


UO‘K: 669-7

 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.16

QISHLOQ XO‘JALIGI TEXNIKASI DETALLARINI SEMENTATSIYALASH TEKNOLOGIYALARI VA ULARNING AHAMIYATINI O‘RGANISH



Tursunboyeva Shahnoza Husniddin qizi

Toshkent texnika universiteti “Materialshunoslik” mutaxassisligi
magistranti, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: shahnozaturunboyeva181@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-6898-7683



Norxudjajev Fayzulla Ramazonovich

Texnika fanlari doktori, professor, Toshkent davlat texnika
universiteti “Materialshunoslik” kafedrasi mudiri,
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: norxojaev.fayzulla@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-5513-1521

Annotatsiya. Bugungi kunda jahon miqyosida qishloq xo‘jaligi texnikasining ishqalanuvchi qismlarini ishlash muddatini uzaytirish, mustahkam qilish muhim masalalardan biri bo‘lib turibdi. Detallarni mustahkamlash va ishqalanishga bardoshlilikini oshirish texnikaning xizmat davrini uzaytirish va xarajatlarni keskin ravishda kamaytirish mumkin. Qishloq xo‘jaligi texnikasi detallarini sementatsiyalash bu masalalar hal bo‘lishida samarali usul hisoblanadi. Sementatsiyalash orqali qishloq xo‘jaligi texnikasi ishchi yuzalarning qattiqligini oshirish va shu bilan birga ichki qismining zarbga chidamliligini saqlash amalga oshiriladi. Mazkur maqolada qishloq xo‘jaligi texnikasi detallarining ishlash muddati va sifatini oshirish uchun qo‘llaniladigan sementatsiyalash texnologiyalari tahlil qilingan. Sementatsiyaning turli usullari, ularning mexanik xususiyatlarga ta‘siri, texnologik jarayonlarning afzalliklari va tadqiqot natijalari keltirilgan. Shuningdek, bu jarayonning qishloq xo‘jaligi texnikasi samaradorligiga bo‘lgan ijobiy ta‘siri yoritilgan.

Kalit so‘zlar: kimyoviy termik ishlov berish, sementatsiya, uglerod singdirish, qishloq xo‘jaligi texnikasi, ishqalanuvchi qismlar, renovatsiya, issiqlik ishlovi, mustahkamlik, kesuvchi qism.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯ

Турсунбоева Шахноза Хусниддин кизи

Магистрант по специальности «Материаловедение»
Ташкентского технического университета,
Ташкент, Узбекистан

Норхуджаев Файзулла Рамазонович

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Материаловедение» Ташкентского государственного
технического университета,
Ташкент, Узбекистан

Аннотация. На сегодняшний день в мировом масштабе одним из важных вопросов является увеличение срока службы и упрочнение трущихся частей сельскохозяйственной техники. Увеличение упрочнения и износостойкости деталей позволяет продлить срок службы техники и резко снизить затраты. Цементация деталей сельскохозяйственной техники является эффективным методом решения этих задач. Цементацией достигается повышение твердости рабочих поверхностей сельскохозяйственной техники и одновременно поддержание ударной прочности ее внутренней части. В данной статье анализируются технологии цементации, применяемые для повышения срока службы и качества деталей сельскохозяйственной техники. Приведены различные методы цементации, их влияние на механические свойства, преимущества технологических процессов и результаты исследований. Также освещается положительное

влияние этого процесса на эффективность сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: химико-термическая обработка, цементация, углеродитка, сельскохозяйственная техника, трущиеся детали, реновация, термическая обработка, прочность, режущая часть.

CEMENTATION TECHNOLOGIES FOR AGRICULTURAL MACHINERY PARTS AND THEIR SIGNIFICANCE

Tursunboeva Shakhnoza Khusniddin kizi

Master's student in Materials Science at Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan

Norkhujayev Fayzulla Ramazonovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of "Materials Science" of Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Today, increasing the service life and strengthening of friction parts of agricultural machinery is one of the most important issues in the world. Increasing the strengthening and abrasion resistance of parts allows for extending the service life of the equipment and significantly reducing costs. Cementation of agricultural machinery parts is an effective method for solving these problems. Cementation is carried out to increase the hardness of the working surfaces of agricultural machinery and, at the same time, maintain the impact resistance of the internal part. This article analyzes cementation technologies used to improve the service life and quality of agricultural machinery parts. Various methods of cementation, their influence on mechanical properties, advantages of technological processes, and research results are presented. The positive impact of this process on the efficiency of agricultural machinery is also highlighted.

