

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

---

**АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ**

**ЭРГАШЕВ ДИЛШОДБЕК МАМАСИДИҚОВИЧ**

**МЕБЕЛЬ ФУРНИТУРАЛАРИ УЧУН СОВУҚ ҲОЛДА ШТАМПЛАШ  
УСУЛИДА ОЛИНГАН ШТАМП ДЕТАЛЛАРИНИ ПУХТАЛАШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва  
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металургияси.  
Радиоактив, камёб ва нодир элементлар технологияси (техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БҮЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление авторефераата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**on technical sciences**

**Эргашев Дилшодбек Мамасидикович**

Мебель фурнитуралари учун совуқ ҳолда штамплаш усулида олинган штамп деталларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиши.....3

**Эргашев Дилшодбек Мамасидикович**

Разработка технологии упрочнения деталей штампов холодной штамповки используемых при изготовлении мебельной фурнитуры.....23

**Ergashev Dilshodbek Mamasidiqovich**

Development of technology for hardening parts of cold forging stamps used for manufacturing furniture accessories.....41

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....44

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

---

**АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ**

**ЭРГАШЕВ ДИЛШОДБЕК МАМАСИДИҚОВИЧ**

**МЕБЕЛЬ ФУРНИТУРАЛАРИ УЧУН СОВУҚ ХОЛДА ШТАМПЛАШ  
УСУЛИДА ОЛИНГАН ШТАМП ДЕТАЛЛАРИНИ ПУХТАЛАШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БҮЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар  
Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2019.2.PhD/T1133 ракам билан  
рўйхатта олинган.**

Диссертация Андикон машинасозлик институтига бажарилган.

Диссертация автореферати 3 тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб  
саҳифасида ([www.gupft.uz](http://www.gupft.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим портали ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz))да  
жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Норхуджаев Файзула Рамазанович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Якубов Махмуджон Махамаджонович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Қаршиев Мамараийим Санаевич**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Фарғона политехника институти**

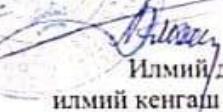
Диссертация химояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети  
«Фан ва тараккиёт» ДУК хузуридаги DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 ракамли Илмий кенгашнинг  
2021 йил « 29 » июнь соат 11<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри,  
Мирзо Голиб кўчаси, 7а-йй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73, e-mail:  
[fan\\_va\\_taraqqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqqiyot@mail.ru), [www.gupft.uz](http://www.gupft.uz) «Фан ва тараккиёт» ДУК биноси, 2-кават, анжуманлар  
зали (онлайн)).

Диссертация билан «Фан ва тараккиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишини  
мумкин (30-ракам билан рўйхатта олинган). Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Голиб  
кўчаси, 7а-йй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73.

Диссертация автореферати 2021 йил «15» июнь куни тарқатилди.  
(2021 йил «10» май №11-21 реестр баённомаси).

  
**С.С. Негматов**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, ЎзРФА академиги,  
т.ф.д., профессор

  
**М.Э. Икрамова**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, к.ф.н.

  
**А.М. Эминов**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш хузуридаги илмий  
семинар раиси, т.ф.д., профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Ҳозирги кунда дунёда илмий-техник тараққиётнинг замонавий ҳолати кўп жиҳатдан машинасозликнинг ривожланиш даражаси билан аниқланади, бу эса ўз навбатида мамлакатнинг иқтисодига таъсир кўрсатади. Машинасозликда жуда ҳам муҳим муаммолардан бири металл ҳажми ва электр энергия сарфини камайтириш ҳисобланади. Қора металлар, жумладан асбобсозликда ишлатиладиган пўлатлар сарфини камайтириш, бу пўлатларни мавжуд бўлган олиш технологиясини такомиллаштириш, иккиласми хомашёлардан фойдаланилган ҳолда олинадиган пўлатларнинг таннархини пасайтириш ва ушбу муаммоларни ечишда турли хил кесувчи ва штамплаш асбобларини пухталаш технологияларини ишлаб чиқиш алоҳида аҳамият касб этмоқда.

Жаҳон миқёсида турли термоциклли ишлов бериш усуллари ёрдамида асбобларнинг ейилишга чидамлилигини оширишни таъминлайдиган структура ҳосил бўлиш механизмлари бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада мавжуд бўлган термоциклли ишлов бериш усулларининг баъзилари асбобларни тайёрлашда маҳсулотнинг таннархини пасайтириш ва меҳнат ҳажмини камайтириш учун хизмат қиласидиган, турли асбобларнинг ишга лаёқатлилигини оширадиган, энергиятежамкор термоциклли ишлов бериш технологияларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда металлургия соҳасининг замонавий ривожланиши тайёр маҳсулотларни ишлаб чиқариш ҳажмини бир вақтнинг ўзида унинг таннархини камайтириш ҳисобига кенгайтириш билан боғлиқ бўлган масалаларни ечиш билан амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи устувор йўналишининг тўртинчи пунктида «...илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни рағбатлантириш, инновацион ютуқларни амалиётга татбиқ қилишнинг самарали механизмларини яратиш»<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, термоциклли ишлов бериш усуллари ёрдамида совук ҳолда штамповкалаш учун мўлжалланган штамплаш асбобларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш, штамплаш асбобларини кимёвий-термик ишлов беришнинг цементациялаш технологияси асосида пухталаш ва хромлаш ёрдамида асбобларнинг ейилишга чидамлилигини ошириш ресурстежамкорлик нуқтаи назаридан муҳим амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2016 йил 26 декабрдаги

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

ПҚ-2698-сон «2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлари, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 24 майдаги Ўзбекистон Миллий университетида таълим ва илм-фан соҳаси вакиллари билан ўтган учрашуви 21-сон мажлис баёни Қарорининг 64-банди ижроси бўйича илмий ишларни ва инновацион ғояларни ривожлантиришни таъминлаш ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-хуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда 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, энергоресурсстежамкорлик, машинасозлик ва ресурсстежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Пўлатларга термоциклли ишлов бериш усуллари ва уларнинг структура ҳосил бўлиши жараёнларига таъсир этиш билан боғлиқ бўлган илмий-тадқиқот ишлари билан қўйидаги олимлар шуғулланганлар: J. Tomas, M. Enomoto, H.I. Aaconson, L. Okuma, K. Kawamuru, M.K. Graf, B.K. Федюкин, А.М. Гурьев, С.С. Дьяченко, А.П. Чейлях, А.С. Тихонов ва бошқалар. Асбобсозлик саноатида термоциклли ишлов бериш усулларини тадқиқ қилиш, ишлаб чиқиш ва уларини қўллашда эса J.B. Campbell, D.L. Olson, M.C. Кенис, А.М. Гурьев, В.С. Биронт, А.А., проф. А.А. Мухамедов, проф. Ф.Р. Норхуджаев, доц., т.ф.д. Д.М. Бердиевларнинг илмий мактаблари бир қанча илмий изланишлар олиб бормоқда.

Мавжуд ишлар таҳлилига кўра, совук ҳолда штамповкалаш учун мўлжалланган штамплаш асбоблари учун термоциклли ишлов бериш технологиясини совитиш суюқлиги сифатида маҳаллий хомашё ҳисобланган сувда эрийдиган “Унифлок” препаратини қўллаган ҳолда асбобларнинг меҳнат сарфи ва таннархини камайтириш билан боғлиқ бўлган муаммолар батафсил ёритилмаган. Мазкур диссертация иши ушбу долзарб муаммоларни ҳал этишга бағишиланган.

**Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Андижон машинасозлик институтида илмий-тадқиқот ишлари режаларига мувофиқ №РИЯ-1/2017, №ИЯ-624, №23, №3 «Ишлаб чиқариш корхоналарининг иш самарадорлиги ва энергия тежамкорлигини ошириш» (2018-2020 йй.) мавзусидаги хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** мебел фурнитуралари учун совук ҳолда штамплаш усулида олинган штамп деталларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

тадқиқ қилинаётган термоциклли ишлов бериш режимларини асослаш ва аниқлаш;

термоциклли ишлов бериш режимларининг пўлатнинг структура-фаза ҳолатига таъсирини аниқлаш;

тоблаш суюқлиги сифатида маҳаллий хомашёдан тайёрланган “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган полимерларнинг қўллаш технологиясини ишлаб чиқиш;

совуқ ҳолда штамплаш учун мўлжалланган штамплаш асбобларининг термоциклли ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг обьекти** сифатида У10, 9ХС, ХВГ ва Х12М маркали асбобсозлик пўлатлари танланган.

**Тадқиқотнинг предмети** бўлиб, совуқ ҳолда штамплаш учун мўлжалланган асбобсозлик пўлатларининг термоциклли ишлов бериш технологияси ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуслари.** Диссертация ишида замонавий тадқиқот усуслари, жумладан рентгенструктурали таҳлил, металлографик таҳлил, кимёвий таҳлиллардан, намуналарни қаттиқлиги ГОСТ 9013 “Металлар, Роквелл бўйича ўлчаш усули” бўйича, пўлатларнинг бардошлилиги 1К62 токарлик-винтқирқиши дастгоҳида кесишига синаш бўйича умумқабул қилинган усуслардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қўйидагилардан иборат:

термоциклли ишлов беришнинг технологик режимларининг асбобсозлик пўлатларининг структура-фаза ҳолатига таъсири аниқланган;

сувда эрийдиган полимерлар муҳитида термоциклли тоблашнинг иссиқлик режимлари ва циклли импульсли бўшатиш режими ишлаб чиқилган;

термоциклли ишлов бериш цикллари сонининг пўлатнинг кристалл тузилишидаги нуқсонийлик даражасига таъсири аниқланган;

маҳаллий хомашёдан сувда эрийдиган “Унифлок” препарати асосида тоблаш суюқлиги ишлаб чиқилган;

совуқ ҳолда штамплаш учун мўлжалланган штамплаш асбобларининг термоциклли ишлов бериш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қўйидагилардан иборат:

термик ишлов беришнинг технологик циклини 4 соатга камайтириш имконини берадиган Андижон вилоятида жойлашган «Технометалл-сервис» МЧЖ ва Тошкент шаҳаридаги “Агрегат заводи” АЖ шароитида совуқ ҳолда штамплаш учун мўлжалланган штамплаш асбобларига термоциклли ишлов беришнинг технологик жараёни ишлаб чиқилган;

пўлатларнинг ейилишга чидамлилигини 1,5 марта ошириш имконини берадиган У10, 9ХС, ХВГ ва Х12М маркали асбобсозлик пўлатларини циклли тоблаш ва циклли импульсли бўшатиш режимлари ишлаб чиқилган;

тоблаш мойини алмаштириш имконини берадиган тоблаш суюқлиги сифатида маҳаллий хомашёдан тайёрланган “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган полимерларнинг таркиби ишлаб чиқилган;

тоблаш суюқлиги сифатидаги ишлаб чиқилган маҳаллий хомашёдан тайёрланган “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган полимерларнинг совитишнинг оптимал тезлиги 5 °C/сек эканлигини инобатга олган ҳолда уни углеродли ва кам легирланган асбобсозлик пўлатлари учун қўллаш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** аниқ қўйилган вазифа асосида олинган, асбобсозлик пўлатларини термоциклли ишлов беришнинг технологик жараёнини ишлаб чиқиша экспериментлар натижаларини математик статистика усулида қайта ишлов беришда замонавий техника ва технологияларидан фойдаланиш асосида аниқланган.

### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тадқиқ қилинаётган пўлатда структура-фаза ўзгаришларини қонуниятларини аниқлаш, сувда эрийдиган полимер муҳитида термоциклли тоблашда иссиқлик режимлари ва циклли импульсли бўшатиш режимларини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти мебел фурнитуралари ишлаб чиқаришда совуқ ҳолда штамплаш асосида олинган штамплаш асбобларини ейилишга чидамлилигини ошиши ва ишлаб чиқилган режимлар асосида юмшатиш операциясини бартараф қилган ҳолда термик ишлов беришнинг технологик циклини 4 соатга камайтириши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мебель фурнитуралари учун совуқ ҳолда штамплаш усулида олинган штамп асбобларини пухталаш технологиясини ишлаб чиқиш учун олиб борилган тадқиқотлар бўйича олинган илмий натижалар асосида:

шакл ҳосил қилувчи штамплаш асбоблари учун термоциклли ишлов бериш технологияси «Агрегат заводи» АЖда амалиётга жорий қилинган («UzAvto» АЖнинг 2020 йил 30 декабрдаги 07/06-25-1941-сон маълумотномаси). Натижада, штамплаш асбобининг бардошлилигини 1,5-2 бараварга ошириш имконини берган;

сувда эрийдиган полимерлар муҳитида циклли тоблаш ва циклли импульсли бўшатишдан иборат термоциклли ишлов беришнинг иссиқлик режимлари «Агрегат заводи» АЖ да амалиётга жорий қилинган («UzAvto» АЖнинг 2020 йил 30 декабрдаги 07/06-25-1941-сон маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқилган режим юмшатиш операциясини бартараф қилган ҳолда термик ишлов беришнинг технологик циклини 4 соатга камайтириш имконини берган;

тоблаш суюқлиги сифатидаги ишлаб чиқилган маҳаллий хомашёдан тайёрланган “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган полимер «Агрегат заводи» АЖ да амалиётга жорий қилинган («UzAvto» АЖнинг

2020 йил 30 декабрдаги 07/06-25-1941-сон маълумотномаси). Натижада тоблаш мойининг эҳтиёжини 30 % га камайтириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 3 та республика илмий-техник ва 3 та халқаро конференцияларда мұхокама қилингандар.

**Диссертация натижаларининг эълон қилинганини.** Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та иш нашр қилингандар. Шулардан 5 таси илмий мақола бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия қилингандар. Илмий нашрларда 2 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хуроса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш қисмидаги диссертация** иши мавзусининг долзарблиги ва зарурати асослангандар, тадқиқот мақсади ва вазифалари, обьекти ва предмети тавсифлангандар, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилгандар, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва асосий натижалари баён қилингандар, олингандарнинг ишончлилиги асослангандар, илмий ва амалий аҳамияти очиб берилгандар, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилгандар.

Диссертациянинг «Совуқ ҳолда штамповкалаш учун асбобсозлик пўлатларининг структураси ва хоссасига термик ишлов бериш усусларининг таъсири» деб номлангандар биринчи бобда совуқ ҳолда штамповкалаш учун қўлланиладиган штамплаш асбобига тушадиган юкланишлар характери ва унинг ишлап шароити таҳлил қилингандар.

Хозирги вақтда асбобсозлик пўлатининг якуний хоссасини юқори даражада олиш учун асосий термик ишлов беришдан олдин юмшатиш опрациясида олинадиган майда донали перлит структураси оптимал структура эканлигини кўрсатди. Адабиётлар манбаларининг таҳлиллари асбобсозлик пўлатлари учун термоциклли ишлов беришни қўллаш кўп мартали иссиқлик таъсиrlари ҳисобига асбобнинг қўшимча тарзда ишга лаёқатлилигини оширишни кўрсатди. Жумладан, икки мартали тоблашни оралиқ бўшатиш билан биргаликда қўллаш кристалл тузилишда нуқсонлиликнинг юқори даражасининг шаклланиши ҳисобига асбобсозлик пўлатининг ейилишга чидамлилигини оширишга олиб келади. Шу билан бирга юқори углеродли ва легирлангандар асбобсозлик пўлатлари учун мартали термик ишлов беришларни кенг кўламда қўллаш бўйича маълумотлар келтирилмагандар.

