YUQORI UGLERODLI PO‘LAT QOTISHMALARNING TRIBOLOGIK XUSUSIYATLARINI OSHIRISHNING TEXNOLOGIK USLUBIYATLARI

Bektemirov Abdujalol Do‘smuxammad o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti, katta o‘qituvchi, PhD
E-mail: bektemirovabdujalol94@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada yuqori uglerodli po‘latlarning tribologik xususiyatlarini yaxshilash texnik uslubiyatlarining ananaviy ko‘rinishlari va yangi texnologiyalari haqida so‘z boradi. Tribologik xususiyatlarni yaxshilashda quymakorlikning zamonaviy texnologiyalari qatorida pechdan tashqari modifikatsiyalash orqali qotishmalar kristal panjaralari hajmini kichraytirish asosida uning yeyilishbardoshliligini yaxshilash ko‘zda tutiladi.

Kalit so‘zlar: Tribologiya, uglerodli po‘lat, legirlangan po‘lat, legirlovchi, modifikator, induksion pech, yeyilishbardoshlik, qattiqlik.

Annotation: This article will talk about the traditional manifestations and new technologies of technical techniques for improving the tribological properties of high-carbon steels. In the improvement of tribological properties, a number of modern technologies of Foundry are envisaged to improve its edibility based on reducing the size of the crystal lattice of alloys by non-furnace modification.

Keywords: Tribology, carbon steel, alloy steel, alloy, modifier, induction furnace, wear-resistance, hardness.

Аннотация: В данной статье речь пойдет о традиционных проявлениях и новых технологиях технических приемов для улучшения трибологических свойств высокоуглеродистых сталей. Для улучшения трибологических свойств предусмотрен ряд современных технологий литейного производства, направленных на повышение его пригодности к употреблению, основанных на уменьшении размера кристаллической решетки сплавов путем модификации без обжига.

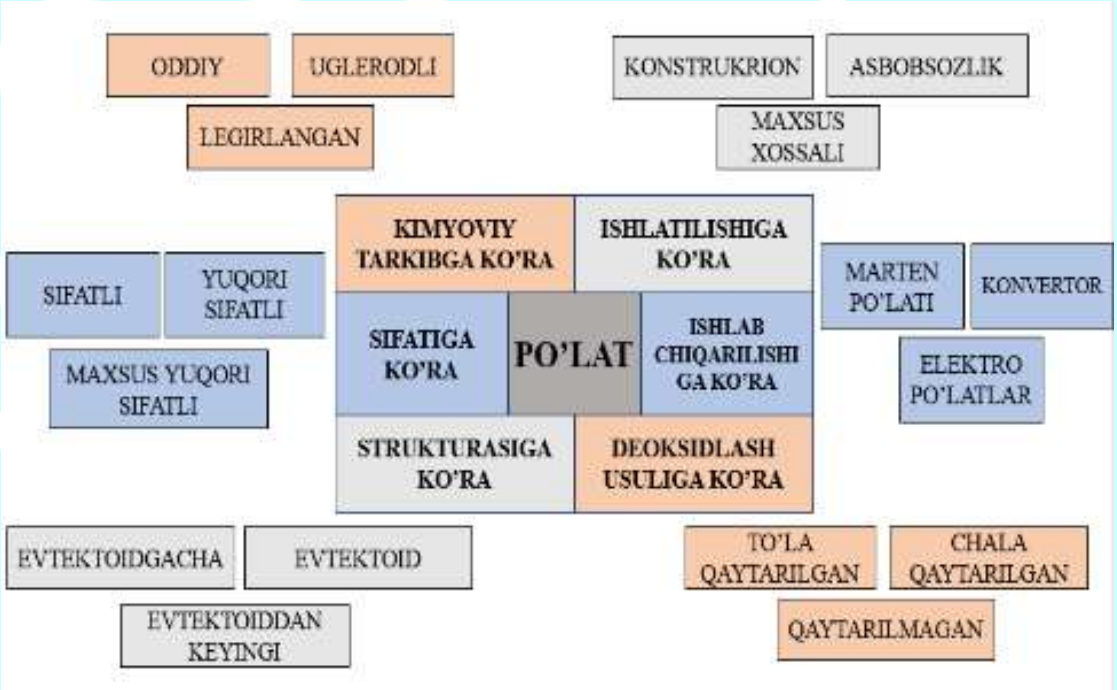
Ключевые слова: Трибология, углеродистая сталь, легированная сталь, сплав, модификатор, индукционная печь, износостойкость, твердость.

