UDK *620.178.151.6.*

YUMSHATILGAN PO‘LATLARNING UGLEROD MIQDORI O‘ZGARISHI BO‘YICHA THBRV-187.5DX MARKALI QATTIQLIKNI O‘LCHASH ASBOBIDA QATTIQLIGINI ANIQLASHNI ZAMONAVIY USULLARI

Arabbayeva Firyuza Uchqunovna

Andijon davlat texnika instituti “Materialshunoslik” kafedrasi katta o‘qituvchisi.

Tel. (+99891) 482-23-40

Annotatsiya. Ushbu maqolada yumshatilgan po‘latlarning uglerod miqdori o‘zgarishi bo‘yicha THBRV-187.5DX markali universal qattiqlikni o‘lchash asbobida ularning qattiqligini aniqlashning zamonaviy yondashuvlari yoritiladi. Tadqiqot jarayonida po‘latlarning mikrostrukturasiga uglerod miqdorining ta’siri, ularning ferrit-perlit nisbatidagi o‘zgarishlar, sementit fraksiyasi, hamda issiqlik bilan ishlov berish natijasida shakllanadigan tuzilma evolyutsiyasi tahlil qilindi. STA 1700 yuqori haroratli pechida yumshatish jarayoni orqali perlitning qayta kristallanishi, sementit zarrachalarining morfologiyasi va ferrit donalari yiriklashishining qattiqlikka ta’siri o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: Uglerodli po‘lat, qattiqlik, Brinell usuli, THBRV-187.5DX, yumshatish, mikrostruktura, ferrit, perlit, sementit, rekristallanish, issiqlik bilan ishlov, simulyatsiya, uglerod miqdori, mexanik xossa, laboratoriya, metallshunoslik, qizdirish, pech, STA 1700, don tuzilishi, plastiklik, mustahkamlik.

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы определения твёрдости отожжённых сталей в зависимости от изменения содержания углерода с использованием универсального прибора THBRV-187.5DX. В рамках исследования проанализировано влияние углерода на микроструктуру сталей, включая изменение соотношения феррита и перлита, распределение цементита, а также структурные превращения, происходящие после отжига в высокотемпературной печи STA 1700. Рассмотрены особенности рекристаллизации перлита, изменение формы и размера цементитных частиц и их связь с показателями твёрдости.

Ключевые слова углеродистая сталь, твёрдость, метод Бринелля, THBRV-187.5DX, отжиг, микроструктура, феррит, перлит, цементит, рекристаллизация, термообработка, структура, содержание углерода, механические свойства, лабораторные испытания, металлография, печь, STA 1700, зерно, пластичность, прочность.

Annotation. This article examines modern methods for determining the hardness of annealed carbon steels with varying carbon content using the universal hardness

ISSN 3030-3907

testing machine THBRV-187.5DX. The study focuses on the influence of carbon on the microstructure of steels, including variations in the ferrite–pearlite ratio, the distribution of cementite phases, and structural transformations occurring during annealing in the high-temperature furnace STA 1700. The investigation analyzes the recrystallization behavior of pearlite, changes in cementite particle morphology, and ferrite grain growth, as well as their combined effect on hardness.
Keywords: carbon steel, hardness, Brinell method, THBRV-187.5DX, annealing, microstructure, ferrite, pearlite, cementite, recrystallization, heat treatment, STA 1700, grain structure, carbon content, mechanical properties, testing, laboratory analysis, strength, plasticity, furnace, indentation.

