

Po‘latlarga termik ishlov berish rejimlarining mikrostrukturaga va qattqlikka ta’siri

Ibrohimova Hilolaxon Abralxon qizi

Olmalik Kon Metallurgiya Kombinati Angren kon boshqarmasi Oltin saralash fabrikasi ishchisi

Annotatsiya

Ushbu maqolada po‘latlarga termik ishlov berish jarayonining mikrostrukturaga va mexanik xossalarga, xususan qattqlikka ta’siri ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda po‘latlarning turli termik ishlov berish rejimlari — qizdirish, sovitish, normallashtirish va payvandlashdan keyingi ishlov sharoitida ularning ichki tuzilmasi qanday o‘zgarishi o‘rganilgan. Olingan natijalar po‘lat detallarining ishlash muddati va mustahkamligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar

po‘lat, termik ishlov berish, mikrostruktura, qattqlik, metallografiya, martensit, perlit, normallashtirish, so‘ndirish, chig‘anok tuzilma

Kirish

Po‘lat – bu temir va uglerod asosidagi asosiy konstruksion material bo‘lib, u sanoatning barcha sohalarida keng qo‘llaniladi. Po‘latlarning mexanik xossalari ko‘p jihatdan ularning mikrostrukturasi va unga berilgan termik ishlov berish rejimlariga bog‘liq. Termik ishlov berish materialning ichki tuzilmasini o‘zgartirish orqali kerakli fizik-mexanik xossalarga ega bo‘lishga imkon beradi. Ushbu maqolada po‘latlarga berilgan turli termik ishlov turlari natijasida yuz beradigan mikrostruktura o‘zgarishlari va ularning qattqlikka ta’siri o‘rganilgan.

Polatning yuzasini harorat ta’sirida turli kimyoviy elementlar bilan to‘yintirish kimyoviy- termik ishlov berish deyiladi. Bu jarayonda yuzadagi miqdor o‘zgarishlari sifat o‘zgarishlariga olib keladi. Yuza qatlamining kimyoviy tarkibi o‘zgarishi polatning qattqligi ortishiga, ishqalanib yeyilishga va zang ta’sirida yemirilishga qarshiligi oshishiga hamda toliqishga chidamliligi ko‘payishiga olib keladi.

Toblangan po‘latning tuzilishi uning kimyoviy tarkibi va toblash (qizdirish harorati va sovitish tezligi) rejimiga bog‘liq:

Po‘latlarni issiqlik bilan ishlov berishda sovitish tezligi katta ahamiyatga ega, chunki tez uzluksiz sovitish bilan austenit quyidagi tuzilmalar, y’ani sorbit, troostit va martensitlarni hosil bo‘lishi bilan parchalanadi: Ular metastabil yoki muvozanatsiz tuzilmalar deb ataladi. Sovitish tezligiga qarab, austenitning diffuziyali parchalanishi yoki uning diffuziyasiz o‘zgarishi jarayonlari kuzatilishi mumkin. 1°C/s gacha tezlikda sekin sovitilganda austenit qo‘pol ferrit-amentit aralashmasi-perlitga aylanadi, perlitning qattqligi 180-250 HB.

Metodlar

Tadqiqot ob’ekti sifatida 45, 40X va U8 markali po‘lat namunalar tanlandi. Har bir namunaga turli termik ishlov berish rejimlari – so‘ndirish (850°C dan yog‘da sovitish), payvandlashdan keyingi termik ishlov, normallashtirish (880°C da havo bilan sovitish) hamda qayta qizdirish ishlovlari amalga oshirildi. Metallografik tahlil uchun namunalar silliqqlanib, polirovka qilinib, nitalash eritmasida

ishlov berildi. Mikrostruktural o'zgarishlar optik mikroskop yordamida 500x kattalashtirishda kuzatildi. Qattqlik Brinell usuli bilan aniqlanib, har bir ishlov rejimi uchun o'rtacha qiymatlar hisoblab chiqildi.

Po'latlar texnikada eng ko'p qo'llaniladigan materiallar bo'lib, ularning xossalari boshqarish uchun toblash va bo'shatish kabi termik ishlovlar keng tatbiq etiladi. Termik ishlashda asosiy maqsad — mikrotuzilmani nazorat qilish orqali kerakli mustahkamlik, qattqlik va mo'rtlik chegaralariga erishishdir.