Keywords: chemical heat treatment, cementation, carbon impregnation, agricultural machinery, friction parts, renovation, heat treatment, strength, cutting part.

Kirish. Qishloq xo'jaligi texnikasining ishqalanuvchi qismlarini mustahkamlash, extiyot qismlarini ishlab chiqarish, ularning mustahkamligini oshirish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish masalasi bugungi kunda dolzarb hisoblanadi. Detallarni ishqalanishga chidamli qilish orqali texnikaning ishlash muddatini uzaytirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish mumkin. Bu muammolarni yeyilishga chidamli strukturalarni olish usullari va mashinalardagi kesuvchi segmentlarni puxtalash texnologiyasini ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada eng samarali usul kimyoviy-termik ishlov berish sanaladi. Qishloq xo'jaligi detallarini puxtalash usullari, jumladan kimyoviy-termik ishlov berish usullari, sementatsiyalash, azotlash, borlashni qo'llash va ularning po'latlarning struktura hosil bo'lishiga ta'sirlari va ularning xususiyatlarini o'rganish borasida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Sementatsiyalash – bu jarayonni amalga oshirishda asosiy texnologiya sifatida e'tirof etiladi. Sementatsiyalashning asosiy maqsadlari ishqalanishga qarshilikni oshirish, chidamlilik va mustahkamlikni ta'minlash, ish vaqtini uzaytirish, sirt

korroziyasiga qarshi himoya, foydalanuvchi talablari asosida maxsus xususiyat berishdan iborat. Sementatsiyalash texnologiyasi qishloq xo'jaligi texnikasini samarali ishlashi uchun zarurdir, chunki bu jarayon detallarni o'z funksiyalarini uzoq vaqt davomida bajarishini ta'minlaydi. Sementatsiyalash bu po'latdan tayyorlangan detal yoki zagotovkani As3 nuqtasidan yuqoriroq temperaturagacha (930-950°C) qizdirib, uning sirt qatlamini optimal miqdorgacha (0,8-1%) uglerod bilan diffuzion to'yintirish jarayonidir. Bunday toblashdan so'ng detal sirtining qattiqligi ortadi (58-60 HRCE), o'zagi esa qovushqoqligicha qoladi. Po'lat 10, 15, 20 markali kam uglerodlangan va kam uglerodli legirlangan po'latlar sementatsiyalanadi. Uglerodlovchi muhit sifatida qattiq karborizatorlar (pista ko'mir, soda bilan birgalikda torf koksi va boshqalar); suyuq (benzol, pirobenzol, kerosin va boshqalar); gazsimon (tabiiy gaz, uglerod oksidi va boshqalar) karbyurizatorlar bo'lib xizmat qiladi. Qizdirilganda karbyurizatorning parchalanishi natijasida paydo bo'ladigan uglerod atomlari po'latning sirtqi qatlamiga singib, uni uglerodlaydi. Gaz bilan sementatsiyalash unumli va samaralidir, bunda semen-

tatsiyalangan qatlam qalinligi 3 m gacha yetadi [1].

Adabiyotlar tahlili va metodlar.

Mashinasozlikni rivojlantirishda renovatsiya, ya'ni moddiy ishlab chiqarish vositalaridan qayta foydalanish va mavjud texnikani modernizatsiya qilish bo'yicha tizimli faoliyat muhim o'rin tutadi. Uning asosiy vazifasi mashina va uskunalarning sifatini, ishonchligini, chidamliligini va samaradorligini oshirishdan iborat.

Mashina va mexanizmlarning ishlaymay qolish sabablarining 78% dan ortig'i ishqalanish uzellarining yeyilishi bilan bog'liqdir. Ushbu nuqsonlarni turli ishlov berish usullari yordamida bartaraf etish mumkin.

