TERMIK ISHLASHNI PO‘LAT TUZILISHIGA VA MEXANIK XOSSALARIGA TA’SIRINI TADQIQ ETISH.

Arabbayeva Firyuza Uchkunovna

Andijon davlat texnika instituti, katta o‘qituvchi.

Aannotatsiya: Ushbu ilmiy ishda po‘latlarga issiqlik bilan ishlov berishning mikrotuzilmasi va mexanik xossalariga ta’siri o‘rganildi. Ish davomida po‘lat namunalariga toblash va bo‘shatish jarayonlari qo‘llanildi. Toblashdan oldin va keyin mikrotuzilma Oxion Inversio OX.2653 PLMi metallografik mikroskop yordamida tahlil qilindi. Namunalarning qattiqlik ko‘rsatkichlari THBRV-187.5DX tipidagi qattiqlikni o‘lchash asbobida o‘rganildi. Po‘latlarni sovitish tezligi, qizdirish harorati va sovitish muhiti mikrostrukturaga bevosita ta’sir qilishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: Po‘lat, termik ishlov, toblash, bo‘shatish, mikrotuzilma, martensit, sorbit, troostit, austenit, qattiqlik, issiqlik ishlov berish, sovitish tezligi, metallografiya, mexanik xossalar, strukturaviy o‘zgarishlar

Аннотация: В данной научной работе исследовано влияние термической обработки на микроструктуру и механические свойства сталей. В процессе исследования были проведены операции закалки и отпуска стальных образцов. Анализ микроструктуры до и после закалки проводился с помощью металлографического микроскопа Oxion Inversio OX.2653 PLMi. Твердость образцов определялась с использованием прибора THBRV-187.5DX. Установлено, что скорость охлаждения, температура нагрева и среда охлаждения напрямую влияют на формирование структуры.

Ключевые слова: сталь, термическая обработка, закалка, отпуск, микроструктура, мартенсит, сорбит, троостит, аустенит, твердость, скорость охлаждения, металлография, механические свойства, структурные изменения, нагрев

Abstract: This study explores the effects of heat treatment on the microstructure and mechanical properties of steel. The research involved applying quenching and tempering processes to various steel samples. The microstructure before and after quenching was examined using the Oxion Inversio OX.2653 PLMi metallographic microscope. Hardness was measured using the THBRV-187.5DX testing device. The results show that cooling rate, heating temperature, and cooling media have a direct impact on the resulting structure. It was found that the formation of metastable structures such as martensite, sorbite, and troostite significantly improves the mechanical strength of steel

ISSN 3030-3907

Keywords: Steel, heat treatment, quenching, tempering, microstructure, martensite, sorbite, troostite, austenite, hardness, cooling rate, metallography, mechanical properties, structural transformation, thermal process

Kirish

Metallarga termik ishlov berish jarayonlari ularning fazaviy holatini va natijaviy mexanik xossalarini tubdan o‘zgartiradi. Po‘latlar texnikada eng ko‘p qo‘llaniladigan materiallar bo‘lib, ularning xossalarini boshqarish uchun toblash va bo‘shatish kabi termik ishlovlar keng tatbiq etiladi. Termik ishlashda asosiy maqsad — mikrotuzilmani nazorat qilish orqali kerakli mustahkamlik, qattiqlik 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 qattiqligi 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 qattiqlikka ega (HB 500–650).

Bo‘shatish esa toblangan po‘latni yumshatish va ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun qo‘llaniladi. U uch turga bo‘linadi: past (150–300°C), o‘rta (300–500°C) va yuqori (500–700°C). Haroratga qarab mikrotuzilma bo‘shatilgan martensit, troostit yoki sorbitga aylanadi.

