgarishi va detallarni qishayishi bo‘lmasligi bo‘lsa, kamchiligi toksikligi, inson xayoti uchun xavfliligi va sianli tuzlarning qimmatligidir. Bu jarayondan avtomobil detallariga (tirsakli val, tishli gldirak va boshqalar), shtamlarga, press-qoliplarga va boshqalarga ishlov berishda keng ko‘lamda qo‘llaniladi.

Nitrotsementatsiyalash. Po‘lat sirtqi qatlamini uglerodlovchi gaz va ammiakdan iborat bo‘lgan gaz muhiti bilan 840-860 °C haroratda bir vaqtning o‘zida uglerod va azotga diffuziya yordamida to‘yintirish jarayoniga **nitrotsementatsiyalash** deyiladi. Jarayonning davom etish vaqti 4 - 10 soatni tashkil etadi. Nitrotsementatsiyalashdan asosiy maqsad – po‘latdan tayyorlangan detallarni qattiqligi, yeyilishga chidamliligi va chidamlilik chegarasini oshirishdir.

Izlanishlar natijasida, bir vaqtning o‘zida uglerod bilan azotni diffuziyalanishi jarayonida uglerod diffuziyasi tezlashishi aniqlandi. Nitrotsementatsiyalash

harorati tsementatsiyalash haroratidan 100 °C kam bo'lsa ham 500 mkm chuqurlikda nitrotsementatsiyalangan va tsementatsiyalangan qatlamni hosil bo'lish tezligi deyarli bir xil kechadi.

Legirlangan po'latlarni nitrotsementatsiyalashda xajm bo'yicha 1,5 - 5,5 % ishlov berilmagan tabiiy gaz va 1 - 3,5 % NH₃ dan iborat muhitni nazorat qilinadigan endotermik atmosferaga qo'shish yordamida hosil bo'ladigan atmosferani qo'llash tavsiya etiladi.

Nitrotsementatsiyalashdan so'ng pechni o'zida toblashni o'tkazish kerak, kamdan-kam hollarda esa qayta qizdirishdan keyin pog'onali toblash ham qo'llaniladi. Toblashdan so'ng 160-180 °C haroratda bo'shatiladi.

Optimal sharoitlarda nitrotsementatsiyalangan qatlam strukturasi kichik kristallardan iborat martensit, kam miqdorda bir xilda taqsimlangan kichik o'lchamli karbonitrid va 30-50 % qoldiq **austenitdan** tashkil etish kerak.

Nitrotsementatsiyalangan qatlam qattiqligi toblash va past haroratli bo'shatishdan so'ng 58-60 HRC, 570-690 HB ni tashkil etadi. yuqori miqdordagi qoldiq austenit miqdori, masalan, silliqanmaydigan avtomobil tishli g'ildiragini, yaxshi ishlovchanligini ya'ni shovqinsiz ishlashini ta'minlab beradi. Maksimal darajadagi mustaxkamlik ko'rsatkichlarga ushbu po'lat uchun nitrotsementatsiyalangan qatlam yuzasida optimal bo'lgan uglerod va azot miqdorida erishiladi.

Qatlamda azot miqdori ichki oksidlanishda hosil bo'ladigan zararli oqibatlarni oldini olishi mumkin bo'lgan miqdordan kam bo'lmasligi shart (~0,1 - 0,15 %). Qatlamda azot miqdori yuqori bo'lsa (0,4-0,5 %), qora ko'rinishdagi tashkil etuvchi hosil bo'lib, u yuzada qora nuqtali to'r ko'rinishida namoyon bo'ladi. Qora tashkil etuvchilar, yuqori bosim ostida kattiq eritmadan molekulyar azotni ajralib chiqishi natijasida yuzaga keladigan g'ovaklar hisoblanadi. Qora tashkil etuvchilar po'latni **chidamlilik chegarasini** 30-70 %ga va kontaktli chidamlilik chegarasini esa 5-6 martaga kamaytirib, yuboradi. Uglerod va azotdan tashkil topgan qotishmada optimal uglerod miqdori po'latni markasiga bog'liq va 1,0 - 1,65 % intervalda o'zgaradi. Qatlam strukturasi kam miqdordagi uglerod miqdori martensit donasi cherasida troostitni hosil qiladi. Cr, Mn, Ti, V larga ega bo'lgan po'latlardagi uglerod miqdori yuqori bo'lgan hollarda karbonitrid hosil bo'ladi. Uglerod va legirlovchi elementlarni karbonitridlarga aylanishi austenit turg'unligini kamaytiradi, bu esa troostit qatlamini hosil bo'lishiga ham olib keladi. Karbonitrid va troostit to'rlarini hosil bo'lishi po'latni chidamlilik chegarasi, plastikligi va qovushqoqligini kamaytiradi.