Адабиётлар таҳлили пўлатни тоблаш учун тоблаш муҳити сифатида бир қатор ҳолатларда полимерларнинг сувдаги эритмалари ишлатилишини кўрсатди. Полимерларнинг сувдаги эритмаларининг тоблаш муҳити сифатида қўлланилиши мойда тоблашга нисбатан кичик совитиш тезлигини олиш имконини беради. Бу эса ўз навбатида углеродли пўлатларни мойда термик ишлов беришга нисбатан юқори тобланиш чуқурлигига эга бўлган ҳолатда олиш мумкинлигини кўрсатди. Бу ҳолатда тоблаш кучланишларининг камайиши кузатилади. Лекин ҳар бир буюмнинг ўлчамлари туридаги гурӯҳи ва пўлат маркаси учун эритманинг таркибини индивидуал танлаш керак. Бунда Ўзбекистонда тоблаш муҳити сифатида сувда эрийдиган полимерларни қўллаш бўйича тадқиқотлар ўтказилмаган.

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

Тадқиқот обьекти сифатида У10, 9ХС, ХВГ ва X12M маркали асбобсозлик пўлатлари танланган. 9ХС, ХВГ маркали пўлатлар кам легирланган унча катта бўлмаган иссиққабардошлиликка эга бўлган пўлатлардир. X12M маркали пўлат юқори хромга эга бўлган иссиққабардош пўлат ҳисобланади (1-жадвал).

Пўлатдан тайёрланган намуналарни қиздириш  $\text{NaCl}$  ва  $\text{BaCl}_2$  га эга бўлган тузли ванналарда амалга оширилади. Намунанинг 1 мм кесими учун ушлаб туриш вақти 0,5-3 минутни ташкил этди. У10, 9ХС, ХВГ маркали пўлатлардан тайёрланган намуналарни тоблашда  $\text{Na-KMц}$  ва “Унифлок” номли сувда эрийдиган полимерларнинг эритмалиридан фойдаланилди. X12M маркали пўлат эса мойда тобланди.

Металлографик таҳлиллар МИМ-7, МИМ-8 маркали микроскопларда 10 дан 1000 мартагача катталаштиришларда бажарилди. Донанинг бали ГОСТ 8233, “пўлат, микроструктуралар эталони” бўйича аниқланди.

## **1-жадвал**

### **Тадқиқ қилинаётган пўлатнинг кимёвий таркиби**

Пўлат марка-лари	Пўлат таркибига кирувчи кимёвий элементларнинг миқдори, %							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	S	P
У10	0,95-1,04	0,15-0,35	0,15-0,35	0,10-0,40	-	-	0,028	0,03
9ХС	0,85-0,95	1,20-1,60	0,30-0,60	0,95-1,25	0,2	0,2	0,03	0,03
ХВГ	0,90-1,05	0,1-0,40	0,80-1,10	0,90-1,20	1,2-1,6	0,3	0,03	0,03
X12M	1,45-1,65	0,15-0,35	0,15-0,40	11,0-12,5	-	0,4-0,6	0,03	0,03

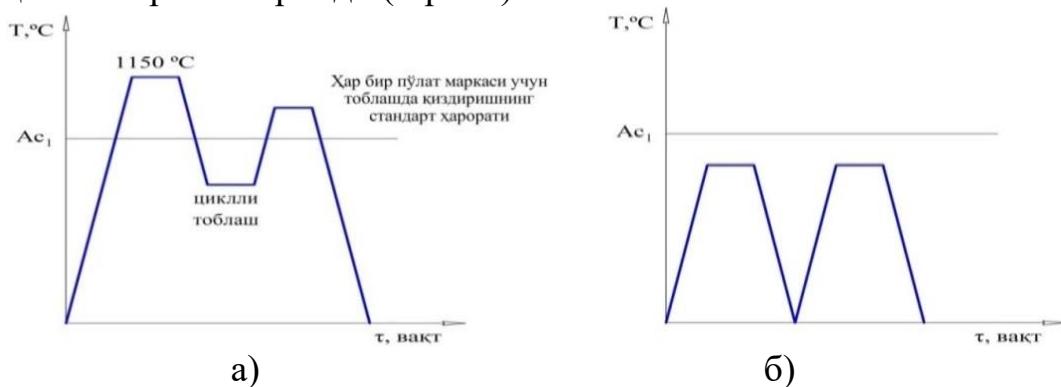
Рентгенструктура таҳлиллари ДРОН-2,0 рентген дифрактометрида темир аноди нурланишида ўтказилди. Пўлатларнинг фазалар таҳлили ва кристалл тузилишнинг нуқсонийлик даражасини аниқлаш ишлари бажарилди.

Термик ишлов берилган намуналарнинг қаттиқлиги ГОСТ9013. “Металлар, Роквелл бўйича ўлчаш усули” бўйича ТК-2 маркали қаттиқлик ўлчайдиган приборда аниқланди.

Тадқиқ қилинаётган пўлатнинг бардошлилик бўйича синовлари термик ишлов беришнинг турли режимларида ишлов берилган намуналарда 1К62 маркали токарли-винт қирқар станогида ўтказилди. 45 маркали пўлатни бўйлама бўйлаб ишлов беришда ўтувчи кескичларнинг ейилишга чидамлиликка синаш ишлари бажарилди. МПБ-2 маркали микроскоп ёрдамида кетинги юзаси бўйича кескичларнинг ейилиш катталиги аникланди. Шакл ҳосил қилувчи асбобни синаш ишлари “Технометалл-сервис” МЧЖ ва “Агрегат заводи” АЖ ларни ишлаб чиқариш шароитларида ўтказилди. Эксперимент натижаларини қайта ишлаш математик статистика усули билан амалга оширилган.

Диссертация ишининг “Совуқ ҳолда деформацияланиш учун мўлжалланган пўлатларга термоциклли ишлов бериш режимларини ишлаб чиқиши” номли учинчи бобида тадқиқот қилинаётган асбобсозлик пўлатларининг структура ҳосил бўлиши ва хоссасига термоциклли ишлов бериш режимлари таъсирини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган. Олдин ўтказилган тадқиқотлар термоциклли ишлов беришни, жумладан қиздиришни юқори ҳароратларда ўтказиш пўлатларнинг ейилишга чидамлилигининг ошишига олиб келишини кўрсатди. Ейилишга чидамли структура шаклланиш босқичининг универсал қўрсаткичи мос равища структураларда кристалл тузилишнинг нуқсонийлик даражаси ҳисобланади.

Авваламбор, тоблаш учун икки мартали циклли қиздиришнинг схемаси асосида кристалл тузилиш нуқсонлилигининг интеграл тавсифномалари ҳисобланган (220) рентген чизиқларининг кенгайишга таъсири бўйича тадқиқот ишлари бажарилди (1-расм).



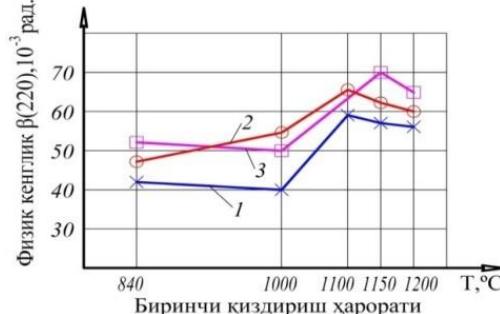
## 1-расм. Термоциклли ишлов бериш схемаси

а) тоблаш схемаси; б) циклли импульсli бўштиш схемаси

Ҳамма тадқиқот қилинаётган пўлатларни тоблаш учун биринчи қиздиришда ҳарорат диапазони  $840^{\circ}\text{C}$  дан  $1200^{\circ}\text{C}$  гача қилиб танланди. Тоблаш учун иккинчи қиздиришда эса ҳар бир пўлат маркаси учун стандарт бўлган ҳароратлар танланди. Бу ҳарорат У10 маркали пўлат учун  $780^{\circ}\text{C}$ , 9ХС ва ХВГ пўлатлари учун эса  $840^{\circ}\text{C}$  ларни ташкил этади. Тадқиқот натижалари

тоблаш учун биринчи қиздиришда ҳароратнинг ошиши кристалл тузилишнинг максимал нуқсонлилик даражасига эга бўлган структура шакланади (2-расм).

