

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ
УНИТАР ҚОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ТЕШАБОЕВ АБДУВАХОБ МАРИФОВИЧ

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК МАШИНАЛАРИ АППАРАТЛАРИНИНГ
КЕСУВЧИ СЕГМЕНТЛАРИНИ ПУХТАЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ

05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси
(техника фанлари)

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯ АВТОРЕФЕРАТИ

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Тешабоев Абдувахоб Марифович

Қишлоқ хўжалик машиналари аппаратларининг кесувчи сегментларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш.....3

Тешабоев Абдувахоб Марифович

Разработка технологии упрочнения режущих сегментов аппаратов сельскохозяйственных машин.....21

Teshaboyev Abduvakhob Marifovich

Development of hardening technology for cutting segments of agricultural machinery39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....42

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ
УНИТАР ҚОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ТЕШАБОЕВ АБДУВАХОБ МАРИФОВИЧ

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК МАШИНАЛАРИ АППАРАТЛАРИНИНГ
КЕСУВЧИ СЕГМЕНТЛАРИНИ ПУХТАЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси
(техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияни мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/T1955 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Фарғона политехника институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.gupft.uz) ва «Ziynet» Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Норхуджаев Файзулла Рамазанович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Якубов Махмуджон Махамаджонович техника фанлари доктори, профессор Ўлмасов Тўлқин Усмонович техника фанлари номзоди, к.и.х.
Етакчи ташкилот:	Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараккиёт» давлат унитар корхонаси ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг «16» декабрь 2021 йил соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент ш., Мирзо-Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; Факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru, «Фан ва тараккиёт» ДУК, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараккиёт» давлат унитар корхонасининг Ахборот-ресурс марказида (рўйхатга олинган № 29-21) танишиб чиқиш мумкин. (Манзил: Тошкент ш., Мирзо-Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (99871) 246-39-28; Факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати «03» декабрь 2021 йилда юборилди.
(2021 йил 8 ноябрдаги № 29-21 рақамли реестр баённомаси)

С.С. Негматов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси,
ЎзР ФА академиги, т.ф.д., профессор

М.Э. Икрамова

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, к.ф.н., к.и.х.

А.М. Эминов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси **Ўзбекистон Республикасида Ўзбекистон Махсус ҳуқуқидан Олий илмий даражаси комиссиясида** ИДНВ.4.РДН.11000 рақами **Ўзбекистон Республикасида** ёшилган.

Диссертация Фарғона вилоятининг институтинда ёзилган.
Диссертация авторферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (русча)) Ўзбекистоннинг илмий сайтида (www.garbi.uz) ва «Ziynet» Аxbорот-илмий марказида (www.ziynet.uz) қўйилган.

- | | |
|-----------------------------|---|
| Илмий раҳбар: | Норзуддин Файзулло Раҳмонов
телефон фанлари доктори, профессор |
| Расмий аниқловчилар: | Якубов Маъмурдон Маъмурдодов
телефон фанлари доктори, профессор
Ўлмасов Тулдин Усмонов
телефон фанлари номзоди, к.ф.н. |
| Етакчи танқидот: | Анджан маншуконлик институтини |

Диссертация қилмаси Ўзбекистон Республикасида Ўзбекистон давлат телоника университетининг «Фан ва тармакисин» давлат унвир кордонисининг ҳуқуқидин ИДН.03.01.12.2018.Е71.00.01.24240000 Илмий комиссиянинг «16» декабри 2021 йилнинг 11^т дати мажлисида Ўзбекистон (Ўзбекистон Республикаси) Телоника, Аxbорот-Ғисмий хуқуқидин, 7а-уш. Тел: (99871) 246-39-28, Факс: (99871) 217-12-73, e-mail: fan_va_tarmaqi@uztelnet.uz, «Фан ва тармакисин» ДУК, 2-даража, аxbоротчилар қилмаси.

Диссертация билан «Фан ва тармакисин» давлат унвир кордонисининг аxbоротчилар марказида (www.garbi.uz), телефон № 29-21; танқидот қилмаси (Ўзбекистон Республикаси), Аxbорот-Ғисмий хуқуқидин, 7а-уш. Тел: (99871) 246-39-28, Факс: (99871) 217-12-73.

Диссертация авторфератин «16» декабри, 2021 йилнинг қилмасидин (2021 йил 8 ноябрининг № 29-21 рақамининг регистр қилмасидин).


С.С. Ибрагимов
Илмий даражасининг берувчи илмий қилмасини рақам,
Ушбу фан даражасининг, т.ф.н., профессор
М.З. Нарзиева
Илмий даражасининг берувчи илмий
қилмасининг рақамининг, к.ф.н., к.и.н.
А.М. Эмоми
Илмий даражасининг берувчи илмий қилмасининг
ҳуқуқидинининг қилмасини рақам, т.ф.н., профессор

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда қишлоқ хўжалик техникалари эҳтиёт қисмларини ишлаб чиқариш, уларнинг мустаҳкамлигини ошириш, эҳтиёт қисмлар учун сарф харажатлар ҳамда уларни ишлаб чиқариш таннархини камайтириш муҳим вазифалардан ҳисобланади. Бу борада қишлоқ хўжалиги машиналарининг тез ейиладиган деталларини тайёрлаш усулларини яратиш, уларнинг мустаҳкамлиги, ейилишга бардошлигини ошириш ва уларни пухталашнинг янги технологияларини ишлаб чиқиш алоҳида аҳамият касб этади.

Жаҳон миқёсида қишлоқ хўжалиги машиналарининг тез ейиладиган деталларининг хизмат муддатини ошириш, уларни физик-механик хоссаларини яхшилаш, ейилишга чидамли структураларни олиш усуллари ва машиналардаги кесувчи сегментларни пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, қишлоқ хўжалик машина ва механизмларнинг деталлари ва ишчи ресурсларини ишлаб чиқиш, уларнинг бир вақтнинг ўзида ишлаб чиқаришга кетадиган сарф харажатларини камайтириш, эҳтиёт қисмларини мустаҳкамлиги ва хизмат муддатини ошириш имконини берадиган самарали кимёвий-термик ишлов бериш технологияларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда қишлоқ хўжалиги машинасозлиги соҳасининг замонавий ривожланиши қишлоқ хўжалиги машиналарининг тез ейиладиган деталларини пухталаш орқали бирга унинг физик-механик хоссаларини яхшилаш, мустаҳкамлигини ва ейилишга чидамлилигини ошириш, таннархини камайтириш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегияси дастурининг тўртинчи йўналишида «... илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни рағбатлантириш, инновацион ютуқларни амалиётга татбиқ этишнинг самарали механизмларини яратиш...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, самарали кимёвий-термик ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқиш, қишлоқ хўжалик машиналарининг тез ейиладиган деталларини пухталаш ёрдамида цементациялаш технологияси асосида асбобларнинг ейилишбардошлигини ошириш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 7 июлдаги ПҚ-3117-сон «Қишлоқ хўжалигида машинасозлик соҳаси илмий-техника базасини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2018 йил 4 январдаги ПҚ-3459-сон «Қишлоқ хўжалигининг техник жиҳозланиш даражасини янада ошириш борасидаги қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» ги ва 2018 йил 10 майдаги ПҚ-3712-«Қишлоқ хўжалигини ўз вақтида қишлоқ хўжалиги

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг "2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикаси ривожланишининг бешта устувор йўналишларидаги ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги № ПФ-4947-сонли Фармони

техникаси билан таъминлаш механизмларини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергоресурстежамкорлик, машинасозлик ва ресурстежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қишлоқ хўжалиги деталларини пухталаш усулларига, жумладан кимёвий-термик ишлов бериш усуллари, цементациялаш, азотлашни қўллаш ва уларнинг пўлатларнинг структура ҳосил бўлишига таъсирлари ва уларнинг хусусиятларини ўрганиш соҳасидаги илмий тадқиқотлар, қуйидаги олимлар томонидан амалга оширилди: Stuart H., Ridley N., Anand L., Guland J., Shipman J., Brush E., Перевердев В.М., Колмыков В.И., Воротников В.А. ва бошқалар. Машина деталлари ва асбобларни пухталашнинг цементациялаш усулини тадқиқ қилиш, ишлаб чиқиш ва уларни қўллашда эса Stuart H., Ridley N., Yang G.H., Garrison W.M., Колмыков В.И., Перевердев В.М., Сельников А.С., Новиков В.С, Ф.Р. Норхуджаев, Д.М. Бердиевларнинг илмий мактаблари бир қанча илмий изланишлар олиб бормоқда.

Мавжуд ишлар таҳлилига кўра, қишлоқ хўжалиги машиналари йиғиш аппаратлари сегментларининг кесувчи қирраларини пухталаш технологиясини юқори ҳароратли цементациялаш ва кейинги юқори ҳароратли тоблаш билан ишлаб чиқиш орқали пухталашнинг технологик жараёни, меҳнат ҳажми ва таннархини камайтириш билан боғлиқ бўлган мавжуд илмий-тадқиқот ишларига боғлиқ бўлган муаммолар батафсил ёритилмаган. Мазкур диссертация иши ушбу долзарб муаммоларни ҳал этишга бағишланган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Фарғона политехника институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаларига мувофиқ №23/5 «Қишлоқ хўжалик машиналари деталларинг ейилишбардошлигини ошириш» (2018-2020 йй.) мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қишлоқ хўжалик машиналари аппаратларини кесувчи сегментларининг пухталаш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

тадқиқ қилинаётган пўлат учун юқори ҳароратли цементациялаш ва тоблашнинг режимларини асослаш ва аниқлаш;

цементациялаш ва кейинги тоблаш режимларининг пўлатнинг структура-фаза ҳолатига таъсирини аниқлаш;

цементациялаш ва тоблаш ҳароратини аустенит донаси ўлчамига таъсирини аниқлаш;

юқори ҳароратли цементациялаш жараёни учун қаттиқ карбюризатор таркибини аниқлаш;

ғалла йиғиш комбайнлари сегментларини кесувчи қирраларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида 40Х, 45ХН ва 55ХГР маркали углеродли кам легирланган пўлатлар олинган.

Тадқиқотнинг предметини бўлиб, ғалла йиғиш комбайнлари сегментларининг кесувчи қирраларини юқори ҳароратли цементациялаш ва юқори ҳароратли тоблаш ёрдамида пухталаш технологияси ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида замонавий тадқиқот усуллари, жумладан рентгенструктурали таҳлил, металлографик таҳлил, кимёвий таҳлиллардан, намуналарнинг қаттиқлиги ва зарбий қовушқоқлиги “Металлар, Роквелл бўйича ўлчаш усули” ва бошқа умумқабул қилинган усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

цементациялаш ва тоблашнинг технологик режимларининг углеродли кам легирланган пўлатларининг структура-фаза ҳолатига таъсири аниқланган;

пўлатни цементациялаш ва кейинги термик ишлов бериш жараёнининг иссиқлик режимлари ишлаб чиқилган;

пўлатни цементациялаш ва тоблаш ҳароратининг унинг аустенит донаси ўлчамига таъсири аниқланган;

цементациялаш ва тоблаш ҳароратининг пўлатнинг кристалл тузилиши нуқсонийлиги даражасига таъсири аниқланган;

юқори ҳароратли цементациялаш жараёни учун қаттиқ карбюризаторнинг таркиби аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Цементациялаш ва кейинги термик ишлов беришнинг технологик циклини 2 соатгача камайтирадиган «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструктор-технологик маркази» МЧЖ шароитида ғалла йиғиш комбайнлари сегментларининг кесувчи қирраларини пухталашнинг технологик жараёни ишлаб чиқилган;

40Х, 45ХН ва 55ХГР маркали углеродли кам легирланган пўлатлар учун стандарт термик ишлов бериш режимларига нисбатан сегментларини кесувчи қирраларининг бардошлилигини 1,2-1,5 мартага ошириш имконини берадиган иссиқлик режимлари ишлаб чиқилган;

Цементациялаш жараёнини ўтказиш учун қаттиқ карбюризаторнинг оптимал таркиби аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги аниқ қўйилган вазифа асосида олинган, углеродли кам легирланган пўлатларни юқори ҳароратда

цементациялаш ва кейинги тоблашнинг режимларини ишлаб чиқишда кўп сонли экспериментлар натижаларини математик статистика усулида қайта ишлов бериш замонавий техника ва технологиялардан фойдаланиш асосида аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тадқиқ қилинаётган пўлатда структура-фаза ўзгаришларининг қонуниятларини аниқлаш, юқори ҳароратда цементациялаш ва тоблаш жараёнларининг иссиқлик режимларини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ғалла йиғиш комбайнлари сегментларининг кесувчи қирраларининг ейилишга чидамлилигининг ошиши ва ишлаб чиқилган режимлар асосида цементациялаш жараёнини тоблаш жараёни билан бирлаштириш ҳисобига пухталашнинг технологик циклини 2 соатга камайтириши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қишлоқ хўжалик машиналари аппаратларининг кесувчи сегментларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

қишлоқ хўжалиги машиналарининг йиғиш аппаратлари сегментларининг қирраларини пухталаш технологияси «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструктор-технологик маркази» МЧЖда амалиётга жорий қилинган («UzAvto» АЖнинг 2020 йил 30 декабрдаги 07/06-25-1941-сон маълумотномаси). Натижада, йиғиш аппаратлари сегментларининг бардошлилигини 2 -3 бараварга ошириш имконини берган;

цементациялаш жараёни ва кейинги термик ишлов беришнинг иссиқлик режимлари «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструктор-технологик маркази» МЧЖ да амалиётга жорий қилинган («UzAvto» АЖнинг 2020 йил 30 декабрдаги 07/06-25-1941-сон маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқилган режим цементациялаш жараёнини тоблаш жараёни билан бирлаштириш имконини берган ҳолда пухталашнинг технологик циклини 2 соатга камайтириш имконини берган;

цементациялаш жараёни учун 80 % газ қурумидан ва 20 % барий карбонатидан ташкил топган карбюратор «Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструктор-технологик маркази» МЧЖ да амалиётга жорий қилинган («UzAvto» АЖнинг 2020 йил 30 декабрдаги 07/06-25-1941-сон маълумотномаси). Натижада юзадаги қаттиқликнинг 55 НРС дан 62 НРСгача ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро конференцияларида муҳокама қилинган.