Nitrotsementatsiyalangan qatlam qalinligi odatda 200 - 800 mkmni tashkil etadi. U 1000 mkmdan oshmasligi kerak.

Chunki katta qatlam qalinlikda po‘latda qora tashkil etuvchilar va boshqa nuqsonlar hosil bo‘lib, po‘latni mexanik xossasini kamaytirib yuboradi.

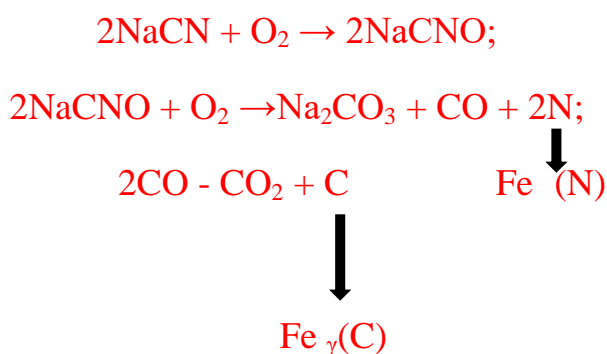
Nitrotsementatsiyaga asosan, murakkab shaklga, qiyshayishga moyil detallar tavsiya etiladi. Gaz yordamida nitrotsementatsiyalashga qaraganda nitrotsementatsiyalash quyidagi yutuqlarga ega: jarayon nisbatan past haroratda (910-930 °C harorat o‘rniga 840-860 °C haroratda kechadi) qatlam qalinligi kichik; detallar deformatsiyasi va qiyshayishi kichik; yeyilish va korroziyaga qarshiligi yuqori.

Nitrotsementatsiyalash jarayoni avtomobilsozlik va traktorsozlikda keng ko‘lamda qo‘llanilmoqda.

Sianlash. NaCN guruhidagi erigan tuzlar muhitida 820-950 °C harorat intervalida bir vaqtning o‘zida azot va uglerod bilan po‘lat sirtki qatlamini diffuziya yordamida to‘yintirish jarayoniga sianlash deb ataladi.

O‘rtacha haroratda sianlash. Bu jarayonda buyum 820-860°C haroratgacha NaCN guruhidagi erigan tuzlar muhitida qizdiriladi. Uncha katta bo‘lmagan qalinlikda qatlam (0,15-0,35mm) olish uchun jarayon 820-860 °C haroratli vannada (20-25% NaCN, 25-50% NaCl va 25-50% Na₂CO₃) olib boriladi. Jarayonni davom etish vaqti talab etiladigan qatlam qalinligiga qarab, 30 - 90 minutni tashkil qiladi.

Sianli natriy sianlash jarayonida havodagi kislorod bilan oksidlanadi va unda quyidagi reaksiyalar kechadi:



Ajralib chiqadigan atomlar uglerod va azot po‘latni diffuziyalantiradi.

820 - 860 °C haroratda olingan sianlangan qatlam 0,7% C va 0,8 - 1,2% N larga ega bo‘ladi.

Talab etiladigan, nisbatan uncha katta bo‘lmagan haroratlardagi **sianlash** toblashni bevosita sianli vannada bajarish imkonini yaratadi. Toblashdan so‘ng past haroratli bo‘shatish (180-200 °C) amalga oshiriladi. Termik ishlov berishdan so‘ng sianlangan qatlam qattiqligi HRC58-62 bo‘ladi. Sianlangan qatlam tsementatsiyalangan qatlamga nisbatan yuqoriroq yeyilishga chidamlilikka ega va u chidamlilik chegarasini samarali ravishda oshiradi. Bu sianlash turi yordamida, asosan kichik o‘lchamli detallar **puxtalanadi**.