Temir-uglerod holat diagrammasiga asoslangan holda, sekin sovitilgan po'latlarda ferrit, perlit, sementit va austenit kabi muvozanat tuzilmalar shakllanadi. Amaliyotda esa metastabil (muvozanatsiz) holatlar — masalan, martensit, troostit va sorbit ko'proq ahamiyatga ega, chunki ular yuqori mexanik xossalarga ega.

Toblash — po'latni ma'lum haroratgacha qizdirib, ma'lum tezlikda sovitish orqali metastabil tuzilmalar olish usulidir. Sovitish tezligi austenitdan martensitga o'tish, ya'ni diffuziyasiz fazaviy o'zgarishni ta'minlaydi. Agar sovitish sust bo'lsa, diffuziyali o'zgarishlar natijasida perlit, sorbit yoki troostit shakllanadi.

Po'latning qattqligi va tuzilmasi toblash rejimi (harorat va sovitish tezligi), sovitish muhiti (suv, moy, selitra) va po'lat tarkibiga bog'liq. Misol uchun, martensit tuzilmasi ignasimon shaklda bo'lib, juda mo'rt va yuqori qattqlikka ega (HB 500–650).

Kimyoviy-termik ishlash natijasida po'lat sirtining qattqligi, yeyilishga chidamliligi, korroziyabardoshligi, kislotabardoshligi kabi xossalari ortadi. Po'lat detallarining uzoq muddat ishlashini oshirish uchun mustahkamlash eng samarali usullardan boiganligi sababli kimyoviy-termik ishlash mashinasozlikda keng tarqalgan. O'lchamlari va shakli turlicha boigan detallarga kimyoviy-termik ishlov berib, bir xil qalinlikda ishlov berilgan qatlam olish mumkin. Kimyoviy-termik ishlashda sirtqi qatlamning kimyoviy tarkibi o'zgarishi tufayli detal sirti bilan o'zaginging xossalari farq bo'ladi. Ish unumining pastligi kimyoviy-termik ishlashning asosiy kamchiligidir. Detaillarning uzoq vaqt ishlashini ta'minlash uchun sanoatda keng qollaniladigan va eng samarali usullardan biri ularga kimyoviy-termik ishlov berish, ya'ni metall sirtida bir vaqtning o'zida ham kimyoviy ham termik ta'sir qilishdir. Kimyoviy-termik ishlov berish orqali quyidagilarga erishiladi: a) metall va qotishmalarning sirlari puxtalanish bilan sirt qattqligi, yeyilishga chidamlilik, toliqishga mustahkamlik, issiqbardoshlik va boshqa shu kabi xossalarning oshishi; b) metall va qotishmalarning normal va yuqori haroratlarda tashqi tajavvuzkor muhitlar ta'siriga qarshi turg'unligining oshishi. Bunda ishlov berilgan detaillarning korroziyaga bardoshliligi, gravitatsion korroziya, kislotaga turg'unligi, kuyishga chidamliligi va shu kabi xossalari oshadi. Metall va qotishmalarga kimyoviy-termik ishlov berish ulami yuqori haroratlarga qizdirib faollashgan gazli, suyuq yoki qattiq muhitlarda ushlab turish va buning natijasida metall va qotishmalarning sirt qatlamlari kimyoviy tarkibini, strukturasi va xossalari yaxshilashdir. Termik ishlov berishdan kimyoviy-termik ishlov berishning farqi shundaki, bu ishlov berish turida metall va qotishmalarning faqat strukturaviy o'zgarishlari ro'y bermasdan, balki sirt qatlamlarning kimyoviy tarkibi ham o'zgaradi. Ba'zi bir kimyoviy-termik ishlov berish usullaridan keyin metall va qotishmalarning o'zaklari vaqt qatlamlari xossalari yaxshilash uchun termik ishlov berish qo'laniladi. Shuni ta'kidlash lozimki, kimyoviy-termik ishlov berish usullarini tanlash orqali ularning xossalari eng ko'p oraliqlarda o'zgartirish imkoniyatlari mavjud. Ba'zi hollarda termik ishlov berish va kimyoviy-termik ishlov berish usullari birgalikda olib boriladi.