Тоблаш учун биринчи қиздириш ҳароратини  $1000^{\circ}\text{C}$  дан  $1200^{\circ}\text{C}$  гача ошириш оксид ва нитридларни эришига ёрдам беради ва ўз навбатида совутишда пўлатда мувозанат бўлмаган ҳолатдаги структурани олишга олиб келади.

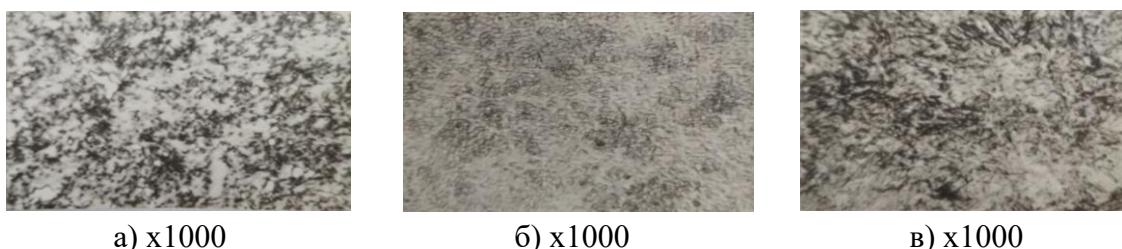


### **2-расм. У10, 9ХС, ХВГ маркали пўлатларни рентген чизиқлари (220) нинг кенглигини бўшатишидан термоцикллик тоблаш режимлари боғлиқлиги**

- 1- У10 маркали пўлат учун иккинчи қиздириш ҳарорати  $780^{\circ}\text{C}$ ;
- 2- 9ХС маркали пўлат учун иккинчи қиздириш ҳарорати  $840^{\circ}\text{C}$ ;
- 3- ХВГ маркали пўлат учун иккинчи қиздириш ҳарорати  $840^{\circ}\text{C}$ .

Бундан ташқари бўшатишидан иккиланган термоцикллик тоблаш ёрдамида тобланган пўлатларнинг микроструктурасини тадқиқ қилишда аустенитлашнинг биринчи ҳарорати ошиши билан карбидларнинг нисбатан тўлиқ эриши, мартенсит пластинкаларнинг узунлиги ва қолдиқ аустенитнинг ошиши кузатилади (3-расм).

Шундай қилиб, иккиланган термоциклли тоблашни ўтқазишида нисбатан оптималь биринчи қиздириш ҳарорати кристалл тузилишнинг максимал даражада нуқсонлигини олиш нуқтайи назаридан ҳароратлар диапазони  $1100 - 1500^{\circ}\text{C}$  ларни ташкил этади (3-расм).



a) x1000

б) x1000

в) x1000

### **3-расм. У10, 9ХС, ХВГ маркали пўлатларнинг микроструктураларини бўшатишидан термоцикллик тоблаш режимлари боғлиқлиги**

1-У10 маркали пўлат учун биринчи қиздириш ҳарорати  $1150^{\circ}\text{C}$ , иккинчи қиздириш ҳарорати  $780^{\circ}\text{C}$ ;

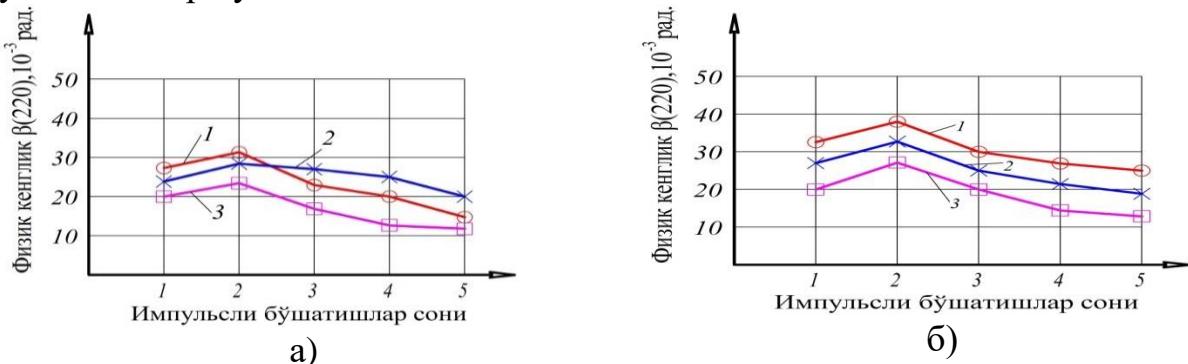
2- 9ХС маркали пўлат учун биринчи қиздириш ҳарорати  $1150^{\circ}\text{C}$ , иккинчи қиздириш ҳарорати  $840^{\circ}\text{C}$ ;

3- ХВГ маркали пўлат учун биринчи қиздириш ҳарорати  $1150^{\circ}\text{C}$ , иккинчи қиздириш ҳарорати  $840^{\circ}\text{C}$ .

Тоблашда стабил натижалар олиш мақсадида У10, 9ХС ва ХВГ маркали пўлатлар учун қиздириш ҳарорати  $1150^{\circ}\text{C}$  қилиб танланди. Импульсли бўшатишнинг оптимал ҳарорати ва уни ўтказиш сонини аниқлаш мақсадида  $400^{\circ}\text{C}$  дан  $600^{\circ}\text{C}$  гача бўлган бўшатиш ҳароратлари ва импульсли бўшатишлар сони эса 1 дан 5 гача қилиниб олиниб, уларни юқорида маркалари қайд этилган пўлатларда максимал нуқсонлилик даражасига эга бўлган кристалл тузилиш олишга таъсири бўйича тадқиқот ишлари бажарилди.

Тадқиқот натижалари У10, 9ХС ва ХВГ маркали пўлатлар учун кристалл тузилишдаги энг кўп нуқсонлиликка икки мартали импульсли бўшатиш орқали эрилишини кўрсатди (4, а) расм).

Икки мартали циклли тоблаш ва икки мартали импульсли бўшатишдан кейин кристалл тузилишдаги нуқсонлиликнинг ошиши кристалл панжара параметрларида ўз аксини топди (4, б) расм). 9ХС маркали пўлатнинг кристалл панжарасининг энг кичик параметрларига  $600^{\circ}\text{C}$  ҳароратда икки мартали импульсли бўшатишдан кейин эришилади. Шундай қилиб, юқори ҳароратда тоблашда кристалл панжара нуқсонларининг юқори зичлигининг ҳосил бўлиши мартенситнинг тетрагонал панжарасида углерод миқдорининг камайиши ва углероднинг бир қисм атомларини панжаранинг нуқсонларига ўтиши содир бўлади.



**4-расм. У10 маркали а) ва 9ХС маркали б) пўлатнинг рентген чизиклари (220) ни кенглигини бўшатишсиз термоцикллик ишлов бериш (циклли тоблаш+импульсли бўшатиш) режимларига боғлиқлиги**

Импульсли бўшатишдаги қиздириш ҳарорати  $400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$ ,  $500^{\circ}\text{C}$ .

Импульсли бўшатишдаги қиздириш ҳарорати  $450^{\circ}\text{C}$ ,  $500^{\circ}\text{C}$ ,  $600^{\circ}\text{C}$ .

Бу тенденция импульсли бўшатишдан сўнг ҳам сақланади ва бу эса пўлатларнинг кристалл панжарасидаги параметрларининг ўзгаришида намоён бўлади (4, б) расм). Биринчи юқори қиздириш ҳарорати аустенитни гомогенизациялашга олиб келади, шунинг учун тоблашдан сўнг қолдиқ аустенитта эга бўлган нисбатан бир хил бўлган мартенсит структураси юзага келади.

Пўлатлар қаттиқлигининг импульсли бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда ўзгаришлари 2-жадвалда кўрсатилган.

Тадқиқ қилинаётган пўлатларга якуний термик ишлов бериш жараёни пўлатларни таъминлайдиган ҳароратда бўшатишдан иборат. У10 маркали

одатда қабул қилинган стандарт ҳароратларда тоблаш, 60-62 HRC қаттиқликни пўлат учун тоблаш ҳарорати  $780^{\circ}\text{C}$  бўлса, ХВГ маркали пўлат учун тоблаш ҳарорати  $840^{\circ}\text{C}$  ни ташкил этади.