Yuqori haroratda sianlash. Katta qalinlikda (0,5 - 2,0 mm) sianlangan qatlam olish uchun 930 - 950 °C haroratli 8% NaCN, 82% BaCl₂ va 10% NaCl (eriguncha vannadagi tarkib) tarkibga ega bo‘lgan vannada yuqori haroratli yoki chuqur sianlash o‘tkaziladi. Vanna oynasi issiqlikni ko‘p yo‘qotmaslik va sianli tuzlarni bug‘lanishini oldini olish uchun grafit qatlami bilan qoplanadi. Talab etiladigan qalinlikdagi qatlamlar olish uchun buyumni vannada ushlab turish vaqti 1,5 - 6 soatni tashkil etadi.

Vannada sianlash, quyidagi reaksiyalar orqali kechadi:



Ajralib chiqadigan atomar uglerod va azot po‘latni diffuziyalantiradi. Talab etiladigan yuqori haroratlarda po‘latni sirtqi yuzasiga ko‘p darajada uglerod (0,8-1,2% gacha) va kamroq azot (0,2 - 0,3 %) bilan to‘yintiriladi. Sianlangan qatlamning tuzilishi tsementatsiyalanganikiga o‘xshashdir. Yuqori haroratli sianlashdan so‘ng detallar havoda sovutiladi, keyin undagi donani maydalash uchun tuzli vanna yoki pechda qizdirilib, toblanadi va past haroratli bo‘shatish o‘tkaziladi.

Sianlash jarayoni tsementatsiyalash jarayoniga nisbatan berilgan qatlam qalinligini olish uchun kam vaqt talab yetadi, nisbatan kam darajada deformatsiya hosil bo‘lishi va murakkab shakldagi detallarni qishayishiga olib kelishi, yeyilishga va korroziyaga yuqori qarshilik ko‘rsatish bilan xarakterlanadi.

Sianlashni kamchiligi qimmatligi, sianli tuzlarni zaxarligi va bu bilan bog‘liq ravishda mehnatni muhofaza qilish uchun maxsus choralarni ko‘rilishini talab qilinishidir.

Borlash. Po‘lat va temir asosidagi qotishmalarni sirtqi yuzasini bor bilan to‘yintirish jarayoniga borlash deyiladi. Borlash jarayonida po‘lat va temir

qotishmalari sirtqi qalamida boridlar - Fe_2B va F_4B lar hosil bo'ladi. Bu esa qattqlik va yeyilishga chidamlilikni hamda korroziyaga bardoshlikni oshishiga olib keladi.

Po'lat va temir asosidagi qotishmalarni bor bilan to'yintirish jarayoni turli muhitlarda amalga oshiriladi. Bor faol holatda qattiq, suyuq va gazsimon holatlarda olinishi mumkin, hamda borni sirqi qatlamga surib, qoplab ham ishlatish mumkin. Po'lat va temir asosidagi qotishmalarni sirtqi qatlamini bor bilan qattiq muhitda to'yintirishda va qoplashda faol bor olish manbasi sifatida bor karbidi F_4B va amorf bor kukunidan foydalaniladi. Suyuq holatda borlashda (elektroliz va elektrolizsiz usullarda) to'yintiruvchi muhit sifatida bura $Na_2B_2O_7$, bor oksididan B_2O_3 iborat qorishmadan foydalaniladi. Ba'zi hollarda, bu qorishmaga bor karbidi F_4B ham qo'shib, ishlatiladi. Gaz yordamida borlashda to'yintiruvchi muhit sifatida dibor B_2H_8 yoki uchxloridli borni BCl_3 vodorod(azot, ammiak) bilan hosil qilgan qorishmasi qo'llaniladi. Borlash natijasida ko'p qatlamli **diffuziya qatlami** hosil bo'ladi. Bunda buyumning sirqi yuzasida temir boridi FeB , so'ngra borid Fe_2B qatlam, oxirigi qatlamda esa temirdagi borning qattiq eritmasi hosil bo'ladi. Diffuziya qatlamini hosil bo'lishi **Fe-B holat diagrammasi** orqali kechadi.

Bor bilan qattiq eritmani to'yintirilgandan keyin **boridlardan** iborat bo'lgan qatlam shakllanadi. Boridlar stolba ko'rinishda po'lat yoki qotishmani ichkarisiga qarab, o'sadi. Bir qator hollarda (to'yintirish sharoitiga qarab) bir fazali boridlar qatlami FeB , boshqa hollarda esa ikki fazali boridlar FeB va Fe_2B hosil bo'ladi.