Sementatsiya va uning qo'llanilishi.

Ma'lumki, g'iloqli (qoplama) qatlamga ega bo'lgan detallarni foydalanish xususiyatlarini oshirish uchun kimyoviy-termik ishlov berish (KTI) usullari keng qo'llaniladi. Shular orasida sementatsiya eng samarali va yaxshi o'zlashtirilgan texnologiyalardan biri hisoblanadi.

Biroq, oddiy elektrolitik temir sementatsiyasi yetarlicha yuqori qattqlik va boshqa kerakli xususiyatlarni ta'minlay olmaydi, chunki yangi detallar odatda qotishma po'latlardan ishlab chiqariladi. Shu sababli, tiklangan detallarning mustahkamligini ta'minlash uchun ularning yuzasiga sof temir emas, balki temir asosidagi qotishmalardan, xususan, temir-xrom qotishmasidan galvanik qoplamalar qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Xrom sementatsiyalanadigan po'lat uchun eng mos elementlardan biri hisoblanadi, chunki u po'latning diffuzion qatlamlarida karbid fazasining ko'p miqdorda hosil bo'lishiga olib keladi. Xrom uglerodni sementatsiya jarayonida yaxshi o'zlashtiradi va maxsus karbid birikmalarini hosil qiladi:

- $(Cr, Fe)_{23}C_6$,
- $(Cr, Fe)_7C_3$,
- sementit $(Cr, Fe)_3C$.

Xrom ushbu karbidlarning o'sishini barqarorlashtiradi. Shu bilan birga, xromning bir qismi karbidlar hosil qilishda ishtirok etmaydi, balki eritmada qolib, po'latning yaxshi qotishini ta'minlaydi. Ushbu tadqiqotda xromning sementatsiyalanadigan po'latdagi karbid inkluziyalari shakliga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Xrom sementitda erishi natijasida karbid donalarining o'sishida yuza tarangligini oshirib, ularning izolyatsiyalangan va sharsimon tuzilishda

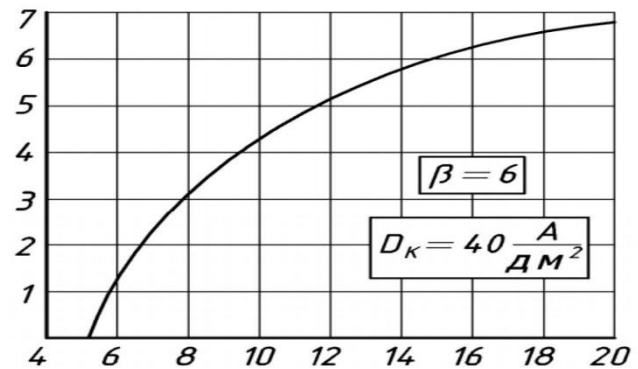
hosil bo'lishiga yordam beradi.

Sementatsiya uchun temir-xrom qoplamalar. Temir-xrom qoplamalar maxsus tarkibli elektrolit yordamida olinadi. Ushbu elektrolit quyidagi tarkibga ega:

- Temir sulfat ($FeSO_4$) – 250...400 kg/m³,
- Xrom nitrati ($Cr(NO_3)_3$) – 5...20 kg/m³.

Qoplama elektrolitik usulda sanoat toklaridan foydalanilgan holda osongina qo'llaniladi. Xrom miqdori elektrolit tarkibiga qarab 7% gacha yetishi mumkin. Tadqiqot natijalari elektrolit konsentratsiyasini boshqarish orqali xrom miqdorini nazorat qilish mumkinligini ko'rsatgan.

Materiallar va uslublar. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, sementatsiya qilingan temir-xrom qoplamalar yuzasida karbid fazalari hosil bo'lib, ular qatlamning mustahkamligi va yeyilishga qarshi chidamliligini sezilarli darajada oshiradi. Optimal xrom miqdori 1,5% dan 2% gacha bo'lib, bu karbidlar miqdorini va qatlamning mustahkamligini maksimal darajada oshirishga yordam beradi. Sementatsiya jarayoni 900...920°C haroratda amalga oshiriladi. Ushbu harorat sharoitida temir-xrom qoplamalarda uglerodning samarali diffuziyasi va karbid fazalarining ko'payishi kuzatiladi. Olingan qatlamlar yuqori qattqlikka ega bo'lib, yuzaning qattqligi HRC 66...68 ga yetdi.