Kirish

Po‘latlarning mexanik xossalarini chuqur o‘rganish, ayniqsa ularning qattiqligini aniqlash metallshunoslik fanining eng muhim yo‘nalishlaridan biridir. Chunki po‘latning qattiqligi nafaqat uning mustahkamlik darajasini, balki ekspluatatsiya davomida yuklamalarga bardoshlilik, yeyilishga chidamlilik, deformatsiyaga qarshilik kabi asosiy ko‘rsatkichlarni belgilab beradi. Uglerodli po‘latlar sanoat ishlab chiqarishida eng keng qo‘llaniladigan konstruksion materiallardan biri bo‘lib, ularning xossalari tarkibidagi uglerod miqdoriga bevosita bog‘liq. Uglerod miqdori ortishi bilan po‘latning mustahkamligi oshadi, biroq plastikligi kamayadi; bu esa uning ishlatilish sohalarini aniqlaydi. Shuning uchun uglerod miqdorining qattiqlikka ta’sirini aniqlash amaliy va ilmiy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Ma’lumki tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab po‘latlar evtektoidgacha, evtektoid va evtektoiddan keyingilarga bo‘linadi.

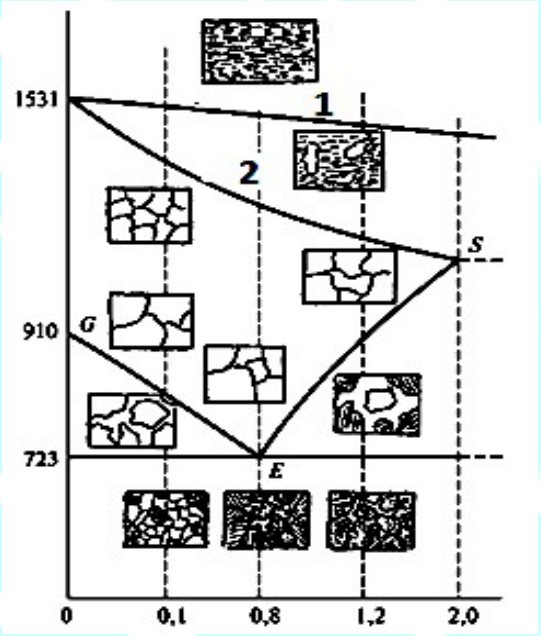
Evtektoidgacha po‘latlar tarkibida 0,02 dan ortiq, lekin 0,8% dan kam uglerod mavjud. Evtektoidgacha po‘latlarning tuzilishi ferrit va perlitdan iborat. Uglerod miqdori ortishi bilan evtektoidgacha po‘latlardagi ferrit miqdori kamayadi, perlit esa ortadi (1-rasm). Po‘lat tarkibida 0,8% uglerod bo‘lsa, perlit miqdori 100% ni tashkil qiladi. Evtektoid po‘latning tuzilishi (tarkibida 0,8% uglerod bo‘lgan) bitta perlitdan iborat (1-rasm), butun maydon perlit bilan to‘ldirilgan. Xona haroratida evtektoiddan keyingi po‘latlarning tuzilishi perlit va ikkilamchi sementitdan iborat bo‘lib, sementit to‘r, don yoki igna shaklida joylashishi mumkin.

Evtektoiddan keyingi po‘latlarning tuzilishida oddiy perlit o‘rniga maxsus issiqlik bilan ishlov berishdan so‘ng olinadigan donali perlit bo‘lishi mumkin.

Po‘latlarning mexanik xossalari, jumladan, qattiqligi ularning ichki tuzilishiga bog‘liq. Uglerodli po‘latning tuzilishi birinchi navbatda uning kimyoviy tarkibiga bog‘liq bo‘lib, u asosan uglerod tarkibi bilan tavsiflanadi, ular haqidagi

ISSN 3030-3907

ma’lumotlar 1-jadvalda keltirilgan. Doimiy po‘lat tarkibi bilan uning strukturaviy holatini issiqlik bilan ishlov berish orqali o‘zgartirish mumkin.