Ushbu ishda aynan po‘latlarni yuqori haroratda qizdirib, har xil sovitish muhitlarida sovitish orqali o‘zgarayotgan mikrotuzilmalari va qattiqlik darajasi tadqiq etildi. Bu jarayonlar mashinasozlikda keng foydalaniladigan materiallarni mexanik mustahkamlash uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Temir-uglerod holat diagrammasi bo‘yicha yuzaga keladigan qotishmalardagi barcha o‘zgarishlar sekin sovitish bilan sodir bo‘ladi va ular diagrammada ko‘rsatilgan haroratlarda to‘liq amalga oshiriladi hamda buning natijasida muvozanat tuzilmalari (ferrit, austenit, perlit, sementit) olinadi:

Amalda ko‘proq yuqori mustahkamlik va qattiqlikka ega, ammo egiluvchanligi pasaygan metastabil beqaror po‘lat tuzilishlarini olish katta ahamiyatga ega. Mashinasozlik va temir yo‘l transporti korxonalarida bu

ISSN 3030-3907

maqsadda ko‘pincha toblash qo‘llaniladi va xossalarni tartibga solish uchun bo‘shatish qo‘llaniladi.

Po‘latni qizdirish va sovitish rejimlarini o‘zgartirib, kimyoviy tarkibini o‘zgartirmasdan uning fazaviy tuzilishini keng miqyosda o‘zgartirish mumkin.

Toblash - bu issiqlik bilan ishlov berishning bir turi bo‘lib, po‘latni optimal haroratgacha qizdirish, uni ushlab turish va muvozanatsiz metastabil strukturani olish uchun uni ma’lum tezlikda sovitishni o‘z ichiga oladi.

Toblashda austenit martensitga o‘zgarishi haroratiga qadar sovitish uchun tez sovitish kerak, sovitilish butun harorat oralig‘ida emas, balki faqat 650-400^{0}C ichida, ya’ni austenit eng kam barqaror va tez bo‘lgan harorat oralig‘ida ferrit - sementit aralashmasiga aylanadi. 650^{0}C dan yuqorida austenitning aylanish tezligi past va shuning uchun toblash paytida aralashmani bu harorat oralig‘ida sekin sovitish mumkin, chunki ferrit ajralishi yoki austenitning perlitga aylanishi boshlanadi.

Toblash muhitining ta’sir qilish mexanizmi (suv, moy, suv-polimerli toblash muhiti, shuningdek tuz eritmalarida detallarni sovitish) quyidagicha.

Mahsulotni toblash muhitiga botiriladi, uning atrofida o‘ta qizib ketgan bug‘ qatlam hosil bo‘ladi, sovitish bu bug‘ qatlami orqali, ya’ni nisbatan sekin sodir bo‘ladi. Sirt harorati ma’lum bir qiymatga yetganda (toblash suyuqligining tarkibi bilan belgilanadi), bug‘ qatlami yorilib ketganda, suyuqlik detal yuzasida qaynay boshlaydi va sovitilish tez sodir bo‘ladi.

Nisbatan sekin qaynashning birinchi bosqichi plyonkali qaynash bosqichi, tez sovitishning ikkinchi bosqichi qabariq qaynash bosqichi deb ataladi. Metallning sirt harorati suyuqlikning qaynash nuqtasidan past bo‘lsa, suyuqlik endi qaynay olmaydi va sovitish sekinlashadi. Bu bosqich konvektiv issiqlik almashinuv deb ataladi.

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, austenining diffuziyali parchalanishi yoki uning diffuziyasiz o‘zgarishi jarayonlari kuzatilishi mumkin. 1^{0}C/s gacha tezlikda sekin sovitilganda austenit qo‘pol ferrit-sementit aralashmasi-perlitga aylanadi, perlitning qattiqligi 180-250 HB.

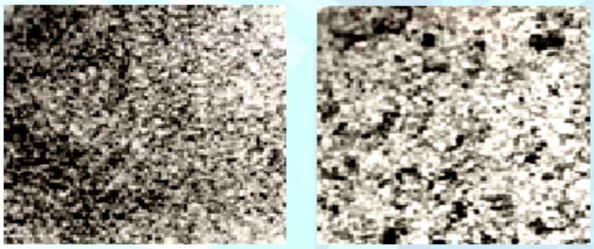
Austenitning parchalanishining diffuziyali xususiyati.