Диссертация натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 9 та иш нашр қилинган. Шулардан 5 таси илмий мақола бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия қилинган илмий нашрларда 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 113 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва асосий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Кам легирланган пўлатларнинг пухталаш самарадорлигини таъминлашнинг технологик имкониятлари**» деб номланган биринчи бобда йиғиш машиналари аппаратларининг кесувчи сегментларини тайёрлаш учун қўлланиладиган пўлатлар ҳамда бу сегментлардаги абразив ейилиш характери таҳлил қилинган.

Ҳозирги вақтда кесувчи сегментларнинг ейилишбардошлигини ошириш учун юзаларни пухталашнинг турли усуллари, жумладан лазер ёрдамида тоблаш, газ алангасида қошлаш, электр учкун ёрдамида легирлаш, вакуумли цементациялаш ва портловчи разрядларда цементациялаш ва бошқа усуллар ишлатилиши кўрсатилган. Бу ҳолатда энг кўп тарқалган усул цементациялаш технологияси ҳисобланади, чунки цементациялаш жараёнида қаттиқлиги бўйича кварц кумидан қолишмайдиган карбидлар ҳосил бўлади. Бундан ташқари цементациялаш технологияси ишлаб чиқаришда мавжуд бўлган одатдаги термик жиҳозлар (вакуумли технологиядан ташқари)ни қўллаш имконини беради. Жумладан кенг қўламда газ ёрдамида цементациялаш ва қаттиқ карбюраторда цементациялаш жараёнлари ишлатилади. Лекин катта серияли ишлаб чиқаришда ва қишлоқ хўжалиги корхоналарининг таъмирлаш цехларида қаттиқ карбюраторда цементациялаш жараёнини интенсификациялашнинг технологик имкониятлари бўйича маълумотлар мавжуд эмас.

Адабиётлар шарҳи қаттиқ карбюраторда цементациялаш жараёнини қўллаш, айниқса таъмирлаш бўйича ишлаб чиқаришда бир қатор ютуқларга эга бўлишини кўрсатди. Бу ютуқларга газларни ишлатиш мумкинлиги, тўйинтирувчи атмосферани автоматик тарзда назорат қилиш ҳамда қиздириш қурилмаларига хизмат кўрсатишнинг қулайлиги кабилар киради. Бундан ташқари абразив ейилиш шароитида энг юқори ейилишбардошликка донали цементит эга бўлиши аниқланган бўлиб, уни олиш учун қаттиқ карбюраторларни қўллаш ҳар жиҳатдан тўғри келади. Бу борада Ўзбекистонда технологик жараёнларни интенсификация қилиш имконини берадиган юқори ҳароратли цементациялаш жараёнига қаттиқ

карбюраторларни қўллаш имкониятлари бўйича тадқиқот ишлари бажарилмаган.

Диссертациянинг «**Объект танлаш ва экспериментал тадқиқот қилиш методикаси**» номли иккинчи бобида тадқиқот қилиш объектлари ва тадқиқ қилиш учун қўлланилган усуллар берилган.

Тадқиқот объекти сифатида 40Х, 45ХН, 55ХГР маркали кам легирланган конструкцион пўлатлар танланган. Бу пўлатларнинг кимёвий таркибига кўра хромга эга бўлиши билан бирлаштирган бўлиб, хром асосий карбидлар ҳосил қилувчи элемент ҳисобланади (1-жадвал).

1-жадвал

Тадқиқот қилинадиган пўлатларнинг кимёвий таркиби

Пўлат маркаси	Пўлатдаги элементларнинг миқдори, % да							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	B	S	P
40X	0,42	0,3	0,6	1,0	0,3	-	0,025	0,025
45XН	0,45	0,3	0,7	0,75	1,0	-	0,035	0,035
55XГР	0,55	0,3	0,9	1,2	-	0,003	0,035	0,035

Цементациялаш ва тоблаш жараёнлари учун пўлатдан тайёрланган намуналарни қиздириш шахтали печларда амалга оширилди. Ушлаб туриш вақти 2 соатдан то 12 соатгачани ташкил этади. Пўлатларни цементациялаш ва тоблаш учун қиздириш ҳарорати стандарт 860⁰С – 880⁰С дан 1200⁰С ҳароратни ўзи ичига олади. Пўлатларни бўшатиш 200⁰С ҳароратдан то 400⁰С ҳароратгача ўтказилди.

Металлографик таҳлиллар МИМ-8 маркали микроскопларда 500 мартагача катталаштиришларда бажарилди.

Рентгенструктура таҳлиллари ДРОН-3,0 рентген дифрактометрида темир аноди нурланишида ўтказилди. Цементациялаш ва термик ишлов беришнинг режимларини пўлатнинг майин структурасига, яъни кристалл тузилишнинг нуқсонийлилик даражасига таъсири баҳоланди, бу баҳоланиш рентген чизиқлари (220) кенглиги орқали бажарилди.

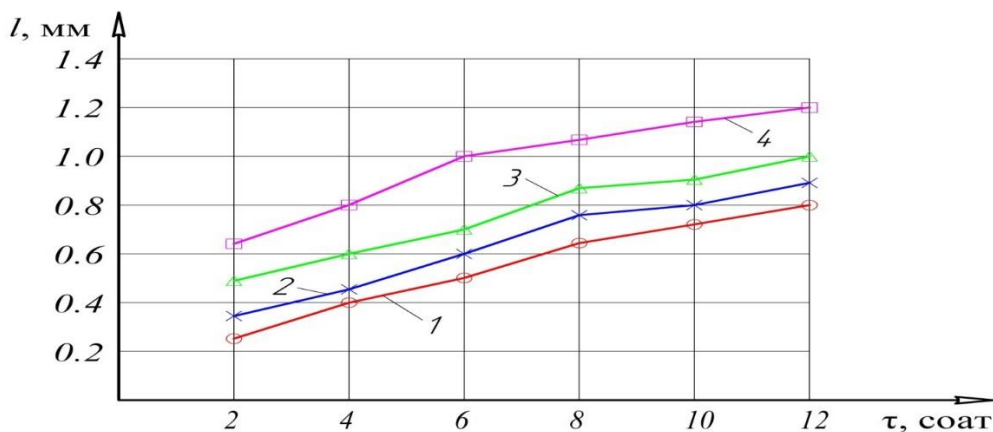
Цементацияланган ва термик ишлов берилган намуналарнинг қаттиқлиги ГОСТ9013 бўйича ТК-2 маркали қаттиқлик ўлчайдиган қурилмада 150 кгс юкламада аниқланди.

Пўлатларнинг юзасидаги микроқаттиқлик ПМТ-3 маркали микроқаттиқлик ўлчайдиган приборда аниқланди. Зарбий қовушқоқлик МК-30 маятникли копёрда ГОСТ 9454-78 бўйича аниқланди. Ёйилиш-бардошликка синаш Х4-Б маркали ишқаланиш машинасида намуналарнинг абразив ёйилишда ўтказилди. “CLASS” фирмасининг йиғиш комбайнлари аппаратларини пухталанган кесувчи сегментлари синаш дала шароитларда ўтказилди.

Эксперимент натижаларини қайта ишлаш математик статистика усули билан амалга оширилган.

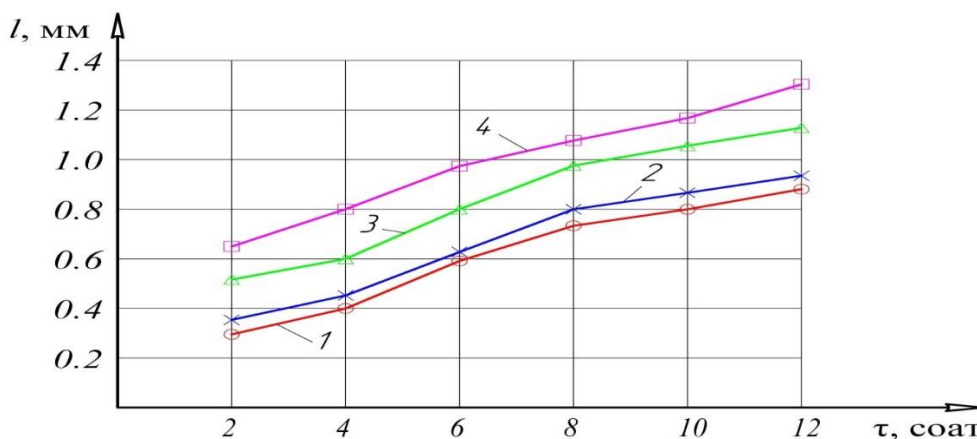
Диссертация ишининг “**Цементациялаш ва термик ишлов бериш режимларининг тадқиқот қилинаётган пўлатларнинг структураси**

ва хоссасига таъсири” номли учинчи бобда цементациялаш ва кейинги термик ишлов беришнинг технологик режимларининг тадқиқот қилинаётган пўлатларининг диффузион қатлам қалинлиги, структура параметрлари ва механик тавсифномаларига таъсири бўйича боғлиқлик натижалари келтирилган. Тадқиқот қилиш натижалари 900⁰С ҳароратда цементациялаш жараёнида 1 мм самарали диффузион қатламини олиш учун 12 соатдан кўп вақт керак бўлишини кўрсатди (1-3 расмлар).



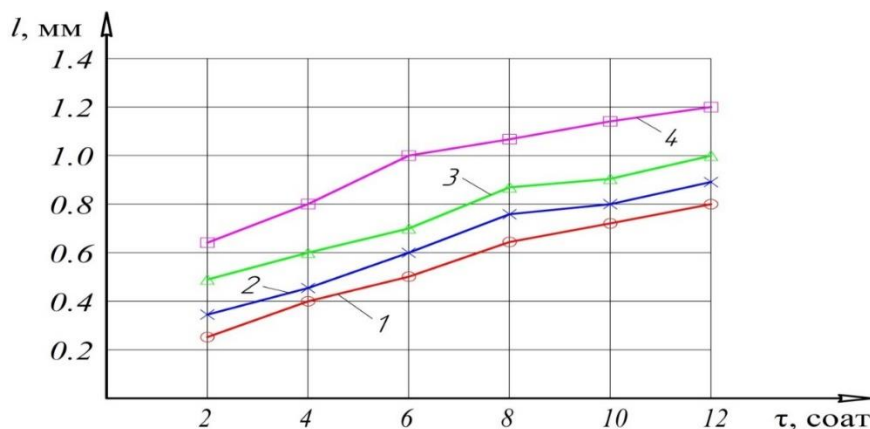
1-цементациялаш ҳарорати – 900⁰С; 2- цементациялаш ҳарорати – 1000⁰С;
3- цементациялаш ҳарорати – 1100⁰С; 4- цементациялаш ҳарорати – 1200⁰С.

1-расм. 80 % газ қуруми ва 20 % ВаСО₃ эга бўлган карбюризаторда 55ХГР маркали пўлатни цементациялашда цементацияланган қатлам чуқурлигининг давом этиш вақтининг ҳароратга боғлиқлиги



1- цементациялаш ҳарорати – 900⁰С; 2- цементациялаш ҳарорати – 1000⁰С; 3- цементациялаш ҳарорати – 1100⁰С; 4- цементациялаш ҳарорати – 1200⁰С.

2-расм. 80 % газ қуруми ва 20 % ВаСО₃ эга бўлган карбюризаторда 45ХН маркали пўлатни цементациялашда цементацияланган қатлам чуқурлигининг давом этиш вақтининг ҳароратга боғлиқлиги

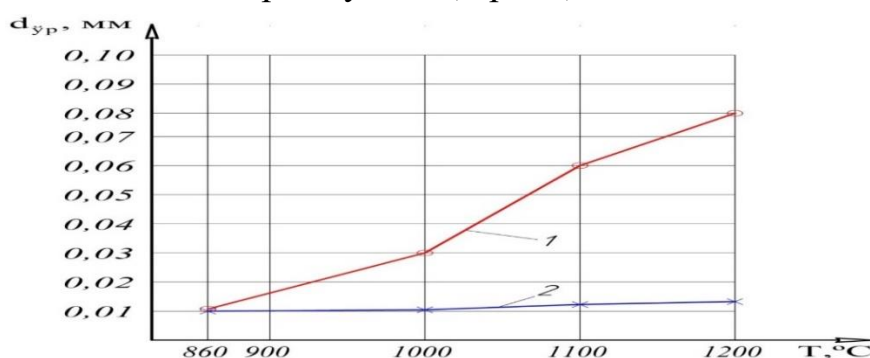


1- цементациялаш ҳарорати – 900 °C; 2- цементациялаш ҳарорати – 1000 °C; 3- цементациялаш ҳарорати – 1100 °C; 4- цементациялаш ҳарорати – 1200 °C.

3-расм. 80 % газ қуруми ва 20 % BaCO_3 эга бўлган карбюризаторда 55ХГР маркали пўлатни цементациялашда цементацияланган қатлам чуқурлигининг давом этиш вақтининг ҳароратга боғлиқлиги

1100-1200°C ҳароратда цементациялаш жараёнида 8 дан 10 соатгача вақт етарли ҳисобланади. Цементациялаш ёрдамида пухталашнинг стандарт технологик жараёнида пўлатни углерод билан тўйинтиришдан кейин стандарт термик ишлов бериш жараёнини бажариш керак бўлади, бу ўз навбатида бу жараён ҳар бир пўлат маркаси учун одатда қабул қилинган ҳароратда тоблаш ва берилган қаттиқликни олиш учун бўшатиш жараёнидан иборат бўлади.

Бизнинг ҳолатда цементациялаш жараёнини интенсификациялаш ва имконият даражасида цементациялаш жараёнини тоблаш жараёни билан бирлаштириш вазифаси қўйилган. Бу имкониятларни тадқиқ қилиш учун пўлатни тоблаш учун қиздириш ҳароратини узок вақт аустенизациялашга таъсирини тадқиқ қилиш керак бўлади (4-расм).



1- нормаллашдан кейин донанинг ўлчами, аустенизациялаш 2 соат;
2- қайта тоблашдан кейин донанинг ўлчами.