Бўшатиш ҳароратлари У10 маркали пўлат учун  $180 - 200^{\circ}\text{C}$  ни ташкил этса, 9ХС маркали пўлат учун эса  $200 - 250^{\circ}\text{C}$  ва ХВГ маркали пўлат учун эса  $200-250^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этади. Термик ишлов беришнинг ҳамма цикли 6-расмда кўрсатилган схема асосида амалга оширилади.

Дастлабки термик ишлов бериш сифатида цикли тоблаш ва импульсли икки марталии бўшатишни қўллашдан мақсад такорий қиздиришда майда донани олиш учун матрицанинг асосий структурасини тайёрлаш, кристалл тузилишни нуқсонлигини максимал даражада ҳосил қилиш билан майнин структурани яратиш ва унинг элементларини кейинги термик ишлов беришларга сақлаб қолишдан иборат.

## 2-жадвал

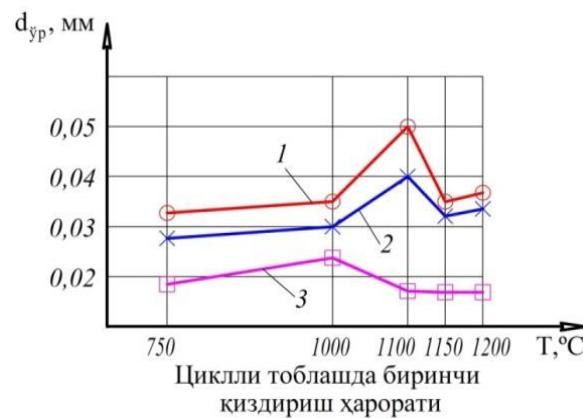
### У10, 9ХС, ХВГ маркали пўлатлар қаттиқлигининг импульсли бўшатишга боғлиқлиги бўйича ўзгариши

Пўлатнинг маркаси	Бўшатиш ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$	HRC шкала бўйича қаттиқлиги
У10	450	45-47
	500	39-40
9ХС	450	49-51
	500	47-48
	600	39-41
ХВГ	450	46-50
	500	44-48
	600	39-42



5-расм. Тадқиқ қилинаётган пўлатни термик ишлов беришнинг тавсия этилаётган схемаси

Цикли тоблашда юқори ҳароратда биринчи қиздиришни ўтказиш нуқтаи назаридан кристалл тузилишдаги нуқсонларни юқори зичликка эга бўлган структураларини яратиш, карбид ва бошқа қўшимча фазаларни эриши ҳамда импульсли бўшатишда дисперс заррача сифатида ажралишини таъминлаб беради.



**6-расм. У10 маркали пўлатни аустенит донасини термоциклли термик ишлов беришдан кейин ўзгариши. Иккинчи тоблаш ҳарорати  $-780^{\circ}\text{C}$ .**  
 1 - импульссиз бўшатиш; 2 -  $400^{\circ}\text{C}$  ҳароратда импульсли бўшатиш; 3 -  $450^{\circ}\text{C}$  ҳароратда импульсли бўшатиш



x500



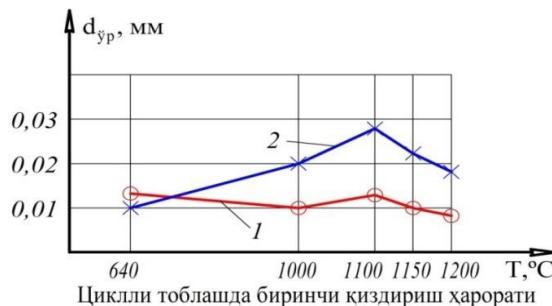
x1000

**7-расм. Термоциклли термик ишлов беришнинг тўлиқ циклидан ўтган У10 маркали пўлатнинг микроструктураси**  
 Иккинчи тоблаш ҳарорати  $780^{\circ}\text{C}$ . Якуний бўшатиш ҳарорати  $180^{\circ}\text{C}$ .

У10 маркали пўлат микроструктурасининг тадқиқот қилиш натижалари аустенит донаси катталиги циклли тоблаш ва импульсли бўшатиш ҳароратлари режимларига боғлиқлигини кўрсатади (6, 7-расмлар).

$1100^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача циклли тоблашда биринчи қиздириш ҳароратини ошириш аустенит донасининг катталлашишига, ҳароратни янада ошириш эса доналарнинг майдаланишига олиб келади. Қиздириш ҳарорати  $1150^{\circ}\text{C}$  бўлганда қийин эрийдиган қўшимча фазаларнинг эриши содир бўлади ва улар такрорий қиздиришда кичик дисперсли зарра сифатида ажралиб чиқади. Бу заррачалар стандарт ҳароратда тоблашни ўтказишда аустенит донасининг ўсишида ўзига хос тўсиқ вазифасини ўтайди (8-расм).

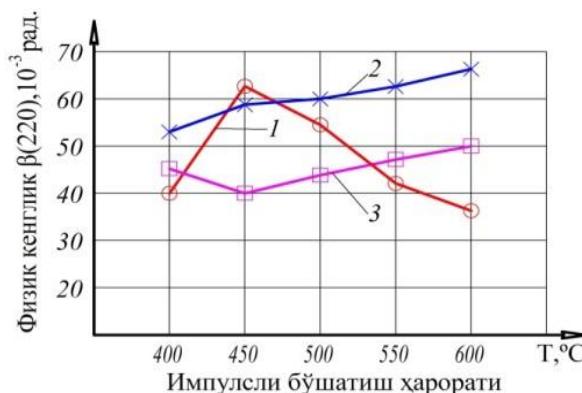
Циклли тоблаш ва  $600^{\circ}\text{C}$  ҳароратда импульсли бўшатиш ҳамда стандарт қиздириш ҳароратдаги иккиламчи тоблашдан кейинги барча ҳолатларда майда нинали мартенсит, қолдиқ аустенит ва дисперсли иккиламчи карбидлар хосил бўлади. Факат ХВГ маркали пўлатда бошқачароқ картина кузатилади.



**8-расм. Термоциклли термик ишлов беришдан кейин 9ХС ва ХВГ маркали пўлатларни аустенит донаси катталигининг ўзгариши.  
Иккинчи тоблаш ҳарорати – 840 °C**

- 1- 9ХС маркали пўлат учун 600 0C ҳароратда ўтказилган бўшатиш;  
2- ХВГ маркали пўлат учун 600 0C ҳароратда ўтказилган бўшатиш.

Цикли тоблашда аустенит донаси ва мартенсит пластинкасининг ўсиши кузатилади. ХВГ маркали пўлатнинг микроструктурасида стандарт режимда ўтказилган якуний термик ишлов беришдан кейин карбид фазаларининг борлиги аниқланмади. Ўз навбатида, тўлиқ термоциклли термик ишлов беришдан сўнг каттиқ эритмадаги углерод миқдори дастлабки мувозанатли структуранинг термик ишлов беришда юзага келган ҳолатидан фарқланади. Цикли тоблашнинг биринчи қиздириш ҳарорати ва импульсли бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда 9ХС ва ХВГ маркали пўлатларни аустенит донасининг ўзгариши 8-расмда кўрсатилган. Иккиламчи тоблашдан кейин пўлатларнинг майин структураси дастлабки цикли тоблаш режимларига сезиларли даражада боғлиқ.