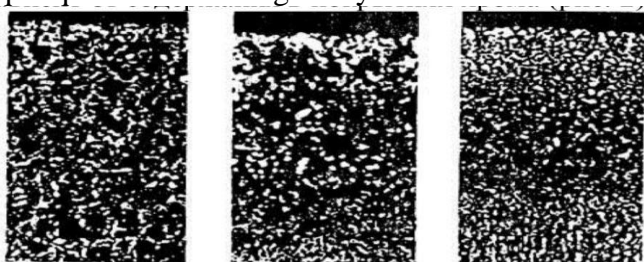
1-rasm. Elektrolit tarkibiga xrom konsentratsiyasining ta'siri.

1. Galvanik temir-xrom qoplamalarni hosil qilish: Temir-xrom qoplamalar maxsus elektrolitlardan foydalangan holda elektrolitik usulda hosil qilindi. Elektrolit tarkibi temir sulfati ($FeSO_4$) va xrom nitrati ($Cr(NO_3)_3$) dan iborat bo'lib, elektrolitdagi xrom konsentratsiyasiga qarab qoplama tarkibi o'zgartirildi.

2. Qoplamaning fizikaviy va mexanik xususiyatlari tahlili: Xromning qoplama tarkibidagi

miqdori va uning diffuziya qatlamiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, optimal xrom miqdori 1,5–2% oralig'ida ekani aniqlandi. Ushbu tarkib yuqori qattqlik va ishqalanishga chidamlilikni ta'minladi.

3. Sementatsiya jarayonining qo'llanilishi: Galvanik temir-xrom qoplamalar 900–920°C haroratda sementatsiya qilindi. Sementatsiya jarayonida maxsus karbonat-so'yali pasta qo'llanildi, bu esa karbidlarning samarali shakllanishiga yordam berdi. Sementatsiyadan so'ng qatlam yuzasida yuqori miqdordagi karbid fazalari hosil bo'ldi va qattqlik HRC 66–68 gacha yetdi.



2-rasm. Turli xrom miqdoriga ega bo'lgan sementatsiyalangan temir xromli qoplamalarning mikrostrukturalari (*300).

a)0,95%, b)1,51%, c)3,07%

Xrom miqdori ortishi bilan sementatsiya qilingan qoplamadagi karbid fazalarining ko'payishi kuzatildi. Karbid fazasining ko'payishi qoplamaning qattqligi, korroziyaga va ishqalanishga chidamliligini oshirib, uning uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi.

Ekspluatatsion sinovlar natijalariga ko'ra, tiklangan detallar xizmat muddati yangi detallar bilan solishtirganda 2,5–3,5 barobar oshgani aniqlandi. Shu bilan birga, tiklangan detallar narxi yangi detallar qiymatining atigi 25–40% ini tashkil qiladi.

Ekologik jihatdan samarali: Qayta tiklash metall va resurslarni tejash imkonini beradi. Texnik jihatdan samarali: Yeyilishga va ishqalanishga chidamlilik oshadi, shu bilan birga qayta tiklangan detallar yuqori ishonchlilik darajasini ta'minlaydi.

Ushbu texnologiya qishloq xo'jaligi va mashinasozlik texnikasining muhim qismlarini (dvigatel klapanlari, rul boshqaruv qismlari) tiklash uchun samarali hisoblanadi. Galvanik temir-xrom qoplamalar va sementatsiya kombinatsiyasi detallarni nafaqat qayta tiklash, balki ularning ishlash muddatini bir necha barobar oshirishga imkon beradi. Bu usulni ishlab chiqarish va ta'mirlash

texnologiyalarida keng qo'llash tavsiya etiladi [2, 1, 4].