4-расм. 55ХГР маркали пўлатнинг аустенит донасининг ўлчамини дастлабки қиздириш ҳароратига боғлиқлиги

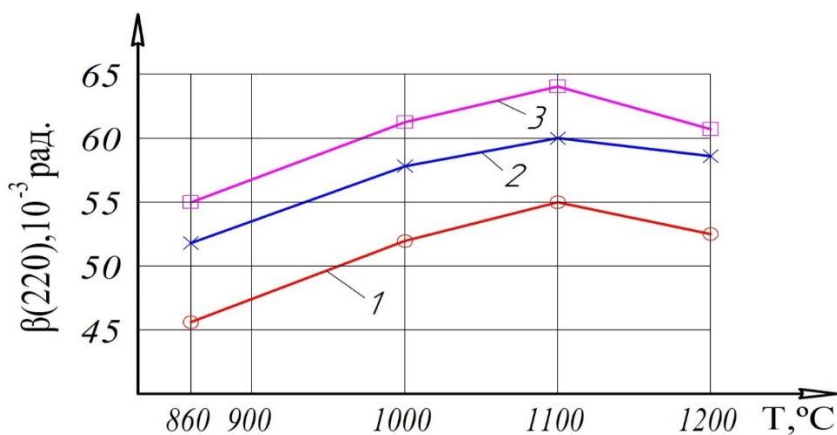
Бунинг учун пўлатни тоблаш учун дастлабки қиздириш ҳароратини аустенит донасининг катталашини таъсири тадқиқ қилинган. Графиклардан пўлатнинг қиздириш ҳароратининг ошиши билан аустенит донаси интенсив

равишда ошиши кўришиб турибди. Лекин бу ҳароратларда қайтадан тоблаш натижасида бу нуқсон, ҳодисалар бартараф этилади.

Шундай қилиб шуни таъкидлаш жоизки, пўлатларни юқори ҳароратда тоблашдан кейин цементациялаш жараёнини ўтказиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бу ҳолатда донанинг интенсив ўсиши кузатилади, бу эса совитишдан сўнг қайд қилинади.

Донани майдалаштириш учун цементацияланган намуналарни совитишдан кейин пўлатни тоблаш лозим. Қайтадан тоблаш ўтказилганда аустенизациялаш жараёнини ҳамма қиздириш ҳароратларида донанинг майдалашиши содир бўлади ва бу ҳолатлардаги вақт соат эмас, балки дақиқаларни ташкил этади. Бундан ташқари асбобсозлик пўлатлари учун олдиндан қилинган тадқиқотлар натижасида экстремал ҳароратда тоблаш ўтказилганда кристалл панжаранинг нуқсонлилиги ошади, бу эса ўз навбатида пўлатларнинг ейилишга чидамлилигини таъминлаб беради.

Ўзгартириш интервали 200°C дан то 400°C гача олинди. Олиб борилган тадқиқотлар 1100°C ҳароратда тоблаш ва бўшатишни ҳамма режимларида кристалл тузилишининг нуқсонийлик даражаси юқори эканлигини кўрсатди (5-расм).



1- 40X маркали пўлат; 2- 45ХН маркали пўлат; 3- 55ХГР маркали пўлат.

5-расм. 40X, 45ХН, 55ХГР маркали пўлатларнинг (220) рентген чизиқларининг физик кенглигининг тоблаш, 200°C бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда ўзгариши

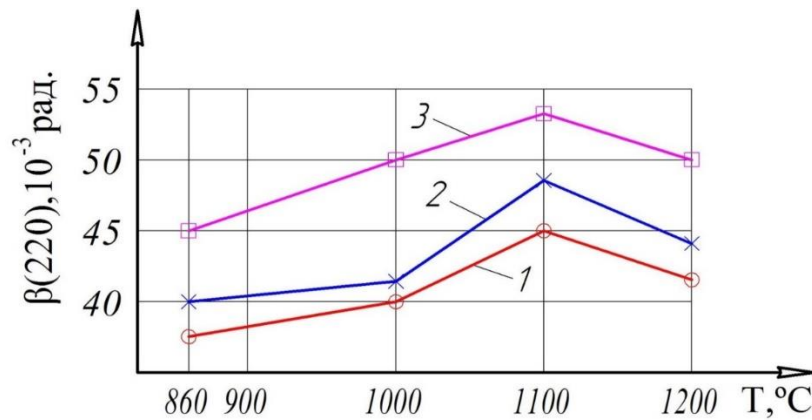
Пўлатнинг кристалл тузилишининг нуқсонлилики даражасини аниқлаш учун тоблаш ва бўшатиш ҳароратларини шу даражага таъсири бўйича тадқиқот ишлари олиб борилди.

Нуқсонийлик даражасининг интеграл тавсифномаси сифатида тавсияларга мувофиқ (220) рентген чизиқлари олинган. Рентген чизиқларининг физик кенглигини (220) термик ишлов бериш, яъни тоблаш ва бўшатиш режимларига боғлиқ равишда ўзгариши аниқланди.

Стандарт тоблашнинг қиздириш ҳарорати сифатида 860°C ҳарорат олинган. Худди шу ҳароратда тадқиқот қилинаётган учта пўлат маркасини тоблаш мумкин бўлади, бу эса ўз навбатида бу пўлатларнинг термик ишлов

бериш режимларини унификация қилиш имкониятини беради. Тоблаш учун қиздириш режимлари цементациялаш жараёнлари билан бир хил, ўхшашдир.

Пўлатларни тоблаш учун қиздириш режимлари 860°C дан то 1200°C ҳароратгача бўлган ҳолатларда тадқиқот ишлари ўтказилди (6-расм).

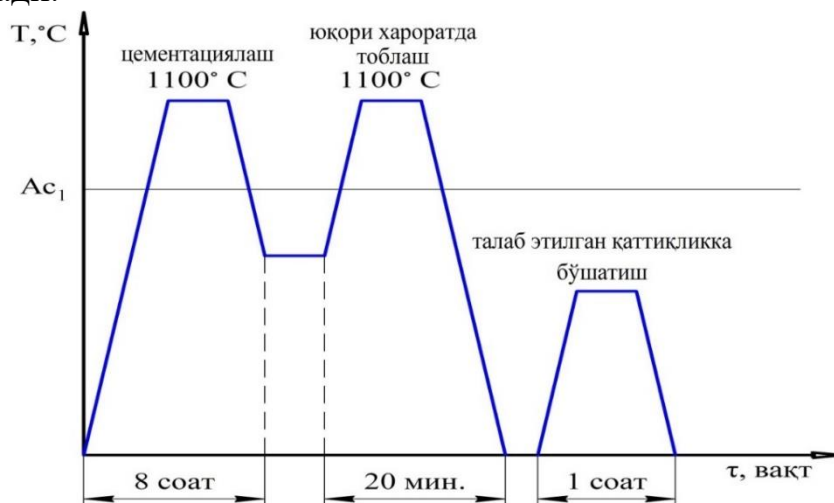


1- 40X маркали пўлат; 2- 45XN маркали пўлат; 3- 55XGP маркали пўлат.

6-расм. 40X, 45XN, 55XGP маркали пўлатларнинг (220) рентген чизиқларининг физик кенглигининг тоблаш, 350 °C бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда ўзгариши

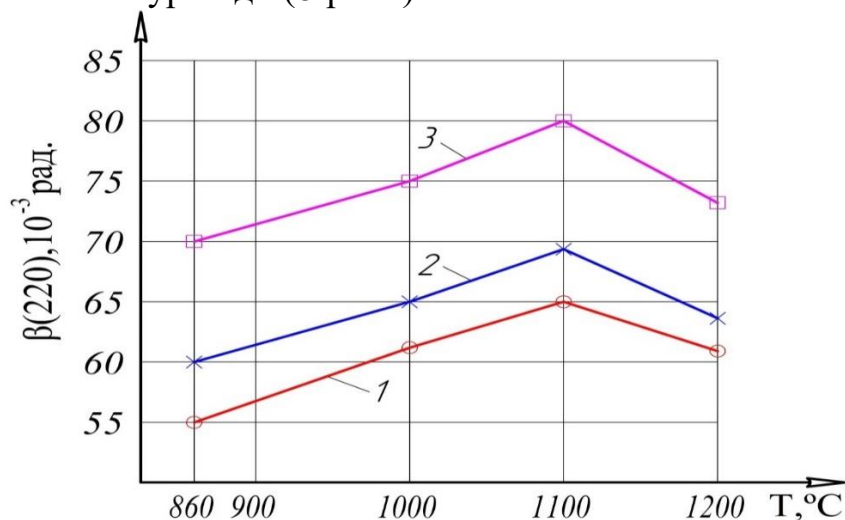
Бу ҳолат юқори ҳароратли қиздиришда қийин эрийдиган фазалар (оксидлар, нитридлар) эришининг кузатилиши ва кристалл тузилишининг юқори даражадаги нуқсонийлигига эга бўлган мувозанат бўлмаган структуранинг ҳосил бўлиши билан тушунтирилади. Бизнинг ҳолатда цементациялаш жараёнининг энергия ҳажмдорлигини камайтириш мақсадида цементациялаш ва тоблашни бирлаштирадиган пўлатларни пухталашнинг технологик схемаси тавсия этилган (7-расм).

Пўлатларни бундай пухталаш схемасида цементациялаш жараёни тоблаш жараёни билан ягона технологик циклга бирлаштирилади. Бундай ҳолатда битта қиздириш қурилмаси ва бир хил ишчи ҳароратдан фойдаланилади.



7-расм. Қаттиқ карбюризаторда цементациялаш ва термик ишлов бериш жараёнининг тавсия этилаётган схемаси

Рентгенструктура таҳлили тўлиқ пухталаш цикли тугагандан кейин кристалл тузилишнинг максимум нуқсонийлиги тоблаш ҳарорати 1100°C бўлганда бўлишини кўрсатди (8-расм).

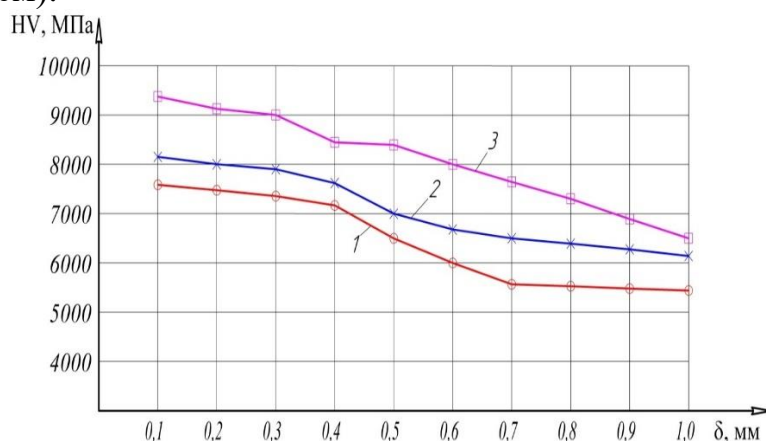


1- 40X маркали пўлат; 2- 45XN маркали пўлат; 3- 55XGP маркали пўлат.

8-расм. 200°C якуний бўшатиш ҳароратига эга бўлган пухталашнинг тўлиқ циклидан ўтган 40X, 45XN, 55XGP маркали пўлатларни (220) рентген чизиқларининг физик кенглигининг ўзгариши

Шу билан бирга пўлатнинг диффузион зонасининг чуқурлиги бўйича микрокаттикликни ўлчаш ҳам бажарилди. 55XGP маркали пўлатнинг 1100°C ҳароратда ўтказилган цементациялаш билан тоблаш ҳамда 200°C ҳароратда паст ҳароратли бўшатиш кейин пўлатнинг диффузион зонаси тадқиқ қилинди.

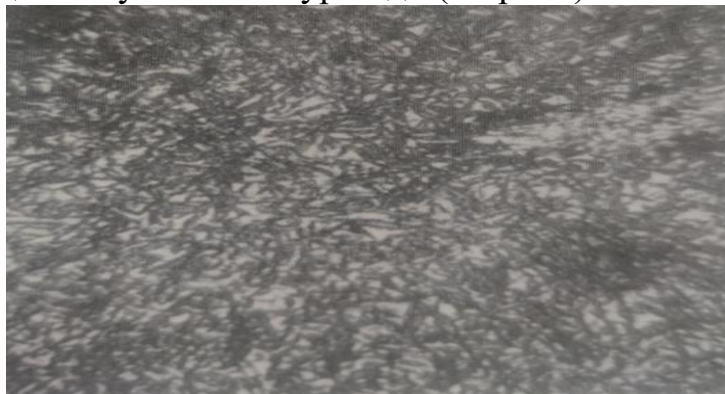
Ишлаб чиқаришда цементацияланган қатлам қалинлиги сифатида эвтектоиддан кейинги, эвтектоидли ва ярми эвтектоидгача зоналардан ташкил топган зона олинади, унинг микрокаттиклик даражаси $5000\text{HV} - 6000\text{HV}$ га мос келади (9-расм).



1- 40X маркали пўлат; 2- 45XN маркали пўлат; 3- 55XGP маркали пўлат.

9-расм. Пухталашнинг тўлиқ цикли, цементациялаш ва 1100°C ҳароратда тоблаш ва $180-200^{\circ}\text{C}$ ҳароратда якуний бўшатишдан ўтган пўлатнинг юза қатлами чуқурлигида микрокаттикликнинг ўзгариши

Цементациялашдан кейин термик ишлов берилган 55ХГР маркали пўлатнинг микроструктура таҳлиллари структурада майда игнали мартенсит, унча катта бўлмаган участкаларда қолдиқ аустенит ва ўз навбатида карбидларнинг ҳосил бўлишини кўрсатди (10-расм).



X500

10-расм. 55ХГР маркали пўлатни цементациялаш ва кейинги термик ишлов беришдан сўнг микроструктураси. Цементациялаш ҳарорати 1100 °С, ушлаб туриш вақти – 8 соат, тоблаш ҳарорати 1100 °С, бўшатиш ҳарорати 200 °С.

Цементациялаш ва термик ишлов беришнинг режимларининг зарбий қовушқоқликка таъсирини аниқлаш учун алоҳида тадқиқот ишлари бажарилди. Тадқиқот натижалари 55ХГР маркали пўлатни 40Х ва 45ХН маркали пўлатларга нисбатан юқорироқ зарбий қовушқоқликка эга бўлишини кўрсатди. Тадқиқот қилинаётган пўлатларнинг ҳамма маркаларида зарбий қовушқоқликни цементациялаш ва тоблаш режимларига боғлиқлиги кузатилмоқда.