**9-расм. У10, 9ХС ва ХВГ маркали пўлатларнинг рентген чизиқлари кенглиги (220) ни импульсли бўшатиш ҳароратига боғлиқлиги**

У10 маркали пўлат учун биринчи қиздириш ҳарорати 1150<sup>0</sup>C, иккинчиси 780<sup>0</sup>C, тоблаш+импульсли бўшатиш+780<sup>0</sup>C ҳароратда стандарт тоблаш, 200<sup>0</sup>C ҳароратда бўшатиш;

1-9ХС маркали пўлат учун биринчи қиздириш ҳарорати 1150<sup>0</sup>C, иккинчиси 840<sup>0</sup>C, тоблаш+импульсли бўшатиш+840<sup>0</sup>C ҳароратда стандарт тоблаш, 250<sup>0</sup>C ҳароратда бўшатиш;

2-ХВГ маркали пўлат учун биринчи қиздириш ҳарорати 1150<sup>0</sup>C, иккинчиси 840<sup>0</sup>C, тоблаш+импульсли бўшатиш+840<sup>0</sup>C ҳароратда стандарт тоблаш, 300<sup>0</sup>C ҳароратда бўшатиш.

Кристалл тузилишдаги энг катта нүксөнийликка дастлабки 1180 °C қиздириш ҳароратида ўтказилган цикли тоблаш ва 450 °C ҳароратда ўтказилган импульсли бўшатишдан сўнг эришилади (9-расм). Худди шундай натижалар XБГ маркали пўлатларда ҳам олинган (9-расм).

У10, 9ХС ва XБГ маркали пўлатлар учун юқорида ифода этилган кристалл структураларнинг ўзгариши бир хил даражадаги қаттиқлик ва бир хил ҳароратли яқуний бўшатишда бўлиши аниқланган ва бу ҳолатлар 3-жадвалда кўрсатилган.

### 3-жадвал

#### **У10, 9ХС ва XБГ маркали пўлатларнинг тўлиқ термоциклли термик ишлов беришдан кейин қаттиқлиги**

Пўлат маркаси	Импульсли бўшатиш ҳарорати, °C	Яқуний бўшатиш ҳарорати, °C	HRC шкаласи бўйича қаттиқлик
У10	400	200	58 - 59
	450		59 - 60
	500		58 - 59
9ХС	450	250	58 - 59
	500		57 - 58
	600		57 - 58
XБГ	450	300	56 - 57
	500		56 - 57
	600		57 - 58

Пўлатларнинг микроструктурасини рентгенфаза усули билан тадқиқ қилиш тадқиқот қилинаётган пўлатларнинг яқуний термик ишлов беришдан кейин қолдиқ аустенит фоизи қуидагиларни ташкил қилишини кўрсатди: У10 маркали пўлат учун 25 %, 9ХС маркали пўлат учун эса 20 % ва XБГ маркали пўлат учун эса 26 % дир. Умуман қолдиқ аустенит фоизи пўлат структурасида стандарт термик ишлов беришдан кейинги қолдиқ аустенит таркибидан сезиларли бўлмаган даражада фарқланади.

X12M маркали пўлатни дастлабки цикли термик ишлов беришини тадқиқ қилиш натижалари энг кам қолдиқ аустенит миқдорига эга бўлган ҳолдаги нисбатан энг катта қаттиқлик қийматига қуидаги термик ишлов бериш режимларида эга бўлишини кўрсатди: тоблаш учун биринчи қиздириш ҳарорати 1150 °C бўлган ва тоблаш учун иккинчи қиздириш ҳарорати 1030 °C бўлган ҳароратлар 600 °C ҳароратда цикли бўшатиш билан. Бу термик ишлов бериш режимлари X12M маркали пўлат учун асос сифатида қабул қилинди. Бу пўлатга яқуний термик ишлов бериш жараёни

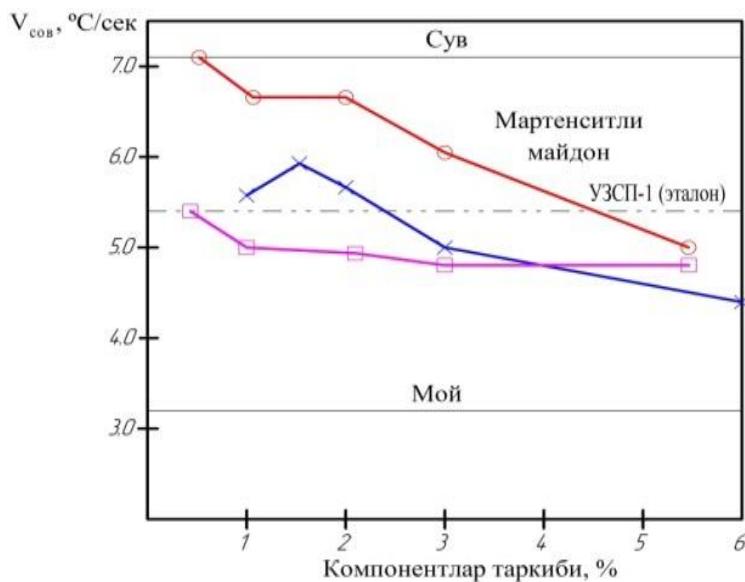
1030 °C стандарт ҳароратда тоблаш ва 200 °C ҳароратда бўшатиш ёрдамида ишлов берилган X12M маркали пўлатдан тайёрланган намуналар рентгенструктура тадқиқотларга жалб қилинган. Тадқиқот натижалари X12M маркали пўлатнинг кристалл тузилишининг нуқсонийлигигини максимал даражасига термоциклли ишлов беришда, айнан 600 °C ҳароратда эришилишини кўрсатди. Альтернатив вариант сифатида ўзида 540 °C ва 650 °C ҳароратларда ўтказиладиган импульсли бўшатишдан иборат термоциклли ишлов бериш жараёнлари олинган. Якуний термик ишлов бериш ҳам стандарт режимларда ўтказилган. Юқоридаги режимлар импульсли бўшатиш орқали эришилишини кўрсатди.

Термоциклли ишлов беришнинг тўлиқ циклини ўтказишдан кейин бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда қаттиқликни ўзгаришини тадқиқ қилиш бўшатиш ҳароратининг ошиши билан X12M маркали пўлатнинг иккиламчи қаттиқлашиш самарасини ошиши ва бу қаттиқликнинг максимал ошиши 550 °C ҳароратга тўғри келиши ҳамда бу ҳарорат эса стандарт ҳолатдаги термик ишлов бериш ҳароратидан 50 °C га ортиқ эканлигини кўрсатди. Шундай қилиб, импульсли бўшатиш билан бирга ўтказилган термоциклли ишлов бериш пўлатнинг иссиқликкабардошлигини 50 °C га ошиши мумкинлигини таъкидлаш мумкин.

Диссертация ишининг “Сувда эрийдиган полимерлар асосидаги совитиш мухитини ишлаб чиқиши ва совуқ ҳолда штамповкалаш учун қўлланиладиган кесувчи ва штамплаш асбобларининг бардошлиги бўйича синовларни ўтказиш” номли тўртинчи бобида Ўзбекистонда ишлаб чиқарилган сувда эрийдиган полимерларни тоблаш суюқлиги сифатида қўллаш бўйича тадқиқот ишларининг натижалари ҳамда термоциклли ишлов беришдан ўтган кесувчи ва шакл ҳосил қилувчи асбобларнинг синаш натижалари ҳам келтирилган.

Пўлатнинг тоблашни сифатини аниқлайдиган асосий омиллардан бири бу унинг совитиш режими ҳисобланади. Икки интервал ҳароратларда совитиш шартларини тадқиқ қилиш жуда қизиқиши уйғотади. Углеродли ва кам легирланган пўлатлар учун перлитли совитиш зонасида 870 °C – 275 °C ҳароратлар интервали ва мартенситли ўзгаришларда ҳароратлар интервали 275 °C – 55 °C ни ташкил этади. Юқориги интервалдаги ҳароратни танлашда бу ҳарорат тезроқ ва бир текисда совитишни инобатга олиш зарур, чунки юқори совитиш тезлиги юқори қаттиқлик ва тобланиш чуқурлигини олишни таъминлайди. Бир текисда совтиш эса қийишайишни бартараф этади.

Юқоридаги таҳлиллардан келиб чиқсан ҳолда Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқарилган полимерлар эритмаларини совитиш қобилиятини аниқлаш бўйича синовлар ўтказилди. Синовлар асосида термик ишлов беришда этalon суюқликлар сифатида сув, минерал мой ва УЗСП-1 ни 0,7 % эритмасидан фойдаланилди.