Metallarga kimyoviy-termik ishlov berish usullari, jumladan sementatsiya, yuqori haroratda maxsus muhit (suyuqlik, gaz yoki qattiq modda) ta'sirida amalga oshiriladi. Ushbu jarayon orqali metallning yuzasi uglerod bilan to'yinadi, natijada uning yuzasi qattqlashadi va ishqalanishga chidamliligi oshadi. Eng muhimi, po'latning ichki qismi yumshoq va moslashuvchan bo'lib qoladi. Mazkur jarayon uglerod miqdori kam bo'lgan po'latlarga (0,2% dan kam) qo'llaniladi.

Detallar 850–950°C haroratda qizdiriladi, bunda muhitning tarkibi shunday tanlanadiki, u yuqori haroratda faol uglerod ajratib chiqara oladi. Sementatsiya jarayoni nafaqat metallning kimyoviy tarkibini, balki uning mikrotuzilmasi va fazoviy tarkibini ham o'zgartiradi. Bu esa detalning yuzasini yanada mustahkam qilib, uni qattqlashgan po'lat kabi xususiyatlarga ega bo'lishga olib keladi.

Optimal natijalarga erishish uchun quyidagi parametrlarni aniq tanlash zarur:

- Harorat rejimi va detalning maxsus muhitda qancha vaqt bo'lishi.
- Sementatsiya jarayoni uzoq davom etadigan operatsiyalardan biridir, chunki po'lat yuzasi uglerod bilan juda sekin to'yinadi (0,1 mm qatlam qalinligi uchun 60 daqiqa kerak bo'ladi).
- Agar qotiruvchi qatlam 0,8 mm bo'lishi talab etilsa, jarayon kamida 8 soat vaqt talab etadi.

Sementatsiya jarayoni bosqichlari:

1. **Tayyorlov bosqichi:** Detallar tayyorlanib, maxsus idishlarga joylashtiriladi. Idishlar qatlam-karburizator (masalan, uglerod manbai bo'lgan materiallar) bilan to'ldiriladi.

2. **Idishlarni tayyorlash:** Karburizator joylashgan idishlar o'tga chidamli loy bilan qoplanadi. Tayyorlangan idishlar oldindan qizdirilgan pechga joylashtiriladi.

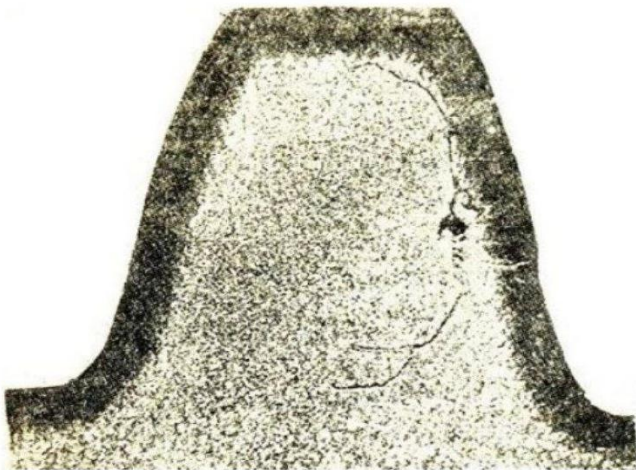
3. **Boshlang'ich qizdirish:** Idishlar va detallar dastlab 700–800 °C haroratgacha qizdiriladi. Bu bosqich pechning harorati teng taqsimlanishini va idishlarning to'liq qizishini ta'minlaydi. Ushbu qadamning muvaffaqiyatli ekanligi pechning pastki plitasida qoraygan dog'larning yo'qligi orqali aniqlanadi.

4. **Sementatsiya jarayoni:** Harorat

900–950°C darajaga oshiriladi. Bu haroratda detal-lar yuzasi faol uglerod atomlari bilan to‘yintiriladi. Uglerod atomlari detalning yuzasiga diffuziya yo‘li bilan kirib boradi va yuzaning kimyoviy tarkibini o‘zgartiradi.

5. **Tuzilish o‘zgarishi:** Detalning yu-zasi uglerod bilan to‘yinadi va qattiqlashadi. Ichki qatlam esa egiluvchanlik va plastik xususiyatlarini saqlab qoladi.