Цементациялаш ва тоблаш ҳароратининг ошиши билан пўлатнинг зарбий қовушқоқлиги камаяди. Бу натижалар пўлатларнинг қаттиқлигининг ўзгариши бўйича маълумотларига мос келади. Цементациялаш ва тоблаш ҳароратининг ошиши билан пўлатнинг қаттиқлиги ошади ва ўз навбатида пўлатнинг мўртлиги ҳам ошишини зарбий қовушқоқлик бўйича эксперимент натижалари кўрсатди. Умуман шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, тадқиқ қилинаётган пўлатнинг зарбий қовушқоқлиги пухталашнинг ҳамма режимларида ҳар бир пўлат маркаси учун талабга жавоб берадиган ҳолатда бўлиб, бу эса йиғиш машиналари аппаратларини кесувчи сегментларини тайёрлашда қўлланиладиган пўлатлар учун ишлаб чиқилган пухталаш режимларини қўллаш имконини беради.

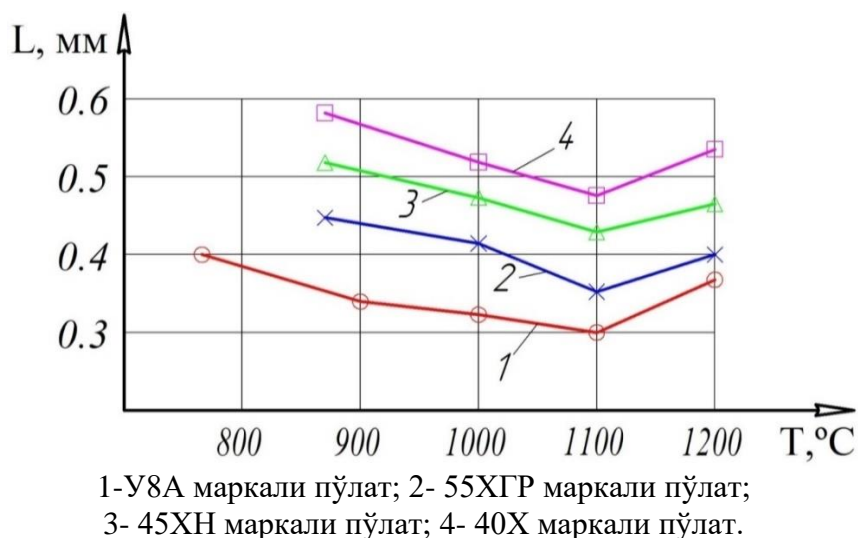
Диссертация ишининг “**Цементациялаш ёрдамида пухталашнинг технологик режимларини пўлатнинг ейилишга бардошлиликка таъсири ва йиғиш машинасининг кесувчи сегментларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш**” номли тўртинчи бобида У8А, 40Х, 45ХН ва 55ХГР маркали пўлатларнинг абразив ейилишбардошлигини термик ишлов бериш режимларига боғлиқ равишдаги натижалари ҳамда цементациялаш ва кейинги

термик ишлов беришдан ўтган пухталанган пўлатларни синаш натижалари ҳам келтирилган.

Тадқиқ қилинаётган пўлатларнинг абразив ейилишбардошлиги Х4-Б маркали ишқаланиш машинасида аниқланди. Синаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижаларини қиёсий таққослаш мақсадида У8А, 40Х, 45ХН ва 55ХГР маркали пўлатлардан тайёрланган намуналар термик ишлов беришнинг, яъни тоблаш ва бўшатишнинг турли ҳароратларида ишлов беришга жалб қилинди. У8А маркали пўлат АҚШ ASME стандарти бўйича W108 маркали пўлатнинг аналоги ҳисобланиб, ушбу пўлат хорижий фирмаларда йиғиш машиналари аппаратларини кесувчи сегментларини тайёрлашда қўлланилади. Олинган натижаларни таҳлил қилиш учун пўлатнинг ейилишини тоблаш ва 200⁰С ҳароратда бўшатиш режимларига боғлиқлик графиги қурилди (11-расм).

Графикдан У8А маркали пўлатнинг энг кичик ейилишга эга эканлиги кўриниб турибди. Пўлатда углероднинг миқдорининг камайиши билан пўлатнинг ейилиши ошиб боради, бу эса ўз навбатида пўлатнинг қаттиқлигига мос келади. 1100⁰С ҳароратда тоблаш ҳароратининг таъсири бир хилда кўрилиб, бу тоблашда пўлатнинг ейилиши минимал қийматга етади. Йиғиш машиналари аппаратларини кесувчи сегментлари асосан У8А маркали пўлатдан тайёрланади. Термик ишлов бериш ёрдамида 55ХГР маркали пружинали пўлатни қўллаш натижасида ейилишбардошлик бўйича У8А маркали пўлатнинг ейилишбардошлигига яқинлашиш мумкин бўлади. Лекин кесувчи сегментларнинг ейилишбардошлигини умумий ошириш учун етарли ҳисобланмайди. Пўлатнинг ейилишбардошлигини ошириш мақсадида қаттиқ карбюраторда цементациялаш технологияси қўлланилган.

Кам легирланган конструкцион пўлатни пухталашнинг янги технологиясининг ўзига хос хусусиятига цементациялаш жараёнини тоблаш жараёни билан бирлаштириш ётибди. Янги технология бўйича тадқиқ қилинаётган пўлатларни абразив ейилишбардошликка синаш учун 40Х, 45ХН, 55ХГР маркали пўлатлардан намуналар тайёрланди.



11-расм. Пўлатнинг ейилишбардошлигини тоблаш ҳарорати, 200 °С ҳароратда бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда ўзгариши

Бу намуналар пухталашнинг қуйидаги босқичларидан ўтди: олдин 80 %

газ қуруми ва 20 % барий углекарбонатдан ташкил топган қаттиқ карбюраторда 860⁰С дан 1200⁰С гача ҳароратларда 8 соат мобайнида цементациялаш жараёни ўтказилди, сўнгра намуналар цементацияланган қутичадан олинади ва кейин 500⁰С ҳароратгача секин совитилади шундан сўнг намуналар тўғридан-тўғри цементациялаш жараёни ўтказилган тоблаш печига юкланади. Намуналар бу печда 1100⁰С ҳароратгача қиздирилади ва мойда тобланади. Тайёрланган намуналар 2-бобда ифодаланган методика бўйича ейилишбардошликка синалди. Синашлар натижаси асосида пўлатнинг абразив ейилишининг цементациялаш режимлари ва кейинги термик ишлов беришга боғлиқлик графиклари қурилди (11-расм).

Тадқиқ қилиш натижалари пўлатни цементациялаш жараёнини тоблаш билан биргаликда ўтказилиши ейилишбардошлик даражасини цементациялаш ва тоблаш ҳароратларининг ошиши билан ошишини кўрсатди ва 1100⁰С ҳароратда цементациялаш ва тоблаш ҳарорати ҳамда қўлланилган бўшатишлар ҳароратлар режимларида катта бўлган қийматга эга бўлиши мумкинлигини кўрсатди. Шунини алоҳида таъкидлаш жоизки, пўлатларни стандарт цементациялаш ва термик ишлов бериш жараёнлари схемаси билан таққослаш ишлари бажарилди, бу жараёнлар қуйидаги режимлардан иборат: 920⁰С ҳароратда цементациялаш, сўнгра хона ҳароратигача совитиш ва тоблаш ҳамма маркали пўлатларни 860⁰С ҳароратда тоблаш ва 200⁰С, 350⁰С, 400⁰С ҳароратларда бўшатишдан иборат. Бу синов натижаларини пўлатларнинг маркалари бўйича таққослаш пўлатлардан тайёрланган намуналарни ейилишидаги фарқлар пўлат маркаларига боғлиқ равишда, яъни углероднинг ҳақиқий фоиздаги миқдорида аниқ кўришиб турибди.. Энг кам ейилиш цементациялаш ва термик ишлов беришнинг ҳамма режимларида 55ХГР маркали пўлатда кузатилади. 40Х ва 45ХН маркали пўлатлардан тайёрланган намуналарда ейилиш ўзининг қийматига яқин бўлади. Шундай қилиб, пўлатларни цементациялаш ва кейинги термик ишлов беришда ейилишбардошлилигини оширувчи асосий омил углероднинг фоиздаги миқдори бўлиб, у пўлатларни карбидзациялаш жараёнида асосий элемент ҳисобланади, бу пўлатнинг қаттиқлиги бўйича қийматларида ўз аксини топади (2-жадвал). Саноати ривожланган давлатларда асосан мўътадил иқлимлар зонасига эксплуатация қилишга мўлжалланган қишлоқ хўжалиги машиналари ишлаб чиқарилади.

Ўзбекистон иқлими иссиқ иқлимлар зонасига кириб, ҳароратнинг кескин ўзгариши ва ташқи муҳитнинг юқори чангланганлиги билан характерланади. Чангда 82 % гача кварц ва корунд бўлади, улар юқори қаттиқликка эга бўлиши билан қишлоқ хўжалиги машиналарини узеллари деталлари ва механизмларининг абразив ейилишига олиб келади. Бундан ташқари тупроқнинг таркибида кварц кумлари ҳам мавжуд. Жумладан, “CLASS” маркали ғалла йиғиш комбайнлар учун 1 та комплект кесувчи сегментларни олиш учун кетадиган сарф харажатлар юқори ҳисобланади. Кесувчи сегментлар пўлатдан тайёрланган уч бурчак шаклдаги пластинадан иборат бўлган асбоб ҳисобланади.

**Цементациялаш жараёнини тоблаш жараёни билан бирлаштирган ҳолда
ва якуний бўшатишдан иборат тўлиқ цикл пухталашдан кейин 40X,
45XН, 55XГР маркали пўлатларни қаттиқлиги**

Пўлатнинг маркаси	Цементациялаш ва тоблаш ҳарорати, °C	Якуний бўшатиш ҳарорати, °C	HRC шкала бўйича қаттиқлик
40X	860	200	58-59
	1000		58-59
	1100		59-60
	1200		59-60
45XН	860	200	58-59
	1000		58-59
	1100		60-61
	1200		60-61
55XГР	860	200	61-62
	1000		61-62
	1100		62-63
	1200		62-63

Сегментлар ёрдамида кесиш жараёни битта текисликда қайтар-тезланувчан ҳаракатлар ҳисобига амалга оширилади, ўсимликни кесиш сегментни доира пластинасига қарама-қарши томонга ҳаракатланиши туфайли ўсимликни ўроқнинг бармоқлари орасидаги стебелларга кириш натижасида бажарилади. Лекин сегментларнинг ейилишбардошлиги оригинал сегментларнинг ейилишбардошлигидан 1,5 – 2,0 марта кичик эди. Яна шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, кесувчи сегментлар юқори қаттиқликка эга бўлиши билан бирга керакли зарбий қовушқоқликка ҳам эга бўлиши керак. У8А ва 40X маркали пўлатларнинг турли ейилишбардошликка эга эканлиги У8А маркали пўлатда карбид фазаларнинг мавжудлиги ва 40X маркали пўлатда эса карбид фазаларнинг йўқлиги билан тушунтирилади. Пўлатларда қаттиқлик асосан тоблашда мартенситли ўзгаришлар ҳисобига ошади.

Шундай қилиб, пўлат структурасида цементит ташкил этувчини ошириш орқали ейилишбардошликни оширишга эришиш мумкин бўлади. Худди шу ҳолат комбайннинг кесувчи сегментини пухталашнинг янги технологиясини ишлаб чиқишда муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Технологиянинг самарадорлигини аниқлаш мақсадида 40X ва 55XГР маркали пўлатлардан кесувчи сегментлар қиёсий синовлар ўтказиш учун тайёрланди. 40X маркали пўлат абразив синовлар натижалари амалий жиҳатдан 45XН маркали пўлатники билан бир хил чиқди. Бундан ташқари 40X маркали пўлат 45XН маркали пўлатга қараганда машинасозликда кенг кўламда ишлатилади. 55XГР маркали пружинали пўлат абразив ейилишга синаш оқибатида стандарт термик ишлов беришдан ўтган У8А маркали пўлатга нисбатан яхши натижаларга эга бўлди.

40X ва 55XГР маркали пўлатлардан тайёрланган кесувчи сегментлар қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструктор-технологик маркази

шароитида тайёрланди.

Қиёсий таққослаш мақсадида ҳозирги вақтда қўлланилаётган стандарт термик ишлов беришдан ўтган ва пухталанмаган 40X маркали пўлатдан кесувчи сегментларнинг комплектлари тайёрланди. Импорт қилинадиган сегментларни алмаштириш мақсадида пухталашнинг технологик жараёни ўтказилди.

Дала шароитида ўтказилган синов ишлари 40X маркали пўлатдан тайёрланган ва стандарт технология асосида термик ишлов берилган ҳамда “CLASS” комбайнининг ўроғига ўрнатилган кесувчи сегментлар билан “Нуробод” МЧЖ МТП да 180-200 гектар ерга ишлов берилди. 55ХГР маркали пўлатдан тайёрланган ва юқори ҳароратли тоблаш ва паст ҳароратли бўшатишдан ўтган кесувчи сегментлар билан 200-220 гектар ерга ишлов берилди.

55ХГР маркали пўлатдан тайёрланган ва юқори ҳароратли цементациялашни юқори ҳароратли тоблаш ва паст ҳароратли бўшатиш биргаликда ўтказилгандан кейинги кесувчи сегментлар билан 250-300 гектар ерга ишлов берилди.

ХУЛОСА

1. 40X, 45ХН, 55ХГР маркали пўлатлар учун ейилишбардошликни 1,5-2,0 бараварга оширишни таъминлайдиган юқори ҳароратли цементациялаш ва тоблаш ҳамда паст ҳароратли бўшатишни ўз ичига олган пухталаш технологияси ишлаб чиқилди.

2. Ишлаб чиқилган технология асосида цементациялаш ва термик ишлов бериш жараёнида самарали пухталаш қалинлиги аниқланди.

3. Йиғиш машинаси аппаратларининг кесувчи сегментларини тайёрлаш учун ишлаб чиқариш сарф-харажатларининг 15-20 % га камайишини таъминлайдиган ноёб импорт қилинадиган W108 маркали пўлат ўрнига 55ХГР маркали пўлат тавсия этилди.

4. 40X, 45ХН, 55ХГР маркали пўлатлар учун технологик циклни 2 соатга камайтиришни таъминлайдиган цементациялаш ва тоблаш жараёнларини бирлаштириш имконини берадиган иссиқлик режимлари ишлаб чиқилди.