**10-расм. 275  $^{\circ}\text{C}$  – 55  $^{\circ}\text{C}$  ҳароратлар интервалида тоблаш суюқликларидағи полимер ташкил этувчилар микдорини совутиш тезлигига тәсіри**

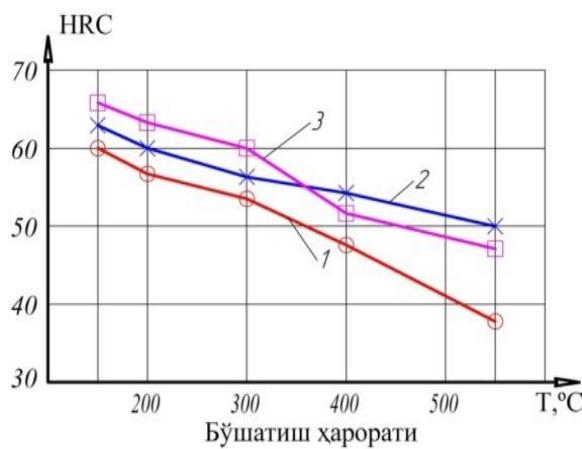
- - Na-KMц
- х - “Унифлок” препараты
- - Na-KMц + 2 % метилакрилат

Назорат параметрлари сифатида HRC шкаласи бүйича қаттықлик аникланди ва дарзларни мавжудлигини аниклаш учун эса тузли кислотанинг сувдаги эритмасида хурушланиш (травления қилишдан) фойдаланилди.

Сув полимерлари асосидаги тоблаш суюқликларини синаш натижалари 10-расмда ифодаланган.

Синовлар Na-KMц маркалы полимерни нисбатан камроқ яроқли эканлигини күрсатди, чунки бунда совитиш тезлиги кучли тарзда эритманинг микдорига боғлиқ бўлади. Бу ҳолатда нисбатан яхши яроқли ҳисобланган “Унифлок” эритмасини қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади. “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган тоблаш суюқликларини У10, 9ХС ва ХВГ маркали пўлатларнинг тоблаш ва бўшатишдан сўнг қаттиқлигига тәсірини аниклаш мақсадида бу пўлатлардан термик ишлов бериш учун намуналар тайёрланди. “Унифлок” препаратининг тоблаш суюқликлардаги микдори 3 % ни ташкил этди. Синаш натижалари эса 11-расмда кўрсатилган. 11-расмдан кўриниб турибдики, тоблаш ва бўшатишдан кейин 9ХС ва ХВГ маркали пўлатларни қаттиқлиги мойда тоблашдан кейинги пўлатнинг қаттиқлиги билан жуда ҳам кам фарқ қилишини кўрсатди. У10 маркали пўлатнинг қаттиқлиги сувда тоблашдан кейинги ушбу пўлатнинг қаттиқлигидан бир қанчага кичик.

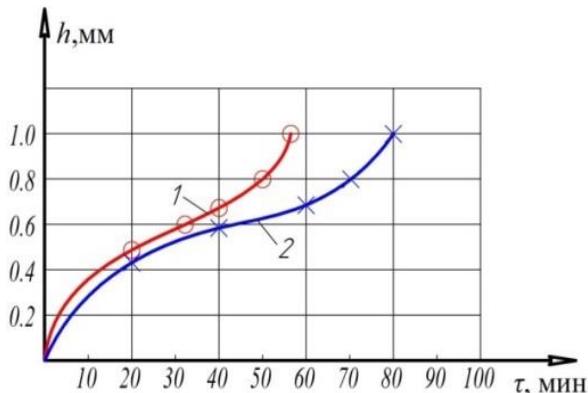
Умуман олганда “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган тоблаш суюқлиги 9ХС ва ХВГ маркали кам легирланган асбобсозлик пўлатларни тоблаш суюқлиги сифатида қўлланиладиган мойни алмаштириш имконини беради.



**11-расм. У10, 9ХС ва ХВГ маркали пўлатларнинг қаттиқлигини бўшатиш ҳароратига боғлиқ равишда ўзгариши. Тоблаш “Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган тоблаш суюқлигида ўтказилди**

○ - У10 маркали пўлат  
х - 9ХС маркали пўлат  
□ - ХВГ маркали пўлат

“Унифлок” препарати асосидаги сувда эрийдиган тоблаш суюқлиги сувга нисбатан кичик совитиш тезлигига эга бўлиб, юпқа асбобларни тоблашда асбоблар дарз кетишининг юзага келиши ва қийшайишидан сақлади.



**12-расм. Кесиши вақтига боғлиқ равишда ХВГ маркали пўлатдан тайёрланган кескичларнинг ейилиш катталиги. Кесиши тезлиги V= 25 м/мин**

1 - стандарт термик ишлов беришдан ўтказилган кескич;  
2 - тўлик термоциклли термик ишлов бериш циклидан ўтказилган кескич.

Кесувчи асбобларнинг синаш ишлари лаборатория шароитида 45 маркали пўлатдан тайёрланган заготовкани ўтувчи кескич билан кесиши йўли билан ўтказилди. Синаш ишларини ўтказиш учун 9ХС маркали пўлатдан 2 та кескич ва ХВГ маркали пўлатдан 2 та кескич тайёрланди. 9ХС ва ХВГ маркали пўлатлардан тайёрланган биринчи кескичлар 62 – 63 HRC қаттиқлик олиш учун термоциклли ишлов беришга жалб қилинди. Синаш натижалари 12-расмда кўрсатилган.

12-расмдан кўриниб турибдики, ейилишнинг дастлабки босқичида ҳамма ҳолатлардаги кесиш учун бошланғич ейилиш амалий жиҳатдан бир хил, кейин ўрнатилган ейилиш даврида эса стандарт ва термоциклли термик ишловдан ўтган кескичлар ўртасида фарқ юзага келади. Бу кескичлар ўртасидаги максимал фарқ охирги рухсат этилмайдиган ва ҳалокатга олиб келувчи ейилиш зонасида ҳосил бўлади. Бунда кесувчи асбобларнинг ейилишида умуман олганда кўп мартали эластик-пластик деформацияланиш билан катта миқдордаги деформацион жараёнлар кузатилади ва бу ҳолатда ейилишга бардошлилик асосан бир қатор структура параметрларига, жумладан донанинг ўлчами ва кристалл тузилишнинг нуқсонларнинг зичлигига боғлиқ бўлади ва унда термоциклли ишлов бериш режимлари намойиш қилинади.

Шундай қилиб 9ХС ва ХВГ маркали пўлатлардан тайёрланган кесувчи асбобларнинг ейилишга бардошлилиги термоциклли ишлов бериш режимларини қўллаш натижасида 1,5 мартагага ошиши мумкин (12-расм).

Термоциклли ишлов беришга жалб қилинган штамплаш асбобини синаш “Агрегат заводи” АЖ шароитида амалга оширилди. Базали буюм сифатида 9ХС маркали пўлатдан тайёрланган совуқ ҳолда штамплашда ортиқча чиқиб қоладиган металл ёки қотишмани кесадиган матрица танланди (13-расм).

Матрица куйидаги режимлар бўйича термоциклли ишлов беришга жалб қилинди:

- биринчи қиздириш ҳарорати  $1150^{\circ}\text{C}$  ҳароратгача бўлган термоциклли ишлов бериш, сўнгра асбобни  $700^{\circ}\text{C}$  ҳароратга эга бўлган печга солинади ва шу ҳароратда ушлаб турилади ва кейин яна  $840^{\circ}\text{C}$  тоблаш ҳароратигача қиздирилади, сув полимерли муҳитда тобланади. Тоблашдан сўнг асбоб  $600^{\circ}\text{C}$  ҳароратда икки мартали импульсли бўшатишга жалб қилинади.