Kirish

Texnik materialshunoslik va quymachilikda, so‘ngi yillarda metal va qotishmalarning tribologik (ishqalanish va yeyilish) marfologiyasini o‘rganish va ayni xususiyatlarni yaxshilash bo‘yicha juda ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu boradagi tadqiqotlar natijasida qotishmalarning, xususan uglerodli po‘lat qotishmalarining yuqori yeyilishbardosh turlarini olishda, ularni sanoat pechlarida suyuqlantirishning yangi va takomillashgan texnologiyalariga ehtiyojlar sezilmoqda. Birgina 2018 yilda, jaxon miqyosida po‘lat qotishmalarining ishlab chiqarish hajmi 1,808 million tonnadan oshgani aniqlangan bo‘lsa, bu ko‘rsatkich

ISSN 3030-3907

2015-2017 yillarga nisbatan 4,5 foizga oshgan [1]. Hozirda butun dunyoda ishlab chiqarilayotgan qora metallar va ularning qotishmalarining 85 % dan ortig‘i aynan uglerodli po‘lat qotishmalari hissasiga to‘g‘ri kelmoqda [2]. Umumiy metalshunoslikda po‘lat qotishmasi bir necha yo‘nalishlarga ko‘ra alohidadan guruhlar va turlarga bo‘linadi (1 – rasm).



1 – rasm: Po‘latning bir necha yo‘nalishlarga ko‘ra guruhlari

ADABIYOTLAR TAHLILI

Hindistonlik tadqiqotchi olimlar P. Mallikarjuna Rao, D. Satish Kumar, Manjini Sa,bandam va Balu Gnalar o‘zlarining SWRH 72A markali yuqori uglerodli po‘latni TiN bilan modifikatsiyalash borasidagi ilmiy ishlarida termodinamik hisob yordamida yuqori uglerodli po‘latlar tarkibiga pechdan tashqari kiritilgan TiN nanokukunlarining qotishmada tarqalishi tekshirildi. Bunda kovshda nanokukun shaklida kiritilgan TiN qotishmaning qattiq fazali qismida yaxshi tarqalgan, chunki TiN suyuqlanish harorati po‘latga nisbatan ancha yuqori bo‘lishiga qaramay TiN nanokukuning donadorligi bunga sharoit yaratib berdi. Po‘latlarda nitrid qo‘shimchalarining hosil bo‘lishida Ti elementining nanokukunini yo‘qotilishi kuzatilgan, bu esa umumiy TiN miqdorini kamayishiga olib kelgan.

Rossiyalik izlanuvchilar S.I. Gertsyk va Ya.A. Mineev 2020 – yili o‘tkazgan o‘z tadqiqotlarini, induksion pechlarda yuqori uglerodli hamda legirlangan po‘lat qotishmalaridan sifatli quyma mahsulotlar olishga qaratganlar. Ushbu tadquqot ishida induksion pechda quyma olish uchun shixtaning tarkibi va fraksiyasini ma’romlashdan tashqari, pech ichida elementlarning oksidlanish darajasi, ularni qaytarilishi va qotishmani legirlovchilar bilan boyitish tahlillari keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Po‘lat qotishmalari kimyoviy tarkibiga ko‘ra oddiy, uglerodli va legirlangan guruhlarga bo‘linsada, legirlangan va uglerodli po‘latlarning yana uchtadan turlari ham mavjud.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Nazariy tadqiqotlar, hozirda ishlab chiqarish jarayonlarida talabgor qotishma hisoblanuvchi uglerodli po‘latlarning yeyilishbardoshligini yaxshilash borasida bajarilgan ishlar va ularning natijalarini o‘rganish va tahlil qilish asosida kechdi. Bunda uglerodli va legirlangan po‘latlarning quyidagi asosiy tushunchalari o‘rganildi.