5. Пўлатларнинг сирқи қатламидаги қаттиқлигини 55 HRC дан 62 HRC гача оширишни таъминлайдиган 80% газ қуруми ва 20% барий карбонатдан иборат карбюратор таркиби цементациялаш жараёни учун тавсия этилди.

6. “Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструктор-технологик марказ” МЧЖ ва “Нуробод” МТП МЧЖга “CLASS” комбайни ўроғининг сегментини кесувчи қиррасини пухталаш технологиясини тадбиқ этиш натижасида кесувчи сегментларнинг ейилишбардошлигининг 1,5-2,0 бараварга ошиши аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЕШАБОЕВ АБДУВАХОБ МАРИФОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ РЕЩУЩИХ
СЕКМЕНТОВ АППАРАТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство.
Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных,
цветных и редких металлов. Технология радиоактивных, цветных и редких
элементов (технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4.PhD/Т1954 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.gupft.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	Норхуджаев Файзулла Рамазанович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Якубов Махмуджон Махамаджонович доктор технических наук, профессор Ўлмасов Тўлқин Усмонович кандидат технических наук, с.н.с.
Ведущая организация:	Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «16» декабрь 2021 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqiyot@mail.ru, www.gupft.uz. на здании ГУП «Фан ватараккиет», 2 этаж, зал конференций (онлайн)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (зарегистрировано номером №29). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «03» декабря 2021 года (протокол реестра №29 от «08» ноября 2021 г.).

С.С. Негматов

Председатель научного совета по присуждению учёных степеней, академик АН РУз, д.т.н., профессор

М.Э. Икрамова

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, к.х.н., с.н.с.

А.М. Эминов

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2020.4.PhD/T1954 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.darf.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyouet» (www.ziyouet.uz).

Научный руководитель:	Норсуджан Файзулла Рамазанович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Якубов Махмуджон Махаммаджоневич доктор технических наук, профессор Улмасов Тулкин Усманович кандидат технических наук, с.н.с.
Ведущая организация:	Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «16» декабря 2021 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 при ГУП «Фан ва тараққёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Галиба 7а. тел: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqqiyoq@mail.ru, www.darf.uz. на здании ГУП «Фан ва тараққёт», 2 этаж, зал конференций (онлайн)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараққёт» (зарегистрировано номером №29). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Галиба 7а. тел: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «03» декабря 2021 года
(протокол реестра №29 от «08» ноября 2021 г.).



С.С. Негматов

Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней и ученых званий, д.т.н., профессор

М.Э. Икромов

Член секретарь научного совета
по присуждению ученой степени, к.т.н., с.н.с.

А.М. Эшинов

Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Важной задачей в мире является производство запчастей для сельхозтехники, повышение их долговечности, снижение стоимости запчастей и стоимости их производства. В связи с этим особое значение приобретает создание способов производства быстро ломающихся деталей сельскохозяйственной техники, повышение их прочности, устойчивости к растеканию и разработка новых технологий их упрочнения.

В мировом масштабе ведутся научные исследования по увеличению срока службы скоропортящихся частей сельскохозяйственной техники, улучшению их физико-механических свойств, методов получения коррозионностойких конструкций и разработки технологии заточки режущих сегментов на станках. В связи с этим особое внимание уделяется разработке эффективных технологий химической и термической обработки, в том числе развитию деталей и рабочей силы сельскохозяйственных машин и оборудования, снижению их одновременных затрат на производство, увеличению долговечности и срока службы запасных частей.

В республике достигнуты определенные результаты в области научных исследований по развитию отрасли сельскохозяйственного машиностроения, который осуществляется за счет улучшения физико-механических свойств сельскохозяйственной техники, повышения ее прочности и стойкости к истиранию, снижения ее стоимости. В пункте четыре четвертого направления программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан «... стимулированию исследований и инноваций, созданию эффективных механизмов реализации инновационных достижений ...» поставлены важнейшие задачи. В этом аспекте разработка эффективных технологий химико-термической обработки, повышения хрупкости инструмента на основе технологии цементирования с помощью заточки быстро ломающихся деталей сельскохозяйственной техники имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан: от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлениях от 7 июля 2017 г. №ПП-3117 «О мерах по дальнейшему развитию научно-технической базы сельскохозяйственной техники», от 4 января 2018 г. №ПП-3459 «О дополнительных мерах по дальнейшему повышению уровня технической оснащенности сельского хозяйства» и от 10 мая 2018 г. №ПП-3712 «О мерах по дальнейшему совершенствованию механизмов своевременного обеспечения сельского хозяйства сельскохозяйственной техникой», от 27 апреля 2018 г. №ПП-3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практической реализации инновационных идей, технологий и

проектов», а также в других нормативно-правовых документах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан II «Энергетика, энергоресурсо-сбережения, машиностроение и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Способами упрочнения деталей сельхозмашин, в частности вопросами использования методов химико-термической обработки, цементацией, азотированием и их влиянием на структурообразование в сталях занимались ряд ученых, таких как: Stuart H., Ridley N., Anand L., Guland J., Shipman J., Brush E., Перевердев В.М., Колмыков В.И., Воротников В.А. и другие. Исследованиями, разработкой способов цементации при упрочнении деталей машин и инструментов проводятся многими научными школами Stuart H., Ridley N., Yang G.H., Garrison W.M., Колмыков В.И., Переверзев В.М., Сельников А.С., Новиков В.С, проф. Норхуджаев Ф.Р., доц., д.т.н. Бердиев Д.М. Исходя из анализа существующих работ, разработка технологии упрочнения режущих кромок сегментов аппаратов уборочных сельхозмашин с помощью высокотемпературной цементации и последующей высокотемпературной закалкой позволяющих сократить технологический процесс упрочнения и уменьшить трудоемкость и стоимость производства, а также связанные с этим проблемы полностью не освящены. Данная диссертационная работа посвящена решению этой актуальной проблемы.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационные исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета в рамках проектов по темам № ОТ-А3-30 «Разработка технологического процесса создания и термической обработки металлических слоистых композиций для инструментального производства».

Целью исследования является разработка технологии упрочнения режущих сегментов аппаратов сельскохозяйственных машин.

Задачи исследования:

обосновать и определить режимы высокотемпературной цементации и закалки исследуемых сталей;

определить влияние режимов цементации и последующей закалки на структурно-фазовое состояние сталей;

определить влияние температуры цементации и закалки сталей на размер аустенитного зерна;

определить состав твердого карбюризатора для процесса высокотемпературной цементации;

разработать технологию упрочнения режущих кромок сегментов зерноуборочных комбайнов.

Объектом исследования являются углеродистые низколегированные стали 40Х, 45ХН и 55ХГР.

Предметом исследования является разработка технологии упрочнения режущих кромок сегментов зерноуборочного комбайна с помощью высокотемпературной цементации и закалки.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы современные методы исследований сталей, в том числе, рентгеноструктурный, металлографический и химический анализ и стандартные методы, а также испытание на абразивный износ материала осуществлялись на машине трения Х4-Б.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

определено влияние технологических режимов цементации и закалки на структурно-фазовое состояние углеродистых низколегированных сталей;

разработаны тепловые режимы проведения процесса цементации последующей термической обработки исследуемых сталей;

определено влияние температуры цементации и закалки сталей на размер аустенитного зерна;

определено влияние температуры цементации и последующей термической обработки на уровень дефектности кристаллического строения сталей;

определен состав твердого карбюризатора для процесса высокотемпературной цементации.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан технологический процесс упрочнения режущих кромок сегментов зерноуборочных комбайнов в условиях ООО «Конструкторско-технологический центр сельскохозяйственного машиностроения», что позволило сократить технологический цикл цементации и последующую термическую обработку на 2 часа;

разработаны тепловые режимы процессов цементации и закалки сталей 40Х, 45ХН, 55ХГР, что позволило увеличить стойкость режущих кромок сегментов в 2-3 раза по сравнению с стандартными режимами термической обработки;

установлен оптимальный состав твердого карбюризатора для проведения процесса цементации.

Достоверность полученных результатов получены на основе конкретно поставленных задач, при разработке технологического процесса высокотемпературной цементации с последующей закалкой, а также применение многочисленных экспериментальных исследований, методам математической обработки результатов исследований и использования в экспериментах современной техники и технологий.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что путем установления закономерностей структурно-фазовых превращений в

исследуемых сталях разработаны тепловые режимы проведения высокотемпературных процессов цементации и закалки.

Практическая значимость исследований заключается в повышении износоустойчивости режущих кромок сегментов зерноуборочных комбайнов и в результате разработанных режимов сокращен технологический цикл упрочнения на 2 часа за счет объединения процесса цементации с процессом закалки.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных научных исследований по разработке технологии упрочнения режущих сегментов аппаратов сельскохозяйственных машин получены следующие результаты:

технология упрочнения режущих сегментов аппаратов уборочных сельхозмашин внедрено в ООО «Конструкторский технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №-07/06-25–1941 АО «UzAvto» от 30 декабря 2020 года). В результате внедрения дано возможность увеличивать стойкость режущих сегментов в 2 -3 раза;

тепловые режимы проведения процесса цементации и последующей термической обработки внедрено в ООО «Конструкторский технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №-07/06-25–1941 АО «UzAvto» от 30 декабря 2020 года). В результате разработанный режим позволил объединить процесс цементации с процессом закалки, что дало возможность сократить технологический цикл упрочнения на 2 часа;

карбюризатор для процесса цементации состоящий: 80 % газовая сажа и 20 % углекислый барий, внедрено в ООО «Конструкторский технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (Справка №-07/06-25–1941 АО «UzAvto» от 30 декабря 2020 года). В результате внедрения дано возможность увеличивать поверхностную твердость с HRC 55 до HRC 62.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований апробированы на 4 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ. Из них в научных изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан 5 статей, в том числе статьи 2 в зарубежных журналах, 3 в Республике Узбекистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации состоит из 113 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан. Изложены научная новизна и практические результаты исследований, раскрыта научно-теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов

исследования, апробации работы, сведения по опубликованным источникам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Технологический возможности эффективного упрочнения низколегированных сталей»** проведен анализ сталей используемых для изготовления режущих сегментов аппаратов уборочных машин, а также абразивный характер износа этих сегментов.

Показано, что в настоящее время для увеличения износостойкости режущих сегментов используются различные способы поверхностного упрочнения такие как лазерная закалка, газопламенное напыление, электроискровое легирование, вакуумная цементация и цементация в тлеющем разряде и т.д. При этом наибольшее распространение получили цементационные технологии, так как в процессе цементации образуются карбиды не уступающие по твердости кварцевому песку. Кроме этого технологии цементации позволяют использовать имеющиеся в производстве обычное термическое оборудование (кроме вакуумных технологий). В частности широко используется технологии газовой цементации и цементации в твердом карбюризаторе. Однако, отсутствуют данные по технологическим возможностям интенсификации процесса цементации в твердом карбюризаторе как условиях массового производства так и в условиях ремонтных цехов сельхозпредприятий.

Литературный обзор показал, что при применении технологии цементации в твердом карбюризаторе имеется ряд преимуществ особенно в условиях ремонтных производств. Это отсутствие в необходимости использования газа, автоматического контроля за насыщающей атмосферой, а также простота обслуживания нагревательных устройств. Кроме этого показано, что наибольшей износостойкостью в условиях абразивного износа обладает зернистый цементит, для получение которого большего всего подходит использование твердого карбюризатора. При этом исследований по возможности применения твердых карбюризаторов в процессе высокотемпературной цементации позволяющей интенсифицировать технологический процесс в Узбекистане не проводилось.

Во второй главе диссертации **«Выбор объектов исследования и методика проведения экспериментов»** приведен выбор объектов исследования и представлены методы проведенных исследований.

В качестве объектов исследований были выбраны низколегированные конструкционные стали марок 40Х, 45ХН, 55ХГР. По химическому составу эти стали объединяет содержание хрома, который является одним из основных карбидообразующих элементов (табл.1).

Нагрев образцов стали для процессов цементации и закалки проводился в шахтной печи. Время выдержки изменялось от 2 до 12 часов. Температура нагрева при цементации и закалки сталей варьировалось от стандартных 860 – 880 °С до 1200 °С. Все стали закаливались в масло. Отпуск сталей проводился от 200 до 400 °С.

Химический состав исследованных сталей

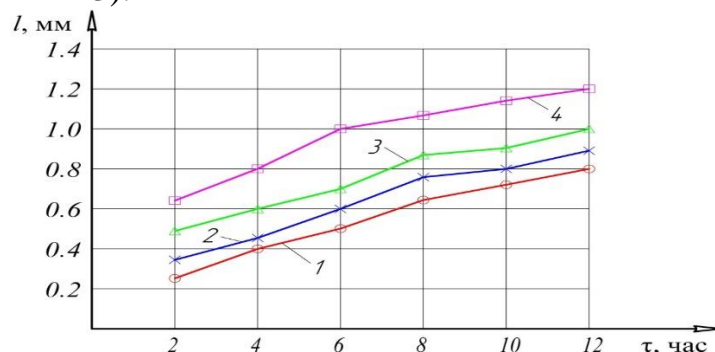
Марки стали	Количество химических элементов входящих состав сталей, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	B	S	P
40X	0,42	0,3	0,6	1,0	0,3	-	0,025	0,025
45XH	0,45	0,3	0,7	0,75	1,0	-	0,035	0,035
55XГР	0,55	0,3	0,9	1,2	-	0,003	0,035	0,035

Металлографический анализ проводился на микроскопе МИМ-8 при увеличении до 500 раз.

Рентгеноструктурный анализы проводился на рентгеновском дифрактометре ДРОН – 3 в излучении железного анода. Оценивалось влияние режимов цементации и термообработки на тонкую структуру стали т.е. на уровень дефектности кристаллического строения, который оценивался по ширине рентгеновской линии (220).