Uglerod miqdori, %

1-rasm. Muvozanat diagrammasi. 1-likvidus chizig‘i, 2-solidus chizig‘i

1-ladval

Ayrim po‘latlarning tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab mexanik xossalarini ko‘rsatkichlari

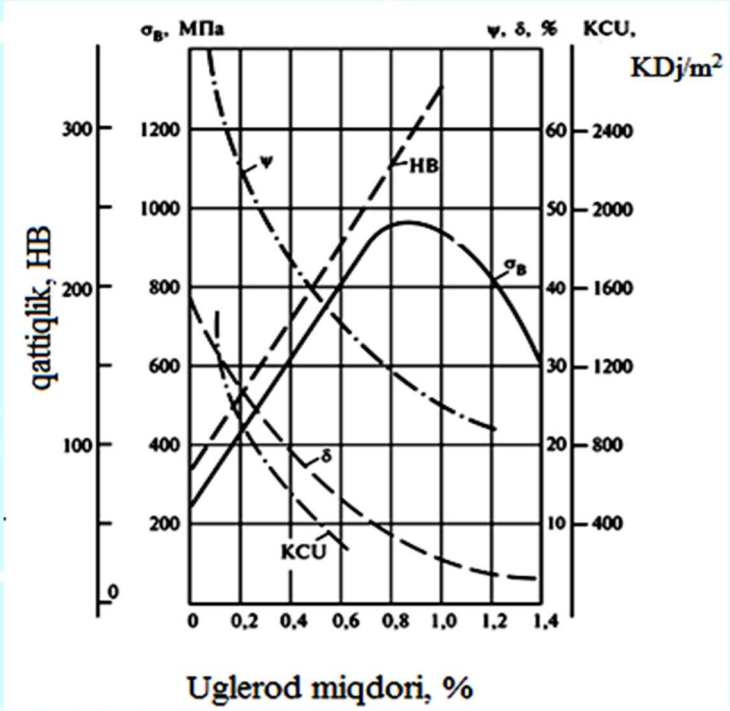
Po‘lat mar-kasi	Tarkibida-gi uglerodni ulushi, C %	Mexanik xossalari					
		Oquvchanlik chegarasi, $\sigma_{0,2}$ MPa	Vaqtinchalik qarshilik σ_0 MPa	Nisbiy uzayishi δ MPa	Nisbiy torayishi ψ, %	Zarbiy qovushqoqlik KSU, Dj/sm^2	Qattiqlik, HB, MPa (kgk/mm$^{2)}$
		Kam emas					Ko‘p emas
08	0,05-0,12	196	320	33	60	-	1284 (131)
10	0,07-0,14	206	330	31	55	-	1401(143)
15	0,12-0,19	225	370	27	55	-	1460 (149)
20	0,17-0,24	245	410	25	55	-	1597 (163)

ISSN 3030-3907

25	0,22-0,30	274	450	23	50	88	1666 (170)
30	0,27-0,35	294	490	21	50	70	1754 (179)
35	0,32-0,40	314	530	20	45	69	2029 (207)
40	0,37-0,45	333	570	19	45	59	2127 (217)
45	0,42-0,50	353	600	16	40	49	2244 (229)
50	0,47-0,55	373	630	14	40	-	2362 (241)
55	0,52-0,60	382	650	13	35	-	2499 (255)
60	0,57-0,65	402	680	12	35	-	2499 (255)

Uglerodning muvozanat holatidagi uglerodli po‘latlarning mexanik xossalariga ta’siri

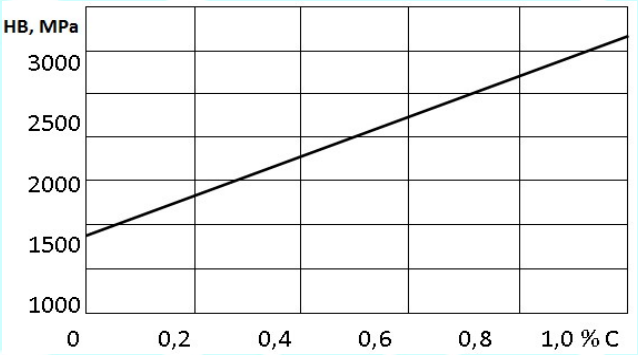
“Uglerod” po‘latda odatda sementit deb ataladigan Fe_3C kimyoviy birikmasi shaklida mavjud. Uglerod miqdori 1,2% gacha oshishi bilan po‘latning qattiqligi, mustahkamlik chegarasi va elastikligi oshadi, nisbiy uzayishi, nisbiy torayishi va zarbiy qovushqoqligi pasayadi (2- rasm), unga ishlov berilishishi hamda payvandlanishi yomonlashadi.