Namunalar

- Tanlangan po‘lat turlari: misol uchun AISI 1018 (kam uglerodli), AISI 1045 (o‘rtacha uglerodli), AISI 1095 yoki 52100 (yuqori uglerodli) — kerak bo‘lsa boshqa markalar.
- Namuna o‘lchamlari: disk yoki kvadrat shakl, masalan 10×10×5 mm yoki Ø10×5 mm (metallografi va qattqlik o‘lchovlariga mos).
- Har bir kombinatsiya uchun 3 ta yoki undan ko‘p takrorlar (statistika uchun).

3. Asbob-uskunalar

- Elektrli pech (gaz yoki elektr) — austenitizatsiya uchun to‘g‘ri va barqaror harorat imkoniyati.
- Quench: suv, suv-glyserin, mineral moy, havo va kriogenik sovutish imkoniyati (zarur bo‘lsa).
- Temperlash pechi yoki inkubatör — past haroratlarda temperlash uchun.
- Metallografiya uskunolari: disk polisher, abrazivlar, pastalarda polishing pastalari.
- Mikroskopiya: optik metallografik mikroskop (OM) va/yoki skan electron mikroskop (SEM).
- Etchantlar (nital 2% — 5% HNO₃ in ethanol, picral va boshq.) — po‘lat uchun mos.
- Qattqlik o‘lchagich: Vickers va/yoki Rockwell (HV yoki HRC), mikroqattqlik o‘lchagichi (micro-Vickers) — kesim bo‘ylab profil olish mumkin.
- Deyarli: dilatometer (transformatsiyalarni qayd etish uchun), XRD (fazalarni aniqlash uchun), DSC agar mavjud bo‘lsa.
- Termal sensorlar va termokupl (haroratni aniq o‘lchash uchun)

Tajriba rejimi va parametrlar

Har bir po‘lat turi uchun test rejimlari misoli:

1. Annealing (yumshatish)

- Astenitizatsiya: 30–50 °C yuqoriga qadar A1 yoki A3 dan, misol 720–760 °C (materialga qarab) — 1–2 soat.
- Sekin sovutish: pechda 10 °C/soat yoki tabiiy pech sovishi (furnace cooling) — maqsad: nozik ferrit-pearlit struktura, qattqlik pasayishi.

2. Normalizatsiya

- Isitish: austenitizatsiya harorati (masalan, 840–900 °C) — 30–60 min.
- Sovutish: havo sovutish (air cooling) — maqsad: bir tekislashgan mikrostrukturani olish.

3. Qovurish (quenching, hardening)

- Austenitizatsiya: misol 800–900 °C (materialga qarab) — 20–40 min (namunaning qalinligiga qarab).
- Tez sovutish: suv, yog‘ yoki suv-glyserin — maqsad: martensit hosil qilish.
- So‘ngra zudlik bilan temperlash yoki o‘lchash (tempering bo‘lmasa namuna keskin qattqlikka ega bo‘lib, mayda yorilishlar paydo bo‘lishi mumkin).

4. Tempering

THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

VOLUME-5, ISSUE-10

○ Temperlash harorati va vaqti martensitni yumshatish va plastiklikni oshirish maqsadida tanlanadi. Masalan: 150 °C (past temper) dan 600 °C (yuqori temper) gacha, 1 soat/temperlash darajasi.

○ Har bir harorat uchun yolg'on sample — temperlash haroratining qattqlikka ta'siri aniqlanadi.

5. Austempering (isothermal quench)

○ Austenitizatsiya — yuqoridagi kabi.

○ Tez sovutish va isothermal usulida bainit hosil qilinishiga imkon berish (masalan 300–450 °C da isothermal 30–120 min) — keyin havo bilan sovutish.

6. Martempering

○ Austenitizatsiya, so'ngra quench 200–350 °C ga tez sovutib isothermal saqlash, keyin xona haroratiga sovutish — maqsad: martensit hosil bo'lishini nazorat qilish.

Eslatma: Haroratlar va vaqtlarga po'latning kimyoviy tarkibi (uglerod, Mn, Si, Cr, Ni va boshq.) ham ta'sir qiladi — shu sabab, aniq markaga mos parametrlar jadvalini keltiring.