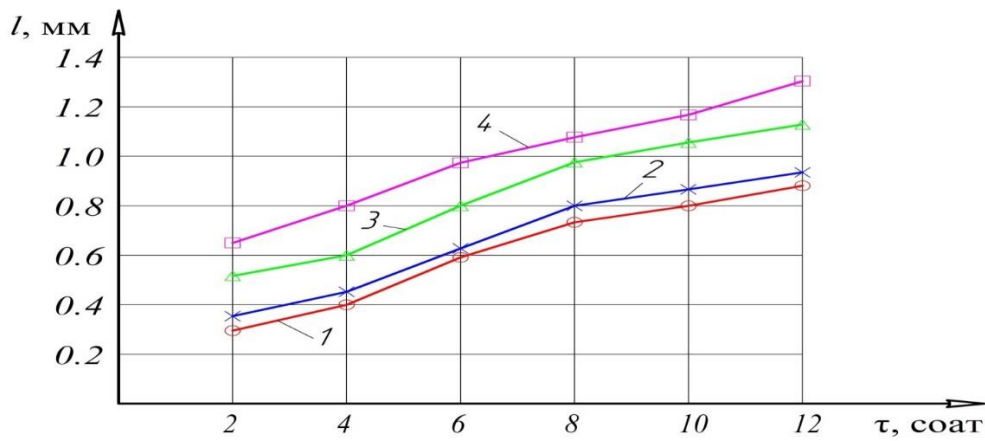
Твердость цементованных и термически обработанных образцов определяли на твердомере ТК-2 по при нагрузке 150 кгс ГОСТ 9013. Микротвердость поверхности стали определяли на микротвердомере ПМТ-3. Ударную вязкость образцов определяли на маятниковом копре МК-30 согласно ГОСТ 9454-78. Испытание на износостойкость проводили на машине трения Х4-Б при абразивном изнашивании образцов. Натурные испытания упрочненных режущих сегментов аппаратов уборочного комбайнов фирмы «CLASS» проводилась в полевых условиях. Обработка экспериментальных данных проводилась согласно методам математической статистики.

В третьей главе диссертационной работы «Влияние режимов цементации и термической обработки на структуру и свойства исследуемых сталей» приведены полученные зависимости по влиянию технологических режимов цементации и последующей термической обработки на глубину диффузионного слоя, на структурные параметры и механические характеристики исследуемых сталей. Результаты исследований показывают, что для достижения эффективный глубины слоя в 1 мм, для процесса цементации с температуры 900⁰С необходимо более 12 часов (рис. 1-3).



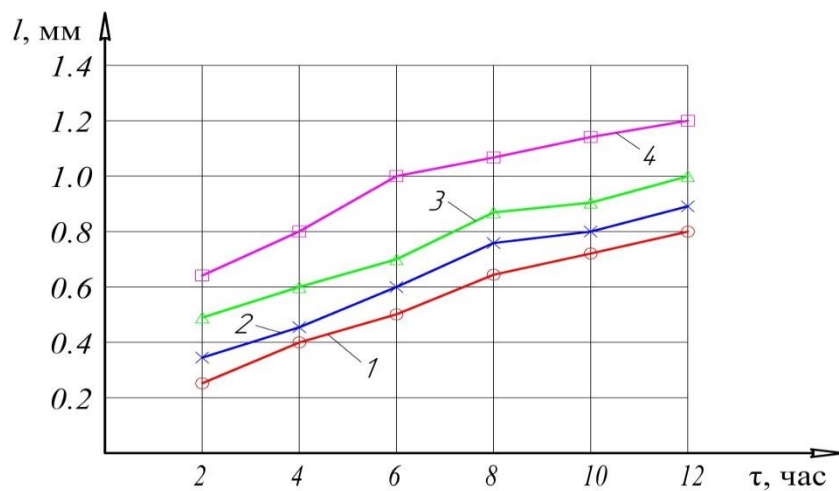
1- температура цементации – 900⁰С; 2- температура цементации – 1000⁰С;
3- температура цементации – 1100⁰С; 4- температура цементации – 1200⁰С.

Рис. 1. Зависимость глубины цементованного слоя стали 55XГР от продолжительности и температуры цементации в карбюризаторе 80 % газовая сажа, 20 % BaCO₃



1- температура цементации – 900 °С; 2- температура цементации – 1000 °С;
3- температура цементации – 1100 °С; 4- температура цементации – 1200 °С.

Рис. 2. Зависимость глубины цементованного слоя стали 45ХН от продолжительности и температуры цементации в карбюризаторе 80 % газовая сажа, 20 % BaCO₃

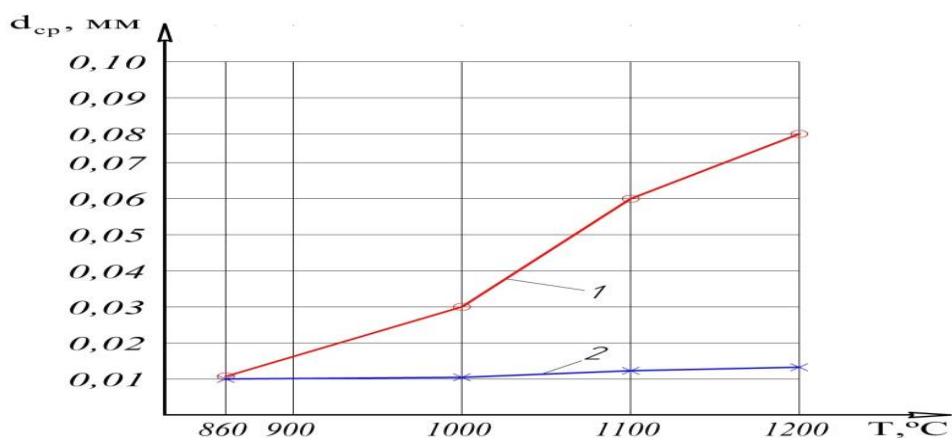


1- температура цементации – 900 °С; 2- температура цементации – 1000 °С;
3- температура цементации – 1100 °С; 4- температура цементации – 1200 °С.

Рис. 3. Зависимость глубины цементованного слоя стали 55ХГР от продолжительности и температуры цементации в карбюризаторе 80 % газовая сажа, 20 % BaCO₃

При температуре цементации 1100 – 1200°С достаточно от 8 до 10 часов. При стандартном технологическом процессе упрочнение с помощью цементации после операции насыщения стали углеродом, следует стандартный процесс термической обработки заключающейся в проведении закалки стали с обычно принятых температур для каждой марки и процесса отпуска на заданную твердость. В нашем случае стояла задача интенсифицировать процесс цементации и по возможности объединить процесс цементации с процессом закалки. Для исследования этой возможности необходимо было исследовать влияние температуры нагрева сталей под закалку при длительной аустенизации. Для этого было исследовано влияние температуры предварительного перегрева стали на рост аустенитного зерна (рис.4). Как видно из графика с ростом температуры нагрева стали

происходит интенсивно рост аустенитного зерна. Однако применение повторной закалки с этих же температур устраняет это явление. Кроме этого наблюдается небольшое уменьшение зерен при закалки с 1100 °С по сравнению со стандартной закалкой.



- 1- размер зерна после нормализации, аустенизация 2 часа;
2- размер зерна после повторной закалки.

Рис.4. Размер аустенитного зерна стали 55ХГР в зависимости от температуры предварительного перегрева

Таким образом можно отметить, что проведение закалки сталей с высоких температур цементации нецелесообразно, так как происходит интенсивный рост зерен, который зафиксирован после охлаждения. Для измельчения зерен необходимо после охлаждения цементованных образцов провести закалку сталей. При проведении повторной закалки происходит измельчение зерен при всех температурах нагрева так как процесс аустенизации в этом случае составляет минуты, и не часы. Кроме этого ранее проведенными исследованиями на инструментальных сталях было установлено, что при проведении закалки с экстремальных температур, происходит рост дефектности кристаллического строения сталей. Были проведены исследования влияния температур закалки и отпуска на этот уровень. В качестве интегральной характеристики уровня дефектности согласно рекомендациям была взята рентгеновская линия (220) в зависимости от режимов термической обработки, закалки и отпуска. В качестве стандартной закалки была взята температура нагрева сталей 860 °С. С данной температуры возможно проводить закалку всех трех исследуемых марок сталей, что позволяет унифицировать режимы термообработки для этих сталей. Режимы нагрева под закалку как и в случае с процессом цементации были идентичные (рис. 5). Исследования проводили при режимах нагрева сталей под закалку от 860 °С до 1200 °С, режимы отпуска варьировались от 200 до 400 °С. Исследования показали, что при использовании закалки сталей с температуры 1100 °С наблюдается повышенный уровень дефектности кристаллического строения сталей при всех режимах отпуска. Данное обстоятельство объясняется тем, что при высокотемпературном нагреве происходит растворение труднорастворимых фаз (оксидов, нитридов) и образуется

неравновесная структура с повышенным уровнем дефектности кристаллического строения (рис. 6).

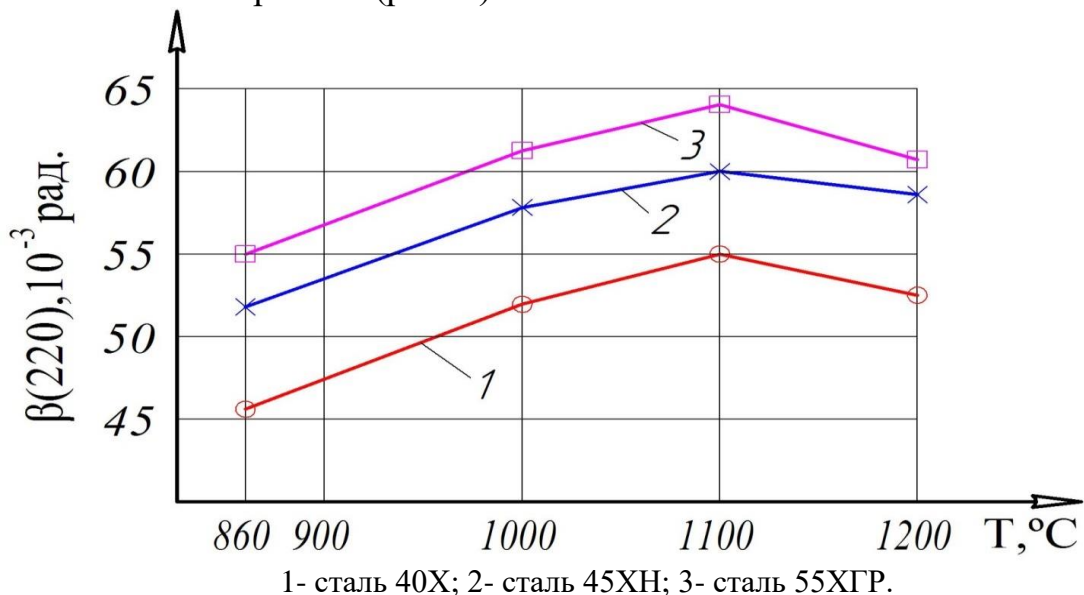


Рис.5. Изменение физической ширины рентгеновской линии (220) сталей 40Х, 45ХН, 55ХГР в зависимости от температуры закалки, отпуск 200 °С

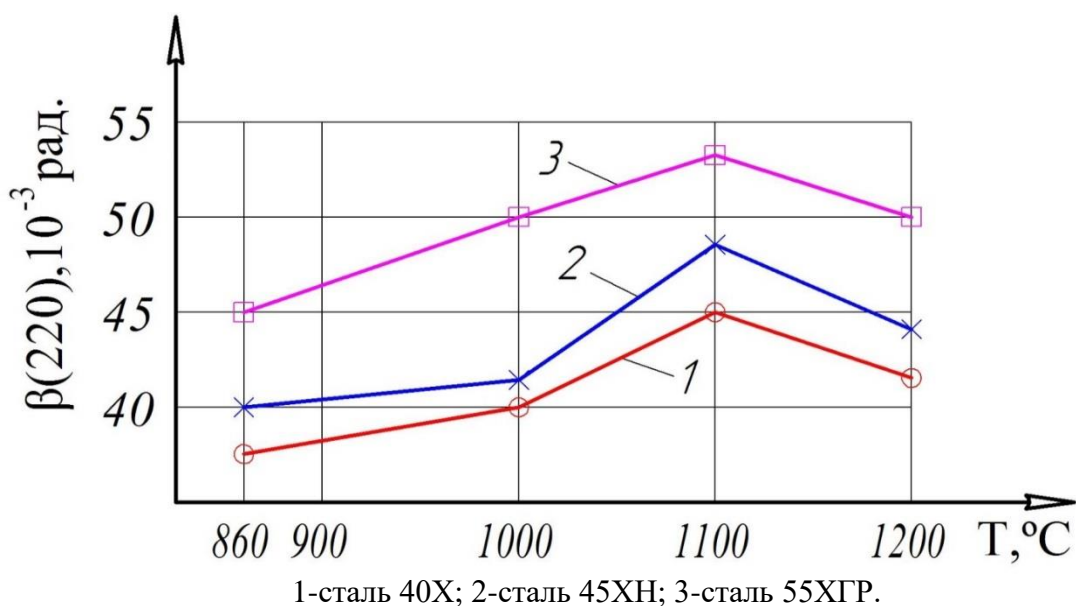


Рис.6. Изменение физической ширины рентгеновской линии (220) сталей 40Х, 45ХН, 55ХГР в зависимости от температуры закалки, отпуск 350 °С

В нашем случае с целью уменьшения энергоемкости процесса цементации предложена технологическая схема упрочнения сталей позволяющая объединить процессы цементации и закалки (рис.7). При такой схеме упрочнения сталей процесс цементации объединяется с процессом закалки в единый технологический цикл так как используется одно и тоже нагревательная устройство при одной и той же рабочей температуре.