Turli muhitlarda borlash shuni ko'rsatadiki, borlash muhitidagi uglerod va legirlovchi elementlar (Co, Ni, Mn lardan tashqari) borlangan qatlam chuqurligini kamaytiradi. Yuqorida qavs ichida ko'rsatilgan 3 ta element amaliy jixatdan borlash chuqurliligiga ta'sir etmaydi.

Borlash chuqurligiga uglerod va legirlovchi elementlarning turlicha ta'sir qilishi sababi bor diffuziyasi jarayoniga faol energiya qo'shimchasini ta'siri etishi hisoblanadi. Texnik temirdagi diffuziyani faol energiyasi 142 kDj/g-atomga teng. Po'latga 0,83 % uglerodni qo'shish faol energiyasini Q 152 kDj/g-atomgacha oshirsa, 4 % W va 2,7 % Mo Qni 159 kDj/g-atomgacha oshiradi. Q kattalik kristall panjaradagi energiya bog'lanishlarni xarakterlaydi.

O'z navbatida, Co, Ni, Mn lardan tashqari, uglerod va boshqa xamma legirlovchi elementlarni qo'shish diffuziya qatlamida bor bog'lanishlarini kuchaytiradi. Co, Ni, Mn lar qo'shilganda bor diffuziyasini faol energiyasi amaliy jixatdan o'zgarmasdan qoladi.

O'rta va yuqori uglerodli po'latlarda boridlar qatlamiga ajralib chiqqan **sementit** asosidagi karboboridli fazalar $[Fe_3(C,B)]$ qo'shiladi. Legirlangan po'latlarda legirlovchi elementlar boridlar qatlamidan siqib chiqariladi (titandan tashqari). Sirtqi qatlamda titan miqdori oshadi. Borid qatlamdan so'ng, temirdagi borning qattiq eritmasi ko'rinishidagi o'tish qatlami joylashgan bo'ladi. Bor qatlamini chuqurligiga borlash vaqtini ta'siri, boshqa elementlar bilan to'yintirish ham parabola qonuniyatiga bo'ysinadi.

Boridlarni hosil bodishi zichlikni kamaytiradi. Boridlar modt, ajralib ko'chishga va darz ketishga moyil. Shuning uchun buyumlardagi eng yaxshi toliqishdagi mustahkamlikni 20-50 % ga oshishiga bir fazali borlashni qodlaganda erishiladi. Biroq, bunday texnologik jarayon sirtqi qatlamdagi qattqlikni kamayishiga olib keladi, bu esa yeyilishga chidamlilikka salbiy ta'sir kodsatadi. FeB boridni mikroqattqligi H_{100} 19500 - 20000 MPa, Fe_2B ni mikroqattqligi H_{100} esa 13000 - 14000 Mpa ga teng.

Boridlar qattqligiga po'latga qo'shilgan legirlovchi elementlar ta'sir qiladi. Cr, Mn va ayniqsa W va Mo larni qo'shish bu boridni yetarli darajada qattqligini oshiradi. Boshqacha aytganda, legirlovchi elementlar Fe_2B ga ta'sir qiladi. Bu boridning qattqligi amaliy jixatdan Cu, Al, Mn lar ta'sirida o'zgarmaydi. Ni, Mn kabi qo'shimchalar, ayniqsa W va Mo lar borid qattqligini kamaytiradi. Shunday qilib, ba'zi bir legirlovchi elementlar FeB va Fe_2B boridlar qattqligiga to'g'ri qarama-qarshi proporsionaldir.

Borlangan po'latlarni mo'rtligi juda katta axamiyatga ega. Deformatsiya 1-2 % bo'lganda sirtqi qatlamni ko'chishi boshlanadi. Bu borlangan qatlamni katta mo'rtlikka ega bo'lishi bilan aniqlanadi. Uglerod miqdorini oshishi FeB boridi mo'rtligi omilini Fe_2B boridinikiga qaraganda 6 martaga katta bodishiga olib keladi. Borid qatlamlarini yuqori mo'rtligi kontaktli yeyilishda buyumning ekspluatatsion tavsifnomasiga salbiy ta'sir kodsatadi. Shu bilan bir qatorda bunda, abraziv yeyilishga chidamlilikka qarshilik oshadi. Bir fazali va ikki fazali borlashda buyumni toblash va past haroratda bo'shatishga qaraganda yeyilishga chidamliligini oshiradi. Borlangan qatlamning abraziv bardoshligi toblangan va bo'shatilgan po'latga nisbatan bir necha marta kattaligi va xromlangan qatlamning abraziv yeyilishidan kam farq qilishi ko'rinib turibdi.