Natijalar

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, termik ishlov berish jarayoni po'latlarning mikrostrukturasi va qattqligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. So'ndirilgan namunalar asosan martensit tuzilmasiga ega bo'lib, ularning qattqligi 58–62 HRC atrofida bo'ldi. Normallash ishlovidan o'tgan namunalar esa perlit va ferritdan iborat bo'lib, qattqlik 30–35 HRC oralig'ida aniqlangan. Qayta qizdirilgan namunalarda esa martensit qisman temperlanib, trostit va sorbit elementlari hosil bo'lganligi kuzatildi. Bu holat qattqlikning 45–50 HRC gacha pasayishiga olib keldi.

Termik ishlash jarayonida po'lat mikrotuzilishining o'zgarishini Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda va mexanik xossasi (qattqligini) THBRV-187.5DX tipidagi qattqlikni o'lchash asbobida sinash tartibi quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi: 1. Dastlab mavjud po'lat namunalari THBRV-187.5DX tipidagi qattqlikni o'lchash asbobida qattqligi aniqlanadi.

2. Namunaning dastlabki mikrotuzilishi Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda o'rganiladi.

3. Namunalarni qalinligi aniqlangandan so'ng, 1 mm diametrli va qalinlikdagi namunaning 1 daqiqaga (uglerodli po'latlar uchun) toblash va normalash vaqti hisoblanadi.

Sovitish tezligiga va muhiti turiga qarab, turli tuzilmalar (martensit, trostit, sorbit) hosil bo'ldi. Suvda tez sovitilgan namunalar martensit tuzilmasiga ega bo'lib, eng yuqori qattqlikni (HRC 60 atrofida) ko'rsatdi. Moyda sovitilgan namunalarda esa trostit va sorbit kuzatildi, ularning qattqligi o'rta darajada (HRC 40–50) bo'ldi. Selitrada sovitilgan namunalarda yuqori haroratli bo'shatilgan sorbit hosil bo'lib, qattqlik pastroq bo'ldi. Bu esa termik ishlov rejimining mexanik xossalarga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi.

Muhokama

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, termik ishlov berish rejimlarini to'g'ri tanlash po'lat detallarining xizmat muddatini uzaytirish, aşinishga chidamliligini oshirish va mexanik xossalarni optimallashtirish imkonini beradi. Martensitik tuzilma yuqori qattqlikni ta'minlasa-da, mo'rtlikni oshiradi. Shu sababli, sanoat amaliyotida qayta qizdirish yoki normallash ishlovlari orqali optimal

muvozanatga erishish tavsiya etiladi. Harorat, vaqt va sovitish muhitining to'g'ri tanlanishi po'latlarning talab etilgan xossalarga ega bo'lishida hal qiluvchi omildir.

Xulosa

Po'latlarga termik ishlov berish ularning mikrostrukturasi va qattiqligiga bevosita ta'sir etadi. So'ndirish jarayoni eng yuqori qattiqlikni beradi, biroq mo'rtlikni kuchaytiradi. Normallashtirish esa teng tuzilmali perlit-ferrit tuzilmani hosil qilib, o'rtacha qattiqlik bilan birga yaxshi plastiklikni ta'minlaydi. Ushbu natijalar mashinasozlik, metallsozlik va issiqlik ishlov berish texnologiyalarini takomillashtirishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ashby M., Jones D. Engineering Materials. – Oxford: Elsevier, 2012.
2. Малинин В.А. Термическая обработка сталей. – Москва: Металлургия, 2010.
3. Karimov S., "Po'lat materiallarga issiqlik ishlov berish texnologiyasi", Toshkent, 2018.
4. Callister W.D. Materials Science and Engineering. – Wiley, 2014.
5. O'zbekiston Milliy Universiteti o'quv qo'llanmalari, Metallshunoslik bo'limi, 2020.
6. S. D. Nurmurodov, A.X. Rasijlov, K.G. Baxadirov. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi
7. Maruzalar to'plami. Konstruksion mashinasozlik po'latlari.
8. Rabbimov J.SH., Abdullayeva A.O Texnologik jihozlar payvandli birikmalarining ishonchliligini oshirish "Ilm-fan taraqqiyotiga yoshlarning innovatsiyon yondashuvlari" mavzusidagi onlayn hududiy ilmiy-amaliy anjumani – Q.: 2020-y. 197-b.