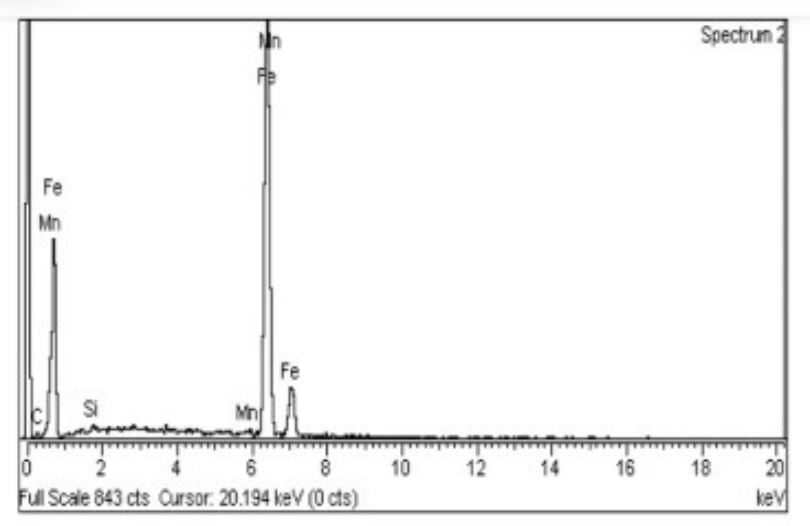
Uglerodli po‘latlarda: kam uglerodli po‘lat (0,02 – 0,3 % C); o‘rtacha uglerodli po‘lat (0,3 – 0,5 % C); yuqori uglerodli po‘lat (C ≥ 0,6 % C).

Legirlangan po‘latlarda: kam legirlangan po‘lat (C ≤ 2,5 %); o‘rtacha legirlangan po‘lat (2,5-10 % C); yuqori legirlangan po‘lat (C ≥ 10 %).

Uglerodli po‘latlarning markalanishi: Markalar turli belgilar, ya’ni harf va son birliklardan iborat va shu belgilar qotishmaning kimyoviy tarkibi hamda unga maxsus kiritilgan legirlovchilar haqida ma’lumot bera oladi. Umumiy metallshunoslikda konstruksion po‘lat markasidagi “Ст” (MDH) yoki “S” (YI) harflari qotishmaning po‘latligini anglatadi. Qotishma markasidagi dastlabki ikki raqamning yuzdan bir ulushi shu qotishmadagi uglerod miqdoriga teng bo‘ladi. Ст3, Ст45 (ГОСТ), S355J0 (ASME, ES). Uglerodli po‘latlarning markalanishida esa “У” (MDH) harfi uglerodli po‘lat ekanligini bildirib, undan keyingi raqam (lar) o‘nga bo‘linib uglerodni qotishma tarkibidagi foizining miqdorini anglatadi. У7, У10, У13 [3].

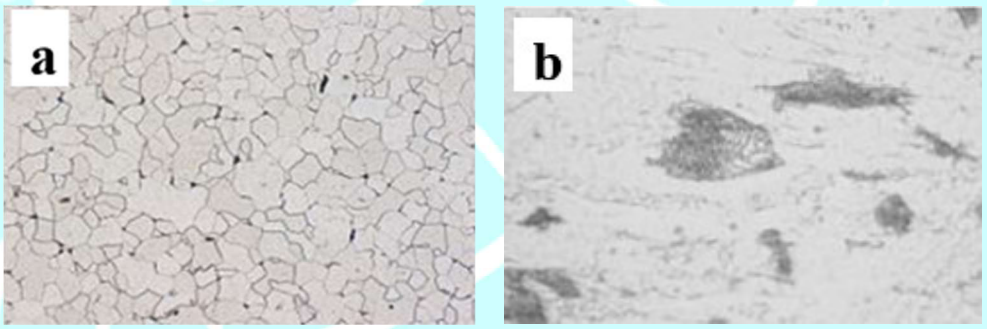
Kam uglerodli po‘lat: Bu turdagi uglerodli po‘latning tarkibida uglerod miqdori juda kam va plastikligi (bosim ostida murakkab shakllarni oson egallashi) yuqoriligi uchun asosan metall konstruksiyali imoratlar qurishda, temir – beton mahsulotlari ishlab chiqarishda, metallarga bosim ostida ishlov berib olinadigan detallar tayyorlashda keng foydalaniladi. Bunday po‘lat qotishmalarning kimyoviy xususiyatlarini o‘rganishda (AISI 1010), uning tarkibidagi nisbatan oz elementlar e’tiborga olinmaydi, ya’ni uglerodli po‘latlarning barcha xos xususiyatlari tarkibdagi uglerod bilan tavfsiflanadi. Bunda Fe (98,89%), C (0,09%), Mn (0,46%), P (0,08%), Si (0,39%) va S (0,09%) kabi komponentlarning kimyoviy parchalanishini kuzatiladi (2 – rasm) [4].