6. **Tugallash va sovitish:** Jarayonning so‘nggi bosqichida detal kerakli qattqlik va strukturaga ega bo‘lgach, sovitiladi. Sovitish tezligi va usuli mahsulotning yakuniy xususiyatlariga ta’sir qiladi.



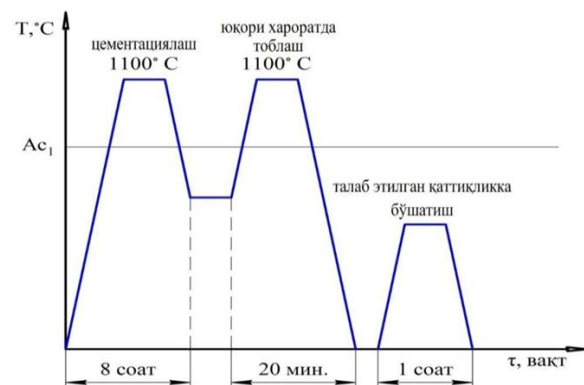
3-rasm. Sementatsiya jarayonidan keying strukturaviy o‘zgarish chizmasi.

Bundan ko‘rinib turibdiki, yuzaki qatlam qattiq va mustahkam bo‘lib, ishqalanish hamda korroziyaga chidamli. Ichki qatlam esa yumshoqroq bo‘lib, asosiy qattqlikni ta’minlasa-da, elastiklik va mustahkamlik xususiyatlarini saqlab qoladi.

Sementatsiya jarayoni detallar yuzasining qattqligini oshirishga, ichki qatlamning esa egiluvchanlik xususiyatini saqlashga xizmat qiladi. Ushbu texnologiya detallarning ishqalanishga chidamliligini oshirish va ularning uzoq muddat ishlashini ta’minlashda samarali ekani yana bir bor isbotlandi [3, 1, 5].

Po‘latlarni sementatsiyalash va toblash jara-yonlarini birlashtirish orqali energiya va vaqt tejama-korligini oshirish maqsad qilingan. Bu maqsadda qizdirish rejimlari tanlangan, tadqiqotlar 860°C dan 1200°C gacha bo‘lgan haroratlarda qizdirilib o‘tkazilgan. Harorat oshishi bilan kristall tuzilishda nuq-sonlarning ortib borishi kuzatilgan, ayniqsa, 1100°C

haroratda bu sezilarli darajada yaqqol namoyon bo‘lgan (4-rasm).



4-rasm. Qattiq karbyurizatorida sementatsiyalash va termik ishlov berish jarayonining tavsiya etilayotgan sxemasi [4. 2].

Bu nuqsonlarning sababi shundaki, yuqori haroratda qiyin eriydigan fazalar (oksidlar, nitridlar) eriydi. Natijada kristall tuzilishda muvozanatsiz va nuqsonli strukturalar hosil bo‘ladi.

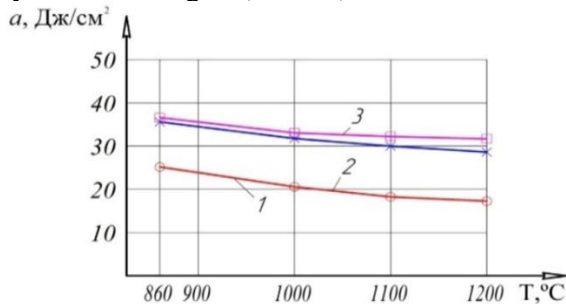
Yangi texnologik sxemada esa sementat-siyalash va toblash bir texnologik siklga birlash-tiriladi. Ushbu usulda faqat bitta qizdirish qurilmasi va bir xil ishchi haroratdan foydalaniladi, bu esa energiyadan samarali foydalanish va vaqt sarfini kamaytirishga yordam beradi. Jarayonning sod-dalashishi uning samaradorligini oshirib, po‘lat detallarning mexanik xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Sementatsiyadan keyin termik ishlov berilgan 55XGR markali po‘latning mikrostrukturaviy tahlil-lari shuni ko‘rsatdiki, strukturada mayda ignasimon martensit, kichik hududlarda qoldiq austenit va karbidlarning hosil bo‘lishi kuzatilgan [5, 3] (5-rasm).