Cobalt, bu metallar qotishmalari hamda qiyin eriydigan metallardan (Mo, W, Nb, Ta, Zr, Re) tayyorlangan buyumlarda foydali xossalarni olishda borlashdan foydalaniladi.

Diffuziyali xromlash-materiallarga kimyoviy-termik ishlov berish turlaridan biridir. Diffuziyali xromlash metall va qotishmalar sirtqi qatlamini xrom bilan to'yintirish jarayonidir. Bunda to'yintiriladigan metall (qotishma) tarkibi, strukturasi va xossasi o'zgaradi.

Diffuziyali xromlash, keyinchalik uni oddiy xromlash deb ataymiz, kimyoviy-termik ishlov berish turlaridan biri bo'lib, to'yintiruvchi muhitda atomar xromni faol holatda olish, keyin bu atomlarni buyumni to'yinuvchi yuzasiga adsorbsiyalash va metall yoki qotishma ichkarisiga diffuziya yordamida kiritish jarayonidir. Xromlash jarayoni to'yintiruvchi muhitga bog'liq ravishda to'rtta usulda amalga oshiriladi: 1) qattiq fazada; 2) bug' fazasida; 3) gaz fazasida; 4) suyuqlik fazasida.

Qattiq fazada to'yintirish jarayoni to'yintiruvchi modda qattiq bo'lak va kukunlar bilan buyumni to'yinadigan yuzasini o'zaro kontaktida amalga oshiriladi. Bunda diffuziya jarayoni kontakt joyida kechadi. Xromlashning bunday turi, masalan, galvanik usul yordamida xrom qatlami bilan dastlabki qoplangan temirni yumshatishda qo'llaniladi.

Bug' fazasida to'yintirish jarayoni metallni qizdirishda hosil bo'ladigan diffuziya yordamida to'yinadigan modda bug' fazasi bilan to'yintirishdir.

Gaz fazada **to'yintirish** jarayonida gaz fazasi sifatida bug'lanuvchi kimyoviy birikmalar ko'rinishidagi elementlardan (CrCl_2 , CrF_2 , va boshqalardan) foydalaniladi. Galogenidlar bilan to'yintiriladigan metall va qotishmalar yuzasini o'zaro ta'sirlashuvda temir galogenidini hosil qiladi, bunda erkin qolgan xrom atomi galogenid hosil qilgan temir o'rniga metallni sirtqi yuzasida qoladi. Erkin xrom xloridni vodorod bilan o'zaro ta'sirlashishida ham hosil bo'ladi.

Po'latni xromlashda uchinchi komponentni paydo bo'lishi diffuziyali to'yinish xarakteri va qatlam strukturasi o'zgartiradi. Sirtqi qatlam xromning murakkab karbidlari asosidagi bir qancha fazalardan tashkil topgan. Namunani yuzasida Cr_{23}C_6 murakkab xrom karbidi hosil bo'ladi. Yuzadagi mayin qatlamda xrom miqdorining yuqoriligi (90 %) e'tiborga oladigan bo'lsak, u holda yuzadagi qatlam ko'p miqdorda xromga ega bo'lgan karbid yoki toza xromga ega bo'ladi. Keyin kam miqdorda xromga ega bo'lgan qatlam bo'ladi; bu qatlam yuqori uglerod miqdoriga ega bo'lgan austenit (1 % dan ko'p) va 10-12 % Cr dan tashkil topadi. Sovutilganda bu austenit parchalanishi bilan evtektoidli qorishmani hosil qiladi. Bu qorishma ferrit va Cr_{23}C_6 tipidagi karbidan tashkil topgan bo'ladi.