ISSN 3030-3907



2 – rasm: Kam uglerodli po‘latning (AISI 1010) EDS (energiya dispersiv rentgen spektroskopiya) tahlili.

Uglerod miqdori kam bo‘lgan po‘lat qotishmalar mikrostrukturalari o‘rganilganda ularda asosan ferrit va perlit strukturalari kuzatiladi (3 – rasm).

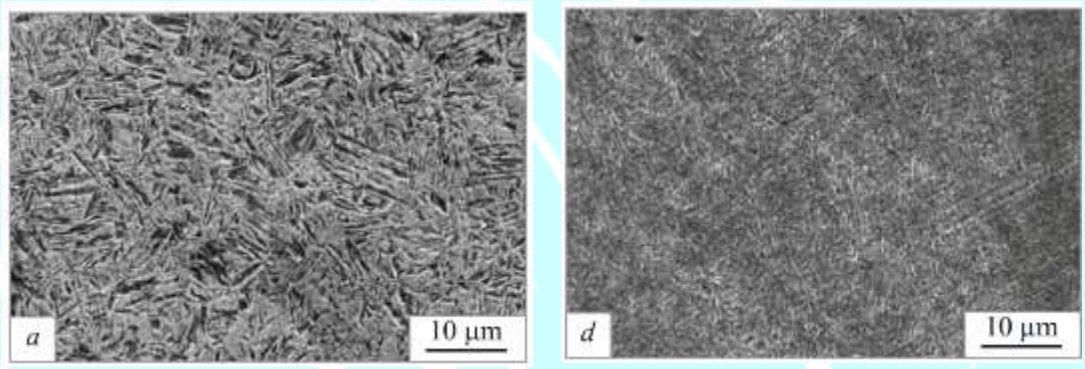


3 – rasm: Kam uglerodli po‘lat strukturalari. a) ferrit, b) perlit

O‘rtacha uglerodli po‘lat: Uglerod miqdori ortgani sayin qotishmaning qattiqligi ortib, plastikligi kamayib boradi, shuning uchun uglerod miqdori 0,3 – 0,5 % bo‘lgan po‘latlarni past darajadagi bosim bilan ishlov berishda qiyinchilik tug‘iladi. O‘rtacha uglerodli po‘lat qotishmalaridan odatda turli yeyilishbardosh bo‘lgan mashina detallari tayyorlanadi.

Tayanchlar, tishli mexanizmlar va turli bloklar odatda o‘rtacha uglerodli po‘latlardan tayyorlanadi. O‘rta uglerodli po‘lat qotishmalarining mikrostrukturalari o‘rganilganda odatda ularda ferrit-perlit strukturasi shakllanishi, biroq termik ishlashdan keyingi mexanik xossalari bir muncha yaxshi bo‘lishi isbotlandi va termo jarayonlardan po‘lat Ст45 da martensit tuzilishiga ega bo‘lgan struktura shakllangani kuzatildi. SEM tahlili o‘tkazilganda martensit donalarining qalinligi tahminan 200 nm ekanligi aniqlandi [5].