2- rasm Po‘latlarning mexanik xossalariga uglerod moddasini ta’siri

ISSN 3030-3907

Uglerodli toblanmagan po‘latlarning qattiqligi ulardagi uglerod tarkibiga to‘g‘ri proportsionaldir. 3-rasmda toblangan holatda uglerodli po‘latning qattiqligining uglerod tarkibiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Ushbu grafikdan foydalanib, o‘lchangan qattiqlik raqamidan sinov po‘lat namunasidagi taxminiy uglerod miqdorini aniqlash mumkin.



3-rasm Toblangan uglerodli po‘latning qattiqligining tarkibidagi uglerodga bog‘liqligi grafigi.

0,02%dan ortiq **C** ni o‘z ichiga olgan temir-uglerod qotishmalari tarkibida ikki fazali strukturaviy komponent - perlit paydo bo‘ladi. Perlitning mexanik xossalari, xususan, qattiqligi, unda mavjud bo‘lgan ferrit (88%) va sementit (12%) miqdoriy nisbati, shuningdek, sementit zarrachalarining shakli va tarqalishi bilan belgilanadi. Shuning uchun, perlitning mustahkamligi yirik plastinkali uchun 550 MPa dan yupqa plastinka uchun 820 MPa gacha, qattiqligi HB = 160 birlikdan HB = 250 birlikgacha bo‘ladi.

Tuzilishida qatlamli perlitga qo‘shimcha ravishda ikkilamchi sementit bo‘lgan evtektoiddan keying po‘latlar (uglerod 0,8% dan ortiq) uchun qattiqlikning yana-da oshishi kuzatiladi.

Shu bilan birga, yana bir mustahkamlikni belgisi-y’ani mustahkamlik chegarasi 0,8 - 0,9%gacha bo‘lgan eng yuqori qiymatga yetib borganidan so‘ng, uglerod ortgan sari pasayib boradi.

Bu ko‘p miqdorda mo‘rt sementit fazasining mavjudligi, shuningdek, uning bir qismi (ikkilamchi sementit) don chegaralari bo‘ylab doimiy qobiq shaklida joylashganligi bilan bog‘liq. Po‘latlarning plastik xossalari (nisbiy cho‘zilish va nisbiy torayishi, zarbiy qovushqoqligi) po‘latdagi uglerod miqdori ortishi bilan doimiy ravishda kamayadi.

TADQIQOT USULLARI

Tarkibida uglerod miqdori turlicha bo‘lgan po‘lat namunalarning STA 1700 markali yuqori haroratli pechda yumshatish hamda ularni THBRV-187.5DX markali uskunada qattiqligini aniqlash.

1. Tarkibida uglerod miqdori turlicha bo‘lgan uglerodli po‘latlardan namunalar tanlanadi.
2. Namunalar STA 1700 markali yuqori haroratli pechda yumshatiladi.

ISSN 3030-3907

3. Yumshatilgan uglerodli po‘latlardan namunalarni qattiqligini THBRV-187.5DX markali uskunada B*rinnell usulida* aniqlash.

3.1 Kerakli diametrli sharcha bilan uchini o‘rnatish.

3.2 Sinov namunasini uskuna yuza sirtiga joylashtirish.

3.3 Yuza sirti taqalguncha maxovikni aylantirish.

3.4 Elektr dvigatelini yoqish uchun tugmani bosish.

3.5 Yukni olib tashlash va elektr motorini to‘xtatgandan yuza sirtni pastga tushirish va namunani olib qo‘yish.

3.6 Namuna qattiqligini sonini displeydan ko‘rib, natijalarni jadvalga yozish.

3.7 Sinovni kamida uch marta o‘tkazib o‘rtacha qiymatni aniqlash.

3.8 Sinovdan olingan po‘latlar qattiqligining natijalarini 2-jadvalda aks ettirish.

2-jadval

Aniqlangan qattiqlik natijalari

Material markasi	Sharcha diametri D, mm	Kuch F, N	Qattiqlik HB, MPa

NATIJALAR

1. Tadqiqot davomida o‘lchangan Brinell qattiqligi qiymatlari uglerod miqdori ortishi bilan muntazam ravishda oshib borishi aniqланди ва bu bog‘liqlik chiziqli xarakterга ega ekani tasdiқlandi.