5-rasm. 55XGR markadagi po‘latning sementatsiyalashdan keyingi mikrostrukturasi (x500).

Sementatsiya va termik ishlov berishning rejimlarini zarbiy qovushqoqlikka ta'sirini bilish uchun tadqiqot ishlari bajarilgan. Sinash natijalarini quyida tasvirlangan (6-rasm).



6-rasm. 40X, 45XN va 55XGR markali po'latlarda zarbiy qovushqoqlikning o'zgarishi.
1 – 40X markali po'lat, 2 – 45XN markali po'lat, 3 – 55XGR markali po'lat.

Bundan ko'rinib turibdiki, 55XGR markali po'lat boshqa markalarga nisbatan yuqoriroq zarbiy qovushqoqlikka ega. Sementatsiyalash va toblash haroratining oshishi po'latning qattiqligini oshiradi, shu bilan birga uning mo'rtligini ham orttirishi zarbiy qovushqoqlik bo'yicha eksperiment natijalari orqali tasdiqlandi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, po'latning zarbiy qovushqoqligi puxtalashning barcha rejimlarida har bir po'lat markasi

uchun talabga javob beradigan darajada bo'lib, bu esa yig'ish mashinalari apparatlarining kesuvchi segmentlarini tayyorlashda qo'llaniladigan po'latlar uchun ishlab chiqilgan puxtalash rejimlarini qo'llash imkoniyatini beradi [5, 4].

Xulosa. 40X, 45XN va 55XGR markali po'latlar uchun yeyilishga qarshilikni 1,5–2 barobarga oshiruvchi yuqori haroratli sementatsiyalash, toblash va past haroratli bo'shatishni o'z ichiga oladigan puxtalash texnologiyasi ishlab chiqildi.

Yig'ish mashinasi apparatlarining kesuvchi segmentlarini tayyorlash uchun ishlab chiqarish xarajatlarini 15–20% ga kamaytirishni ta'minlovchi, import qilinadigan W108 markali po'lat o'rniga 55XGR markali po'latdan foydalanish tavsiya etildi.

Natijada: Sirt qatlaminin gattiqligi oshib, ishqalanishga chidamliligi ortdi, Detallarning xizmat muddati 1,5–2 barobarga oshdi.

Sementatsiya – qishloq xo'jaligi texnikasi detallarini mustahkamlash uchun eng muhim texnologiyalardan biri bo'lib, uning samaradorligi va iqtisodiy jihatdan katta foyda berishi isbotlandi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, jarayonni avtomatlashtirish orqali uning afzalliklarini yanada kengaytirish va qishloq xo'jaligi texnikasi ishlab chiqarish sohasida samaradorlikni oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. F. R. Norxudjayev. "Materialshunoslik" Darslik. "Fan va texnologiya" nashriyoti, T; 2014, 118-b.
2. В. Н. Гадалов, С. В. Сафонов, В. И. Серебровский, Ю. В. Скрипкина, В. В. Горецкий. Реновация машиностроительной и сельскохозяйственной техники гальваническими железохромистыми покрытиями с применением цементации. Технологии машиностроения. УДК 669.14.
3. В. М. Madaminov, X. M. Umaraliyev. Борирования и цементация сталей 20, 40х и 45 с этим увеличить поверхностной твердости и износостойкости. Central Asian Journal of theoretical and applied sciences. Volume: 03 Issue: 11 | Nov 2022 ISSN: 2660-5317 <https://cajotas.centralasianstudies.org>
4. Ф. Р. Норхуджаев, А. А. Мухамедов, Д. М. Эргашев, Р. Ф. Норхуджаева, А. М. Тешабоев. Влияние режимов термоциклическая обработка на структурообразование инструментальных сталях. //Композитционные материалы. 2021. - №1. – С. 75-77.
5. Ф. Р. Норхуджаев, Д. М. Эргашев, , А. М. Тешабоев Упрочнение режущих сегментов аппаратов уборочных машин//Композитционные материалы. 2021. - №2. – С. 92-93.