ISSN 3030-3907



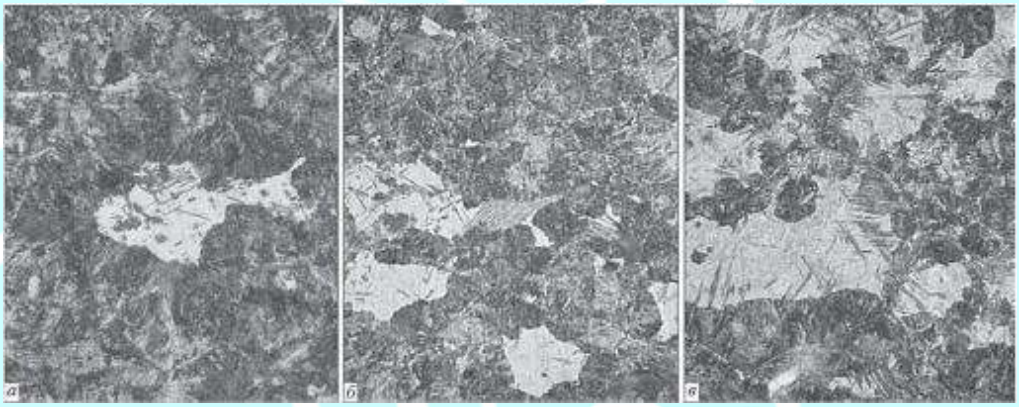
4 – rasm: O‘rtacha uglerodli po‘latlarda termik ishlov orqali martensit strukturasi shakllanishi.

Yuqori uglerodli po‘lat: Odatda, bunday qotishma tarkibida o‘rtacha C 0,60 - 1,4 % gacha, o‘ta yuqori (ekstremal) hollarda esa C 1,4 - 1,8 % ni tashkil etib, 0,30 - 0,90% gacha Mn mavjud bo‘ladi. Bunday qotishma ferritning bir xil dispersga ega donalari va sharsimon, uzluksiz proevtektoid qattiq karbidlarning hajm bo‘ylab teng taqsimlanishidan iborat mikrostrukturalar hosil qilishda termik va termomexanik tarzda qayta ishlanadi. Bunday mikrostrukturalar esa superplastikni, yuqori yeyilishbardoshlik, qattiqlik va past egiluvchanlikni ham ta’minlaydi.

Yuqori uglerogli po‘lat qotishmalari eritishning kritik nuqtasida (727 ° C) evtektoid C 0,77 – 0,80 % da mutloq perlitli mikrostrukturasi kuzatiladi. Qotishmada uglerod mazkur miqdoridan kam bo‘lgan holatda gipoevtektoid (qotishmada uglerod 0,76 % va undan kam bo‘lgandagi po‘lat gipoevtektoid po‘lat hisoblanadi) bo‘lib, ferrit + perlit strukturaning mexanik aralashmasidan hosil bo‘ladi. Zamonaviy materialshunoslikda ferrit davri proevtektoid davri deb ham yuritiladi, chunki u qotishmaning muvozanat temperaturasida sodir bo‘ladigan evtektoidga hos o‘zgarishidan oldin hosil bo‘ladi. Qotishmada uglerod ortishi bilan perlit strukturasining shakllanish miqdori va tezligi ortadi hamda uglerod 0,8 % da qotishma to‘liq perlit tuzilishga ega bo‘lishi kuzatiladi (5 – rasm).

Qotishmaga qo‘shiluvchi elementlar yangi strukturalar hosil qiladi. Austenit, martensit, trostit, beynit va sorbitollar po‘lat qotishmasining mexanik va tribologik xususiyatlarni yaxshilaydi. Ko‘p uglerodli po‘latlardan, podshipniklar, po‘lat simlar, matritsa va puansonlar hamda turli ishqalanish muhitida ishlovchi detallar tayyorlanadi [6].

ISSN 3030-3907



5 – rasm: У8 markali yuqori uglerodli po‘latning x500 kattalashtirilib o‘rganilgan tasviri

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Yuqori uglerodli po‘latlar strukturasiga ko‘ra bo‘linuvchi har uch turga, gipoevtektoid (evtektoidgacha), evtektoid va giperevtektoid (evtektoiddan keyingi) po‘latlar turiga kira oladi.