2. STA 1700 yuqori haroratli pechда yumшatilgan namunaларда ferrit–perlit nisbatining qayta shakllanishi qattiqлик natijalariga sezilарли ta'sir ko‘rsatdi.

3. THBRV-187.5DX uskunasidan olingan uch martalik takrorий o‘lчовлар yuqори takrorlanувчанликка эга bo‘lib, o‘rtacha qiymatlar orasidagi farq 3% dan oshmadi.

4. Qattiqlik qiymatlari asosida po‘lat namunalaridagi taxminiy uglerod ulushini aniqlash imkoniyati tasдиқlandi ва grafikli tahlil orqali ushbu usulning amaliy samaradorligi ko‘rsatildi.

5. Olingan natijalar metallshunoslik laboratoriya amaliyotlari uchun metodik ahamiyatga эга bo‘lib, po‘latlarning kimyoviy tarkibini tezkor баholaш imkonини beradi.

3-jadval.

Uglerod miqdori bo‘yicha o‘lchangan qattiqlik natijalar.

Material markasi	Sharcha diametri D, mm	Kuch F, N	O‘rtacha qattiqlik HB, MPa	Uglerod miqdori, % (taxminiy)
10	10	3000	1401	0,10
23	10	3000	1597	0,20
30	10	3000	1754	0,30

ISSN 3030-3907

40	10	3000	2127	0,40
50	10	3000	2362	0,50
55	10	3000	2499	0,55

XULOSA

Ushbu tadqiqot yumshatilgan po‘latlarning uglerod miqdoriga bog‘liq holda qattiqligining o‘zgarish mexanizmlarini chuqur o‘rganishga imkon berdi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, uglerod miqdori ortishi perlit fraksiyasining ko‘payishiga, sementitning qatlamli yoki donasimon shaklda mustahkam fazani hosil qilishiga va natijada Brinell qattiqligining muntazam oshishiga olib keladi. STA 1700 yuqori haroratli pechda bajarilgan yumshatish jarayoni po‘latning mikrostrukturasi barqarorlashuvi orqali qattiqlik natijalarining to‘g‘ri baholanishiga yordam berdi. THBRV-187.5DX universal uskunasidan foydalanilgan o‘lchovlar yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlik ko‘rsatdi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, qattiqlik qiymatlari asosida po‘lat tarkibidagi uglerod ulushini taxminan aniqlash imkoniyati mavjud bo‘lib, bu metallshunoslik laboratoriyalarida, ishlab chiqarish korxonalarida va sifat nazorati bo‘limlarida samarali qo‘llanilishi mumkin. Mazkur metodika po‘latlarning strukturaviy holatini baholashda ishonchли yondashuv bo‘lib, kelajakda keng turdagi konstruksion materiallarni tadqiq etishda qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. “O‘zbekiston Respublikasi Oliy Ta’lim Tizimini 2030-yilgacha Rivojlantirish Konsepsiyasini Tasdiqlash Tto‘g‘risida” O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 08.10.2019 yildagi PF-5847-son Farmoni.
2. E. Umarov Materialshunoslik T.: “Cholpon”, 2014.
3. F. R. Norxadjayev Materialshunoslik T.: 2014.
4. R. X. Saydahmedov Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi T.: “Fan va texnologiya”, 2017.
5. В. Арзамасов Материаловедение. М.: “Экзамен”, 2009.
6. В. Власов Металловедение. М.: “Альфа-М”, 2010.
7. А. Адаскин Материаловедение (металлообработка). М.: “Академия”, 2012.

ISSN 3030-3907