Diffuziyali xromlash po'lat va qotishmalardan tayyorlangan buyumlarga yuqori ekspluatatsion tavsifnomalar beradi. Uglerodsiz temir qotishmalarga xromni

to'yintirishda 25 % xromga ega bo'lgan qatlam hosil bo'ladi. Bu holatdagi xromlash buyumlarni gaz va atmosferadagi korroziyaga qarshiligini oshishiga olib kelishini ta'minlaydi. **Po'lat yuzasini** xrom bilan to'yintirishda qatlamdagi xrom miqdori 80 %dan ko'p bo'ladi. Bunda hosil bo'ladigan karbid qatlami yuqori qattiqligi bilan ajralib turadi, bu esa o'z navbatida yeyilishga chidamlilikni oshiradi. Xromlangan qatlamning muhim texnologik o'ziga xosligi asosiy metall (qotishma) bilan mustahkam bog'liqligi va uning plastikligi hisoblanadi. Bu esa xromlangan buyumlarni shlifovka qilish, silliqlash, payvandlash va boshqa operatsiyalar bajarish imkonini beradi. Xromlangan buyumlarni strukturasi va xossasini butun xajm bo'yicha yaxshilash maqsadida termik ishlov qilinadi. Xromlangan diffuziyali qatlamning qalinligi unchali katta emas, u 0,01 mmdan 0,1 mmgacha o'zgaradi.

Legirlangan po'latlar, cho'yanlar, grafit hamda nikel, molibden, volfram, niobiy va kobalt qotishmalarini xromlashda foydali ekspluatatsion tavsifnomalarga ega bo'lgan buyumlar olish imkoni tug'iladi.

Silitsiyash. Po'latni sirtqi qatlamini kremniy bilan to'yintirish jarayoniga silitsirlash deyiladi. Silitsirlash po'latga dengiz suvida, azot, sulfat va tuzli kislotalarda yuqori korroziyaga bardoshlik, yeyilishga qarshi chidamlilikni bir qanchaga oshiradi.

Silitsirlangan qatlam asosan a temirdagi kremniyni qattiq eritmasidan iborat. Diffuziya qatlami ostidan ko'pincha, perlit qatlami kuzatiladi. Bu asosan diffuziya qatlamidan uglerodni kremniyli ferritda kam miqdordagi eruvchanligi hisobiga siqib chiqarilishi bilan tushuntiriladi.

Silitsirlangan qatlam yuqori g'ovakliklik bilan ajralib turadi va uning qalinligi 300-1000 mkmni tashkil etadi. Silitsirlangan qatlam kichik qattiqlikka - 200-300 HVga ega bo'lishiga qaramasdan, 170-200 °C haroratda moy bilan shimdirilgan holatda yuqori yeyilishga chidamlilikka ega bo'ladi. Kimyo, qog'oz va neft sanoatida ishlatiladigan detallar (masalan, nasos valiklari, truba yo'llari, armaturalar, gayka, boltlar va boshqalar) silitsirlashga tavsiya etiladi. Molibden qotishmalarini yuqori haroratlarda oksidlanishiga qarshiligini oshirish maqsadida keng ko'lamda silitsirlashdan foydalaniladi.

Po'latlardan tayyorlangan buyumlarni yuzasini bor nitridi, titan nitridi va boshqa usullar bilan to'yintirish jarayonlari va ularning ahamiyati. Mashina detal va asboblarni ishga layoqatligini oshirish maqsadida keng ko'lamda turli xil himoyalovchi qoplamalardan foydalaniladi. Bu qoplamalar qattiqlikni, yeyilishga chidamlilikni, kontaktli chidamlilik chegarasini, korroziyaga va eroziyaga

bardoshlikni va boshqa ishchi xossalarini oshirib, buyumlarni ishonchliligini va ishga layoqatligini ta'minlab beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- 1. S.D. Nurmurodov, A.X. Rasulov, A.A. Allanazarov. Mashinasozlik materiallari. - Toshkent.: 2020**
- 2. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Baxodirov Q.G‘. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi. Darslik. - Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015**
- 3. Nurmurodov S.D., Ziyamuxamedova U.A. Metallar texnologiyasi. Darslik-Toshkent, 2017**
- 4. Ziyamuxamedova U.A., Nurmurodov S.D., Rasulov A.X. Metallshunoslik. Darslik. - Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2018**
- 5. Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik. - Toshkent.: Fan va texnologiyalar. 2014**