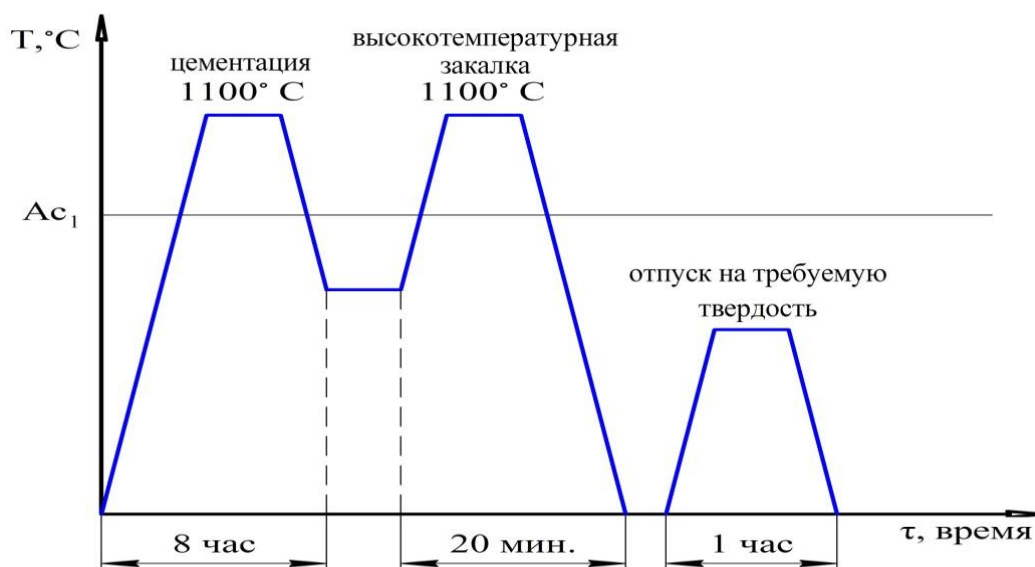


Рис.7. Предлагаемая схема процесса цементации в твердом карбюризаторе и термической обработки

Рентгеноструктурный анализ показал, что максимум дефектности кристаллического строения после завершения полного цикла упрочнения приходится на температуру закалки 1100°C (рис.8).

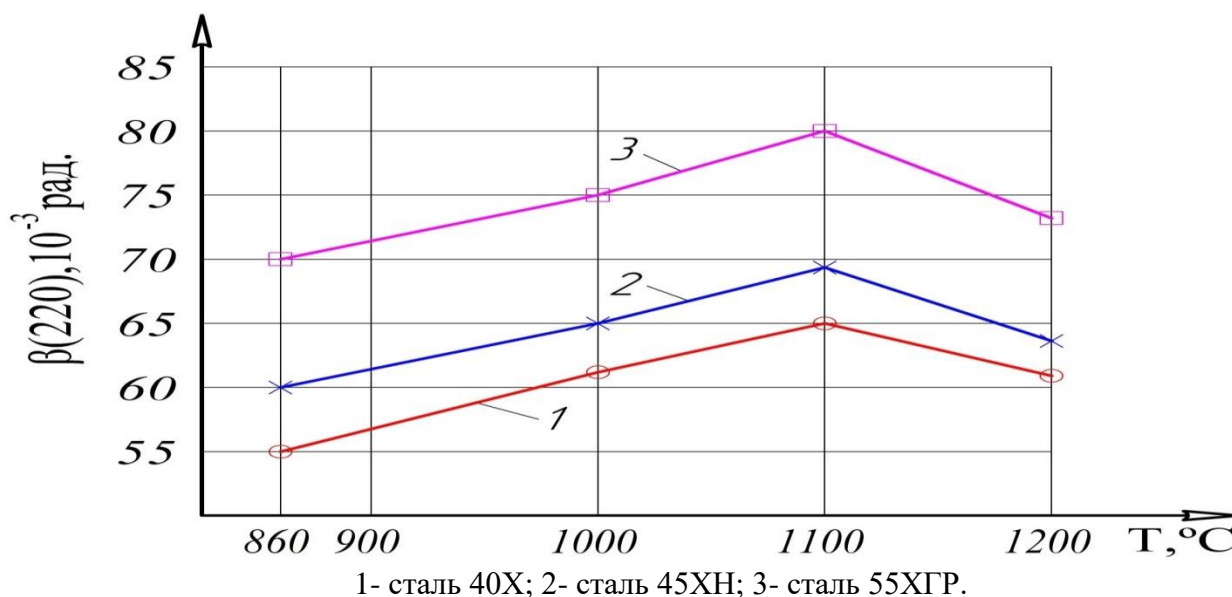
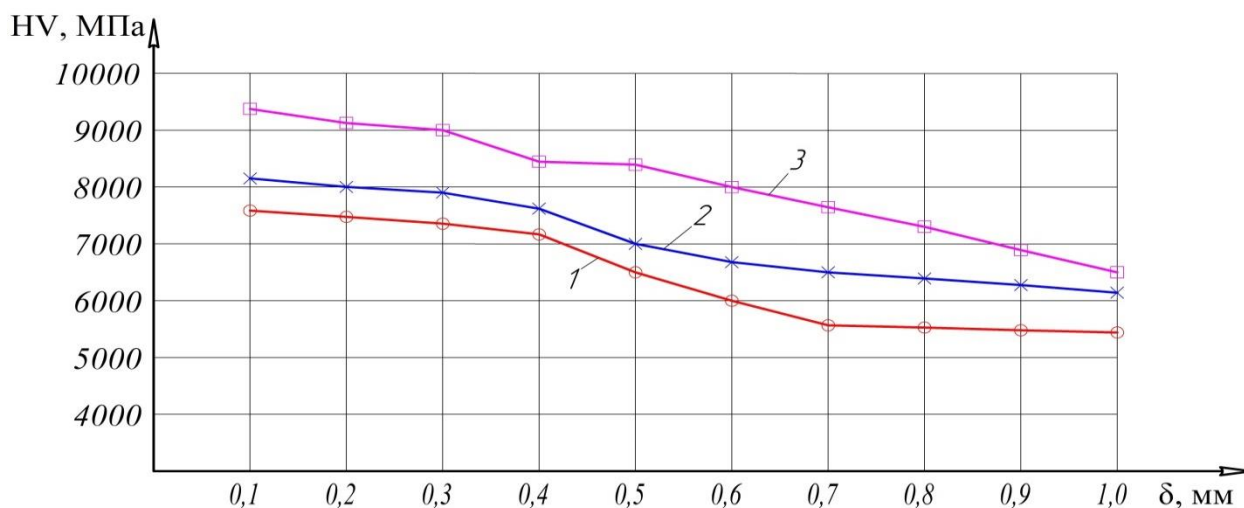


Рис.8. Изменение физической ширины рентгеновской линии (220) сталей 40X, 45XН, 55XГР прошедших полный цикл упрочнения с окончательным отпуском 200 °C

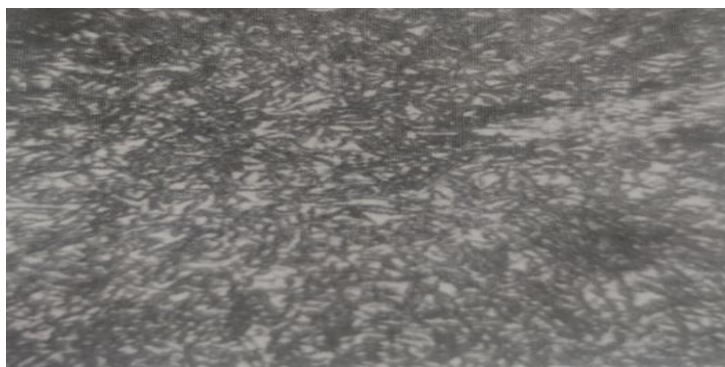
Проводилось также измерение микротвердости по глубине диффузионной зоны стали 55XГР после цементации совмещенной с закалкой с 1100°C и низким отпуском 200°C. В производстве за глубину цементованного слоя стали принимают зону состоящую из за эвтектоидной, эвтектоидной и половины до эвтектоидной зоны, что соответствует уровню микротвердости 5000HV – 6000HV (рис.9).



1- сталь 40X; 2- сталь 45ХН; 3- сталь 55ХГР.

Рис.9. Изменение микротвердости по глубине поверхностного слоя сталей прошедших полный цикл упрочнения, цементация и закалка 1100 °С с окончательным отпуском 180-200 °С

Микроструктурный анализ поверхностного слоя термообработанной 55ХГР после цементации показал наличие мелкоигольчатого мартенсита, небольших участков остаточного аустенита и соответственно карбидов (рис.10).



X500

Рис.10. Микроструктура сталей 55ХГР после цементации и последующей термической обработки. Температура цементации 1100 °С, время выдержки – 8 часов, температура закалки 1100 °С, температура отпуска 200 °С.

Для установления влияния режимов цементации и термической обработки на ударную вязкость были проведены отдельные исследования.

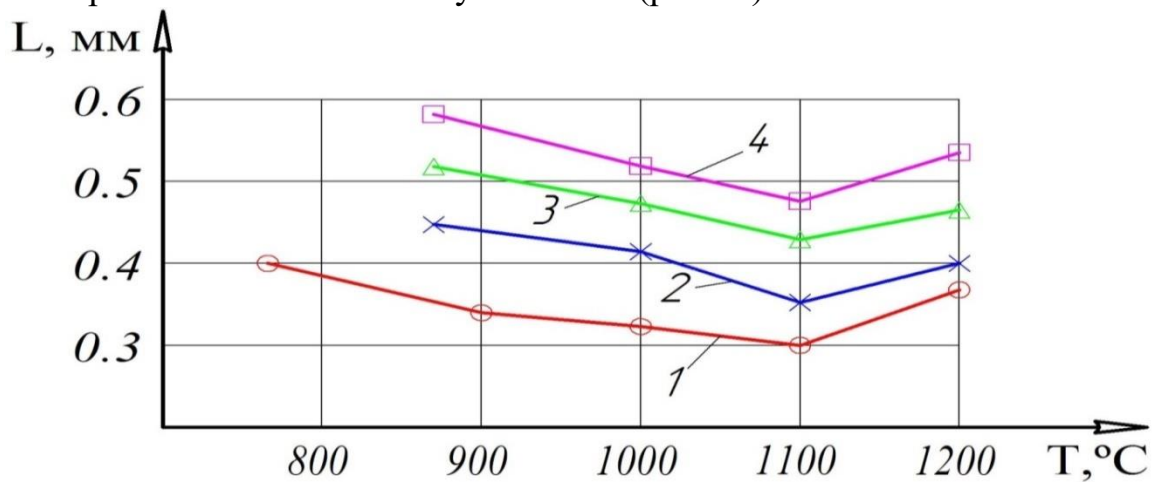
У всех исследуемых марок сталей наблюдается зависимость ударной вязкости от режимов цементации и закалки. С ростом температуры цементации и закалки ударная вязкость сталей снижается. Эти результаты согласуются с данными по изменению твердости сталей. При увеличении температуры цементации и закалки твердость сталей растет и соответственно увеличивается хрупкость сталей, что и показывают экспериментальные

результаты по ударной вязкости. В целом можно отметить, что уровень ударной вязкости исследуемых сталей при всех режимах упрочнения находится на приемлемом уровне для данных марок сталей, что позволяет использовать разработанные режимы упрочнения этих сталей при изготовлении режущих сегментов аппаратов уборочных машин.

Четвертой главе “Влияние технологических режимов упрочнения с помощью цементации на абразивную износостойкость сталей и разработка технологии упрочнения режущих сегментов уборочных машин” приведены результаты исследования абразивной износостойкости сталей У8А, 40Х, 45ХН и 55ХГР в зависимости от режимов термообработки, а также результаты испытаний упрочненных сталей прошедших цементацию и последующую термообработку.

Абразивная износостойкость исследуемых сталей проводилась на машине Х4-Б. С целью сравнения результатов исследования испытанию были подвергнуты образцы стали У8А, 40Х, 45ХН, 55ХГР термически обработанные с разных температур закали и отпуска. Сталь У8А является аналогом стали W108 по стандарту ASME США, данная сталь используется для изготовления режущих сегментов аппаратов уборочных машин зарубежных фирм.

Для анализа полученных данных была построена зависимость износа сталей от режимов закали и отпуска 200⁰С (рис.11).



1- сталь У8А; 2- сталь 55ХГР; 3- сталь 45ХН; 4- сталь 40Х.
Рис. 11. Изменение величины износа сталей в зависимости от температуры цементации и закали, отпуск 200 °C

Как видно из графиков наименьший износ имеет сталь У8А. С уменьшением содержание углерода в стали износ растет, что соответствует данным по твердости сталей. Влияние температуры закали с 1100 °C просматривается однозначно, износ при такой закали сталей достигает минимальных значений. Режущие сегменты уборочных аппаратов в основном изготавливаются из стали У8А. С помощью термической обработки можно приблизиться к уровню износостойкости стали У8А используя пружинную сталь 55ХГР. Однако это является недостаточным для общего повышения износостойкости режущих сегментов. Поэтому с целью повышение износостойкости сталей и была использована технология цементации в

твердом карбюризаторе. Отличительной особенностью новой технологии упрочнения низколегированных конструкционных сталей является совмещение процесса цементации с процессом закалки сталей.

Для проведения испытаний на абразивную износостойкость исследуемых сталей по новой технологии, были подготовлены образцы сталей 40Х, 45ХН, 55ХГР. Образцы проходили упрочнение по следующей технологии: сначала проводили процесс цементации в твердом карбюризаторе состоящий из 80 % газовая сажа и 20 % углекислый барий при температурах от 860⁰С до 1200⁰С в течении 8 часов, затем образцы извлекались из цементационного ящика и подсушивались до температуры 500⁰С и сразу перебрасывались в ту же закалочную печь где проводилась цементация. Прогревались до температуры 1100⁰С и закаливались в масло.

Подготовленные образцы были подвергнуты испытанию на износостойкость согласно методике испытаний изложенной в главе 2. По результатам испытаний были построены зависимости абразивного износа сталей от режимов цементации и последующей термической обработки. Результаты исследования показали, что после процесса цементации совмещенного с закалкой стали, уровень износостойкости увеличивается с ростом температуры цементации и закалки и достигает наибольшего значения при режимах цементации и закалки 1100⁰С. При всех использованных температурах отпуска стали необходимо отметить, что сравнение идет со стандартной схемой цементации и термической обработки сталей, которые включает в себя цементацию с температуры 920⁰С последующего охлаждения до комнатной температуры и затем закалки с 860⁰С для всех марок сталей и отпуска с температур 200, 350, 400⁰С. При сравнении этих результатов испытаний по маркам сталей четко просматривается разница в износе образцов стали в зависимости от марки стали, т.е. фактически от процентного содержания углерода. Наименьший износ наблюдается у марки стали 55ХГР при всех режимах цементации и термической обработки.

Износ образцов сталей 40Х и 45ХН имеет близкие значения. Таким образом основным фактором повышения износоустойчивости сталей при цементации и последующей термической обработки является процентное содержания углерода, который является основным элементом в процессе карбидизации сталей, что отражается на твердости сталей (таблица 2).