Gipoevtekoid po‘latlar: Gipoevtekoid (evtektoidgacha, 0,8 % C gacha) po‘latlarning mikro tuzilishi ferrit va perlitdan iborat. Qotishma tarkibidagi uglerod miqdori ortishi bilan perlit miqdori ortib ferrit miqdori kamayishni boshlaydi. Po‘latning gipoevtekoid davrida austenite ikki xil tarzda hosil bo‘lib, ular perlitning erishi va gipoevtekoid ferritning austenitga o‘tishi bilan tavfsiflanadi. Qotishmadagi ferrit past eruvchanligi tufayli gipoevtektoid po‘latdagi barcha uglerod perlitda bo‘ladi. Quyidagi 1.1-formula orqali qotishmadagi uglerod miqdorini aniqlash mumkin:

$$C = \frac{Px0,8}{100}\% \qquad 1.1$$

Bunda: P –perlit egallagan maydon %; 0,8 % bu perlit strukturasidagi uglerod miqdori;

Evtektoid po‘latlar: Evtektoid po‘latlar, qotishma tarkibida uglerod o‘rtacha 0,8% (0.75–0.85 % C) bo‘lgan holatni o‘z ichiga oladi. Bu turdagi po‘latlarning birlamchi kristallanishida austenit (gamma temirdagi uglerodning interkolatsiyasi qattiq eritmasi) hosil bo‘ladi, va kristall panjarasining tuzilishi hajmi markazlashgan kub kabi bo‘ladi.

Giperevtektoid po‘latlar: Tarkibida 0,8 – 2,14 % uglerodi bo‘lgan qotishmalar giperevtektoid (evtektoiddan keyingi) po‘latlar hisoblanib, ularning asosi perlit va ikkilamchi sementitdir. Ikkilamchi sementit qotishma kristallanish chizig‘ida sovutilganda, harorat pasayganda, austenitda uglerodning eruvchanligi pasayishi tufayli ajralib chiqadi. Ikkilamchi sementit, termo rejim sharoitiga ko‘ra, perlit donalarining atrofida engil yoki alohida qo‘shiluvchilar shaklida namoyon bo‘ladi. Giperevtektoid po‘latda uglerod miqdori ko‘payishi bilan, sementit qatlami uglerodga mutanosib ravishda qalinlashib boradi. [7].

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Zhiyuan Fan, S. Julio Friedmann, “Low-carbon production of iron and steel: Technology options, economic assessment, and policy” Joule, Volume 5, Issue 4, 2021, Pages 829-862, ISSN 2542-4351
2. https://metalexponents.com
3. “Development of steel wheel detail casting technology” Bektemirov Abdujalol, Turakhodjaev Nodir, Mahmudov Fakhriddin, Tashkhodjaeva Kamola, Sadikova Nargiza, Tadjiev Nuriddin. / AJMR vol 11, Issue 8, August 2022.
4. Alharbi, S.O., Ahmad, S., Gul, T. et al. The corrosion behavior of low carbon steel (AISI 1010) influenced by grain size through microstructural mechanical. Sci Rep 14, 5098 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-023-47744-y.
5. “Microstructure and mechanical properties of medium-carbon steel subjected to severe plastic deformation” M. V. Karavaeva, S. K. Nurieva, N. G. Zaripov, A. V. Ganeev, and R. Z. Valiev Metal Science and Heat Treatment, Vol. 54, Nos. 3 – 4, July, 2012 (Russian Original Nos. 3 – 4, March – April, 2012).
6. “Effect of carbon content on microstructure and mechanical properties of sintered Fe-Mo-Mn-C alloys” A. Wanalerkngam , S. Boonmee , R. Krataitong , M. Morakotjinda , W. Pongsak , N. Tosangthum, R. Tongsri/ Materials Science and Engineering 1137 (2021) 012029.
7. Микроструктура углеродистых сталей в равновесном состоянии / Методические указания по дисциплине «Материаловедение» / Составители: В.И. Астащенко, Г.Ф. Мухаметзянова, Н.Н. Западнова – Набережные Челны: НЧИ (ф) КФУ, 2015. - 14 с

ISSN 3030-3907