ISSN 3030-3907

Austenit tez uzluksiz sovitish jarayonida parchalanib, quyidagi tuzilmalarni hosil qiladi: sorbit, troostit va martensit.

Sorbit austenitning 1 sekundiga 50^0C gacha sovutish tezligida parchalanishi paytida hosil bo‘ladi. Sorbitning qattiqligi HB 250-300 ni tashkil qiladi. Sorbit strukturasi (1a-rasm) konstruksion po‘latlarda toblashdan so‘ng moyda sovitish bilan va toblangan po‘latlarni yuqori, ya’ni 500-680^0C boshatilishida kuzatiladi.

Troostit - 1 soniyada 80-100^0Cgacha sovutish tezligida austenitning parchalanishi paytida hosil bo‘ladigan struktura. Troostitning HB qattiqligi 350-450ni tashkil qiladi. Troostit tuzilishga (1b-rasm) konstruksion po‘latlar toblangandan so‘ng va moyda sovitilganda yoki toblab 350-450^0 C haroratda o‘rta bo‘shatishda ega bo‘ladi.



a ***b***

1- rasm. Toblangan konstruksion po‘latlarni sorbitli va troostitli mikrotuzilishi.

Austenitning diffuziyasiz parchalanishi.

Sovitish tezligi bir soniyada 150-180^0C amalga oshirilganda austenitning diffuziyali parchalanishi imkonsiz bo‘ladi, bunda austenit diffuziyasiz parchalanishi hisobiga martensitga aylanadi, ya’ni juda tez sovitish tezligi bilan parchalanishi sodir etiladi. Martensit (2-rasm) uglerodning a-temirdagi o‘ta to‘yingan qattiq eritmasi bo‘lib, ignasimon tuzilish, katta mo‘rtlik va HB 500-650 yuqori qattiqligi bilan ajralib turadi.



2-rasm. Sovitish tezligi 150 – 180^0C/s dagi martensit mikrotuzilishi.

Toblashdan keyin olingan po‘latning tuzilishi sovitish tezligi va qizdirish haroratiga bog’liq. To‘liq toblangan evtektoidgacha bo‘lgan po‘latda martensit hosil bo‘ladi, u mikroskop ostida tekshirilganda kichik o‘lchamli ignasimon tuzilishga ega. Evtektoiddan keyingi toblangan po‘latning martensit tuzilishi kichik o‘lchamli ignalarga ega bo‘lib, ular past va o‘rta kattalashtiriladigan mikroskop ostida ajratilishi qiyin. O‘ta sovitilgan austenitning diffuziyali

ISSN 3030-3907

parchalanishi paytida hosil bo‘lgan perlit, sorbit va troostit ferrit-sementit tuzilmalari bo‘lib, plastinkasimon tuzilishga ega va faqat mayda tuzilishi darajasi bilan farqlanadi. Sorbit va troostit, perlitdan farqli o‘laroq, muvozanat tuzilmalarga ega emas.

Bo‘shatish - bu issiqlik bilan ishlov berish jarayoni bo‘lib, unda toblangan po‘lat Ac_1 kritik nuqtadan pastga qizdiriladi, bu haroratda ushlab turiladi va keyin sovitiladi. Ro‘y beradigan tuzilishdagi o‘zgarishlar bo‘shatish olish rejimiga bog‘liq.

Bo‘shatishning uch turi mavjud: past, o‘rta va yuqori.

Past haroratli bo‘shatish- toblangan po‘latni qizdirish 150-300^{0}C haroratgacha amalga oshiriladi. Bunday haroratlarda po‘lat tuzilishida o‘zgargan panjarali - bo‘shatilgan martensit qoladi.