В основном промышленностью развитых стран выпускаются сельскохозяйственные машины рассчитанные на эксплуатацию в зонах умеренного климата. Климат Узбекистана относится к зоне жаркого климата, характеризующегося резкими колебаниями температур и высокой пыленностью окружающей среды. В пыли содержится до 82 % кварца и корунда, которые обладают высокой твердостью и вызывают абразивное изнашивание деталей узлов и механизмов сельхозмашин. Кроме это в составе почвы имеется кварцевый песок. Машины и механизмы работающие в таких условиях быстро выходят из строя. В результате приходится увеличивать выделение средств на покупку дополнительных запасных частей. В частности,

для зерноуборочных комбайнов «CLASS» расход на приобретение 1 комплекта режущих сегментов составляет 300 доллар.

Таблица 2.

Твердость сталей 40X, 45XH, 55XГР после полного цикла упрочнения процесс цементации совмещенного с закалкой и окончательным отпуском

Марки стали	Температура цементации и закалки, °С	Температура окончательного отпуска, °С	Твердость по шкале HRC
40X	860	200	58-59
	1000		58-59
	1100		59-60
	1200		59-60
45XH	860	200	58-59
	1000		58-59
	1100		60-61
	1200		60-61
55XГР	860	200	61-62
	1000		61-62
	1100		62-63
	1200		62-63

Режущие сегменты представляют собой пластины из стали треугольной формы с насечкой. Процесс резания сегментами осуществляется за счет возвратно-поступательных движений в одной плоскости, срезания растений происходит при попадании стебля между пальцами косилки, при движении сегмента по противоположенной пластине пальца.

Режущие сегменты комбайна «CLASS» изготавливают из стали W108, аналогом которой является сталь У8А и подвергаются термическому упрочнению. Термическая обработка сегмента из стали W108 заключалась с закалки с температуры 780 °С токами высокой частоты на твердость поверхности 56-57 HRC. За счет абразивного износа происходит быстрое затупление режущих кромок, которое ведет в свою очередь к увеличению затрат мощности двигателя и расхода горюче-смазочных веществ.

Из-за высокой стоимости запасных частей предприятия Узбекистана начали производство режущих сегментов из стали 40X. Сегменты из стали 40X подвергались закалки со стандартной температуры 860°С и низкому отпуску на твердость 55-56 HRC.

Однако износостойкость этих сегментов была в 1,5 – 2,0 раза ниже износостойкости оригинальных сегментов. Необходимо также отметить, что режущие сегменты должны обладать и необходимым уровнем ударной вязкости. Разная износостойкость между сталями У8А и 40X объясняется наличием карбидной фазы у стали У8А и отсутствием таковой у стали 40X. Твердость стали в основном приобретает при закалке за счет мартенситного

превращения. Таким образом увеличивая цементитную составляющую в структуре стали можно добиться увеличения износостойкости. Данное обстоятельство имело важное значение при разработке новой технологии упрочнения режущих сегментов комбайна. Для проверки эффективности технологии в сравнительных натуральных испытаниях режущие сегменты изготавливались из сталей 40X и 55XГР. Сталь 40X имела по результатам абразивных испытаний практически одинаковые результаты со сталью 45ХН. Кроме этого сталь 40X имеет более широкое распространение в машиностроении, чем сталь 45ХН. Пружинная сталь 55XГР по результатами испытаний на абразивный износ имела лучший результат, чем сталь У8А прошедшая стандартную термическую обработку.

Режущие сегменты из сталей 40X и 55XГР изготавливались в условиях в конструкторского технологического центре сельскохозяйственного машиностроения.

С целью сравнения были подготовлены комплекты режущих сегментов из стали 40X прошедшие стандартную термическую обработку без упрочнения используемые в настоящее время с целью замены импортных сегментов.

Испытания проведенные в полевых условиях показали, что режущие сегменты изготовленные из стали 40X и термически обработанные по стандартной технологии и установленные на косилку комбайна "CLASS" в ООО МТП «Нуробод» обработали 150-180 гектаров. Режущие сегменты изготовленные из стали 55XГР и прошедшие высокотемпературную закалку и низкий отпуск обработали 200-220 гектаров.

Режущие сегменты изготовленные из стали 55XГР и прошедшие цикл упрочнения включающий высокотемпературную цементации совмещенную с закалкой и низкий отпуск обработали 250-300 гектаров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технология упрочнения сталей 40X, 45ХН, 55XГР включающая высокотемпературную цементацию и закалку с последующим низким отпуском позволяющая увеличить износостойкость сталей в 1,5 – 2,0 раза.

2. На основе разработанной технологии определена эффективная глубина упрочнения в процессе цементации и термической обработки.

3. Рекомендована сталь 55XГР вместо дефицитной импортной стали W108 для изготовления режущих сегментов аппаратов уборочных машин, что позволило сократить производственных расходы на 15 – 20 %.

4. Разработаны тепловые режимы проведения цементации и закалки сталей 40X, 45ХН, 55XГР позволяющая объединить эти процессы, что позволило сократить технологический цикл на 2 часа.

5. Рекомендован состав карбюризатора для процесса цементации состоящий 80 % газовая сажа и 20 % углекислый барий, что позволило

увеличить поверхностную твердость после термической обработки с HRC 55 до HRC 62.

6. В результате внедрения технологии упрочнения режущих кромок сегментов косилки комбайна “CLASS” на предприятиях ООО “Конструкторско-технологический центр сельхозмашиностроения” и ООО МТП “Нуробод” износостойкость режущих сегментов увеличилась в 1,5-2,0 раза.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMEDAFTER ISLAM KARIMOV
SCIENTIFIC COUNCIL AWARDED SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY ENTERPRISE
"FAN VA TARAKKIYOT"**

FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE

TESHABOYEV ABDUVAKHOB MARIFOVICH

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR IMPROVEMENT OF
CUTTING SEGMENTS OF AGRICULTURAL MACHINERY**

05.02.01 - Materials science in mechanical engineering. Foundry production. Heat treatment and handling of metals pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous, and rare metals (technical sciences)

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD.) IN
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent– 2021

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2020.4.PhD/T1954.

The dissertation was completed at the Fergana Polytechnic Institute.

The abstract of the dissertation is available in 3 languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Academic Council (www.gupft.uz) and on the Information and Education Portal "ZiyoNet" (www.ziyo.net).

Scientific supervisor:	Norkhudjayev Fayzulla Ramazonovich Doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Yakubov Mahmudjon Makhmajonovich Doctor of Technical Sciences, Professor
	Ulmasov Tulhin Usmonovich candidate of technical sciences, senior researcher
Leading organization:	Andijan Institute of Mechanical Engineering

The defense of the dissertation will be held at the meeting of the Academic Council of DSc.03 / 30.12.2019.K / T.03.01 under the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot" of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at 2021 "16" December hours 11⁰⁰. (Address: 7a, Mirzo Golib Street, Tashkent, 100174. Tel.: (+99871) 246-39-28; fax: (+99871) 227-12-73, e-mail: fan_va_taraqiyot@mail.ru, www.gupft.uz Building of SUE " Fan va Tarakkiyot", 2nd floor, conference hall (online)).

The dissertation is available at the Information Resource Center of SUE "Fan va Tarakkiyot" (registered by number 29). Address: 7a, Mirzo Golib Street, Tashkent, 100174. Tel. : (+99871) 246-39-28; fax: (+99871) 227-12-73.

The abstract of the dissertation was distributed on "03" December 2021.
(2021 "08" November № 29-21 register protocol).

S.S. Negmatov

Chairman of the Academic Council for awarding academic degrees, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, DSc., Professor

M.E. Ikramova

Scientific Secretary of the Academic Council for awarding degrees, Candidate of Science Chemistry, Senior Researcher

A.M. Eminov

Chairman of the scientific seminar under the Academic Council, which awards academic degrees, Doctor of technical sciences, professor

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2020.4.PhD/T1954.

The dissertation was completed at the Fergana Polytechnic Institute.

The abstract of the dissertation is available in 3 languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Academic Council (www.gupft.uz) and on the Information and Education Portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor: Norkhudjayev Fayzulla Ramazonovich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents: Yakubov Mahmudjon Makhmajonovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Ulmasov Tulhin Usmonovich
candidate of technical sciences, senior researcher

Leading organization: Andijan Institute of Mechanical Engineering

The defense of the dissertation will be held at the meeting of the Academic Council of DSc.03 / 30.12.2019.K / T.03.01 under the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot" of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at 2021 "16" December hours 11⁰⁰. (Address: 7a, Mirzo Golib Street, Tashkent, 100174. Tel.: (+99871) 246-39-28; fax: (+99871) 227-12-73, e-mail: fan_va_taraqqiyot@mail.ru, www.gupft.uz Building of SUE "Fan va Tarakkiyot", 2nd floor, conference hall (online)).

The dissertation is available at the Information Resource Center of SUE "Fan va Tarakkiyot" (registered by number 29). Address: 7a, Mirzo Golib Street, Tashkent, 100174. Tel.: (+99871) 246-39-28; fax: (+99871) 227-12-73.

The abstract of the dissertation was distributed on "03" December 2021.
(2021 "08" November № 29-21 register protocol).



S.S. Negmatov

S.S. Negmatov
Chairman of the Academic Council for awarding
academic degrees, Academician of the Academy of
Sciences of the Republic of Uzbekistan,
DSc., Professor

M.E. Ikramova

M.E. Ikramova
Scientific Secretary of the Academic Council
for awarding degrees, Candidate of Science
Chemistry, Senior Researcher

A.M. Eminov

A.M. Eminov
Chairman of the scientific seminar under the
Academic Council, which awards academic degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION

(abstract of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))

The aim of the study is to develop a technology for sharpening the cutting edges of segments of combine harvesters.

The object of the study is low-alloy steels with grades 40X, 45XN and 55XGR.

The scientific novelty of the research is as follows:

the effect of technological regimes of cementation and hardening on the structural-phase state of carbon low-alloy steels was determined;

thermal regimes of cementation and subsequent heat treatment of the studied steel are developed;

the effect of cementing and hardening temperature of steel on its austenite grain size was determined;

the effect of cementation and annealing temperature on the degree of crystal structure defect of steel was determined;

the composition of the solid carrier has been determined for the high-temperature cementation process.

Implementation of research results. Based on the results of research on the development of technology for sharpening the cutting edges of segments of combine harvesters:

The technology of sharpening the edges of the segments of agricultural machinery assembly devices has been introduced in LLC «Design and Technological Center of Agricultural Machinery» (reference number of JSC «UzAvto» dated December 30, 2020 № 07 / 06-25-1941). As a result, it was possible to increase the durability of the segment by 2 -3 times;

Cementation process and thermal regimes of subsequent heat treatment are implemented in LLC «Design and Technological Center of Agricultural Machinery» (reference book of JSC «UzAvto» dated December 30, 2020 № 07 / 06-25-1941). As a result, the developed regime allowed to reduce the technological cycle of strengthening by 2 hours, allowing to combine the cementation process with the curing process;

A carburetor for the cementation process, consisting of 80% gas and 20% barium carbonate, was put into operation at the «Agricultural Machinery Design and Technology Center» LLC (reference book of JSC «UzAuto» dated December 30, 2020, №. 07 / 06-25-1941). The result was an increase in surface hardness from 55 HRC to 62 HRC.

The structure and volume of the thesis. The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation was 113 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I част; I part)

1. Ф.Р.Норхуджаев, А.А.Мухамедов, А.М. Тешабоев, Ж.М.Усмонов, С.Т.Пармонов. Термоциклическая технология упрочнения углеродистых и низколегированных инструментальных сталей // Композиционные материалы. 2020. - №4. – С.125-129 (05.00.00 №13).

2. Ф.Р.Норхуджаев, А.А.Мухамедов, Д.М.Эргашев, Р.Ф. Норхужаева, А.М. Тешабоев. Влияние режимов термоциклическая обработка на структурообразование инструментальных сталях // Композиционные материалы. 2021. - №1. – С.75-77 (05.00.00 №13).

3. Ф.Р.Норхуджаев, Д.М.Эргашев, А.М. Тешабоев. Упрочнение режущих сегментов аппаратов уборочных машин // Композиционные материалы. 2021. - №2. – С.92-93 (05.00.00 №13).

4

5. Norkhudjaev.F.R., Mukhamedov A.A., Teshaboyev A.M., Usmonov J. M., Parmonov S. T. Resource-saving manufacturing technologies and thermal hardening of machine parts and tool // International journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2021, Issue 9 [2021] pp. 137-145. (Scopus)

k

h

u

II бўлим (II част; II part)

1. Ф.Р.Норхуджаев, Ж.М.Усмонов, С.Т.Пармонов, А.М.Тешабоев. Металл катламлари композициялари яратишда иссиқлик физикасининг ўзига хос хусусиятлари / Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция. Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства 21-22 мая 2020г, 121-124 бет

2. Ф.Р.Норхуджаев, М.С.Эргашев, А.М.Тешабоев. Износостойкость стали 5 ХНМ после различных режимов термообработки для форм литья под давлением/Қуймакорлик ишлаб чиқариш соҳасидаги ресурс ва энергиятежамкорлик инновацион технологиялар мавзусида халқаро миқийёсидаги илмий-техник анжуман,13-15-апрель 2021 Тошкент, 184-187 б.

3. Ф.Р.Норхуджаев, Мухамедов.А.А, Норхуджаева.Р.Ф, А.М.Тешабоев. Джалолова.С.Т. Қишлоқ хўжалик машиналари аппаратларининг қўйма усулда олинган кесувчи сегментларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш / Қуймакорлик ишлаб чиқариш соҳасидаги ресурс ва энергиятежамкорлик инновацион технологиялар мавзусида халқаро миқийёсидаги илмий-техник анжуман,13-15-апрель 2021 Тошкент, 404-405 б.

4. Ф.Р. Норхуджаев, А.А. Мухамедов, Р.Ф. Норхужаева, С.Т. Джалолова, А.М. Тешабоев / Разработка теоретической и технологической основы

М

А

производства и термическая обработки металлических слоистых композиций. Международная научно-техническая конференция “Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья, состав, свойства и применение. 16-17 сентябрь, 2021 год, 144-145 с.

Автореферат «Композицион материаллар» илмий техник журнали тахририятида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 18/21.

Гувоҳнома № 851684.
«Тірографф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.