O‘rta haroratli bo‘shatish - toblangan po‘latni qizdirish 300-500^{0}C oralig’ida amalga oshiriladi. Ushbu haroratlarda po‘latning tuzilishi asosan bo‘shatilgan troostitdan iborat.

Yuqori haroratli bo‘shatish - toblangan po‘latni qizdirish 500-700^{0}C harorat oralig‘ida amalga oshiriladi. Ushbu haroratlarda po‘latning tuzilishi asosan bo‘shatilgan sorbitdan iborat.

Metodlar (Methods):

-**Materiallar**: Turli xil po‘lat namunalar;

-jihozlar: STA 1700 markali yuqori haroratli pech, THBRV-187.5DX tipidagi qattiqlik o‘lchash asbobi, Oxion Inversio OX.2653 PLMi metallografik mikroskop;

Amalga oshirilgan bosqichlar:

1. Dastlabki mikrotuzilma va qattiqlik o‘lchandi.
2. Po‘latlar toblash uchun kerakli haroratgacha qizdirildi.
3. Sovitish muhitlari (suv, moy, selitra)da sovitildi.
4. Termik ishlovdan so‘ng mikrotuzilma va qattiqlik yana o‘lchandi.

Termik ishlash jarayonida po‘lat mikrotuzilishining o‘zgarishini Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda va mexanik xossasi (qattiqligini) THBRV-187.5DX tipidagi qattiqlikni o‘lchash asbobida sinash tartibi quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Dastlab mavjud po‘lat namunalari THBRV-187.5DX tipidagi qattiqlikni o‘lchash asbobida qattiqligi 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.

ISSN 3030-3907

4. Po‘lat namunasi normalashtiriladi va to‘la toblanadi (8.1-jadval). Namunalar talab etilgan haroratgacha yuqori haroratli STA 1700 markali pechda qizdirilib, qizigan xolda ushlab turilib, so‘ng havoda yoki suvda sovitiladi.

Natijalar va muhokama (Results and Discussion): Tajriba natijalariga ko‘ra, termik ishlov berilgan po‘lat namunalarining mikrotuzilmasida sezilarli o‘zgarishlar kuzatildi. Sovitish tezligiga va muhiti turiga qarab, turli tuzilmalar (martensit, troostit, sorbit) hosil bo‘ldi. Suvda tez sovitilgan namunalar martensit tuzilmasiga ega bo‘lib, eng yuqori qattiqlikni (HRC 60 atrofida) ko‘rsatdi. Moyda sovitilgan namunalarda esa troostit va sorbit kuzatildi, ularning qattiqligi o‘rta darajada (HRC 40–50) bo‘ldi. Selitrada sovitilgan namunalarda yuqori haroratli bo‘shatilgan sorbit hosil bo‘lib, qattiqlik pastroq bo‘ldi. Bu esa termik ishlov rejimining mexanik xossalarga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

16. F. U. Arabbayeva “Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari uchun o‘quv qo‘llanma. 2024 yil.
17. Donald R. Askeland Essentials of Materials Science and Engeneering USA.: 2017.
18. P.E. Philip A. Schweitzer Metallic Materials (Corrosion Teclmology) USA: 2020.
19. E. Umarov Materialshunoslik T.: “Cholpon”, 2014.
20. F. R. Norxadjayev Materialshunoslik T.: 2014.
21. R. X. Saydahmedov Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi T.: “Fan va texnologiya”, 2017.
22. В. Арзамасов Материаловедение. М.: “Экзамен”, 2009.
23. В. Власов Металловедение. М.: “Альфа-М”, 2010.
24. Фирюза Учкуновна Араббаева, Мавжуда Умарова, Умида Учкуновна Зайнабитдинова ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЗАНЯТИЯХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН AndMI Xalqaro ilmiy-amaliy, 2024
25. DUNYONING ENG MASHHUR KASHFIYOTLARI. K Muyassar, AF Uchqunovna, TM Muxitdin o'g'li - BARQARORLIK VA YETAKCHI …, 2022

ISSN 3030-3907