**13-расм. Совуқ ҳолда штамплашда ортиқча чиқиб қоладиган металл ёки қотишмани кесадиган матрица X3**

Термоциклли ишлов беришдан кейин  $840^{\circ}\text{C}$  ҳароратда тобланади ва 60-61 HRC қаттиқлик олиш учун  $180 - 200^{\circ}\text{C}$  ҳароратда бўшатилади. Қиёсий солиштириш учун  $840^{\circ}\text{C}$  ҳароратда тоблаш ва 60-61 HRC қаттиқлик олиш учун  $180 - 200^{\circ}\text{C}$  ҳароратда бўшатишдан иборат бўлган стандарт термик ишлов беришдан ўтган матрица тайёрланди.

Синаш учун ҳар бир гурухдан 25 тадан матрица тайёрланди. Синаш ишлари икки ҳафта иш кунларида ўтказилди. Синаш ишлари биринчи гурухда тавсия этилган термоциклли ишлов бериш технологияси бўйича термик ишлов берилган асбоблар билан 55 мингта детал штамповка қилинган бўлса, иккинчи гурухда стандарт термик ишлов беришдан ўтган асбоблар билан 36 мингта детал штамповка қилинди. Шундай қилиб, биз тавсия этаётган термоциклли ишлов беришдан ўтган асбобларнинг бардошлилиги стандарт термик ишловдан ўтганларига нисбатан 1,2 бараварга ошганлигини кўрсатди.

## ХУЛОСАЛАР

1. У10, 9ХС, ХВГ ва Х12М маркали асбобсозлик пўлатлари учун ейилишга бардошлиликни 1,5-2 бараварга оширишни таъминлайдиган термоциклли ишлов бериш технологияси ишлаб чиқилди.

2. Юмшатиш операциясини бартараф этиб, термик ишлов беришнинг технологик циклини 4 соатга камайтирадиган, асбобсозлик пўлатлари учун сувда эрийдиган полимерлар муҳитида циклли тоблаш ва импульсли бўшатишдан иборат термоциклли ишлов бериш режимлари тавсия этилди.

3. Х12М маркали пўлат учун иссиққа бардошлиликни 50<sup>0</sup>С га оширадиган термоциклли ишлов беришнинг иссиқлик режими ишлаб чиқилди.

4. Тоблаш мойи импортини 30 % га камайишига олиб келувчи маҳаллий ва сувда эрийдиган “Унифлок” препарати асосидаги тоблаш суюқлиги ишлаб чиқилди.

5. Мартенситли ўзгаришлар соҳасида совитиш тезлигини 5 <sup>0</sup>С/сек таъминлайдиган углеродли ва кам легирланган пўлатлар учун тоблаш муҳити сифатида маҳаллий ва сувда эрийдиган “Унифлок” препарати асосида ишлаб чиқилган тоблаш суюқлиги тавсия этилди.

6. “Технометалл - сервис” МЧЖ ва “Агрегат заводи” АЖ ишлаб чиқариш шароитида қўлланиладиган совук ҳолда штамплаш учун мўлжалланган асбобларни термоциклли ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқаришга татбиқ этиш натижасида юзага келадиган микродарзлар кўринишдаги нуқсонлар бартараф этилиши ва штампларнинг ейилишга бардошлилиги 1,5 бараварга ошиши таъминланилди.

**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**  
**АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

---

**ЭРГАШЕВ ДИЛШОДБЕК МАМАСИДИКОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ  
ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕБЕЛЬНОЙ ФУРНИТУРЫ**

**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 В2019.2.PhD/T1133 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Андижанском машиностроительном институте.

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

Научный руководитель: Норхуджаев Файзулла Рамазанович  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Якубов Махмуджон Махамаджонович  
доктор технических наук, профессор

Қаршиев Мамарайим Санаевич  
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: Ферганский Политехнический Институт

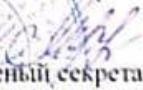
Защита диссертации состоится « 29 » июня 2021 года в 11<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Галиба 7а. тел: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan\_va\_taraqqiyot@mail.ru, [www.gupft.uz](http://www.gupft.uz), на здании ГУП «Фан ва тараккиет», 2 этаж, зал конференций (онлайн)).

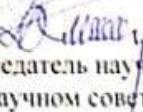
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (зарегистрировано номером №11). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Галиба 7а. тел: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «15» июнь 2021 года

(протокол реестра №11 от «10» май 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.

  
А.М. Эмиров  
Председатель научного семинара при  
научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день в мире современное состояние научно-технического прогресса во многом определяется степенью развития машиностроения, которое в свою очередь влияет на экономику страны. В машиностроении острой проблемой является снижение металлоемкости продукции и расхода электроэнергии. Снижение расхода черных металлов в том числе сталей используемых в инструментальном производстве, усовершенствование существующих технологий упрочнения, снижения стоимости упрочнения сталей с использованием вторичных ресурсов, решение всех этих задач невозможно без разработки новых технологий упрочнения различных видов режущего и штамповочного инструментов.

В мировом масштабе ведутся исследования механизмов образования структур, повышающих коррозионную стойкость инструментов с использованием различных методов термоциклической обработки. В связи с этим особое внимание уделяется разработке энергосберегающих технологий термоцикловой обработки, часть из которых доступна при изготовлении инструмента, служащего для удешевления изделия и сокращения трудозатрат, повышения работоспособности различных инструментов.

В республике ведется большими темпами развитие металлургической промышленности и большое внимание уделяется вопросам импортозамещения и внедрения новых инновационных технологий по максимальному использованию сырьевых материалов. В четвертом пункте Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан поставлены важные задачи «...стимулирование научных исследований и инноваций, создание эффективных механизмов для реализации инновационных достижений»<sup>1</sup>. В этом аспекте и в том числе, разработка технологии упрочнения штамповочных инструментов для холодной штамповки методом термоциклической обработки, упрочнения штамповочных инструментов с помощью химико-термической обработки с цементацией и увеличения износостойкости инструментов с помощью хромирования с точки зрения ресурсосбережения является актуальной и важной задачей.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит также выполнению задач, представленных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-4749 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в постановлениях №ПП-2698 от 26 декабря 2016 года «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017- 2019 годы», выступление Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёева от 24 мая 2019 года в Национальном университете Узбекистана с представителями

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

науки и образования протокол №21 пункт 64, об обеспечение развития научной работы и инновационных идей, а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**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 термоциклической обработки сталей и их влиянию на процессы структурообразования в рамках научно-исследовательских работ занимались следующие ученые: Tomas J., Enomoto M., Aaconson H. I., Okayama L., Kawamuru K., Graf M.K., Федюкин В.К., Гурьев А.М., Дьяченко С.С., Чейлях А.П., Тихонов А.С. и другие. Исследованиями, разработкой и применением способов термоциклической обработки в инструментальном производстве осуществляется многими научными школами Campbell J.B., Olson D.L., Кенис М.С., Гурьев А.М., Биронт В.С., проф. Мухамедов А.А., проф. Норхуджаев Ф.Р., доц., д.т.н. Бердиев Д.М.

Исходя из анализа существующих работ, разработка технологии термоциклической обработки штамповочного инструмента для холодной штамповки с использованием в качестве охлаждающей жидкости водорастворимого препарата «Унифлок» местного производства, позволяющего уменьшить трудоемкость и себестоимость технологии и связанные с этим проблемы полностью не освещены. Данная диссертационная работа посвящена решения этой актуальной проблемы.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Андижанского машиностроительного института хозяйственных договоров №РИЯ-1/2017, №ИЯ-624, №23, №3 «Повышение эффективности и энергоэффективности промышленных предприятий» (2018-2020 гг.).

**Целью исследования** является разработка технологии упрочнения деталей штампов холодной штамповки используемых для изготовления мебельной фурнитуры.

**Задачи исследования:**

обосновать и определить режимы термоциклической обработки исследуемых сталей;

определить влияние режимов термоциклической обработки на структурно-фазовое состояние сталей;

разработать технологию применения водорастворимых полимеров на основе местного препарата «Унифлок» в качестве закалочной жидкости;

разработать технологию термоциклической обработки штамповочного инструмента для холодной штамповки.

**Объектом исследования** является инструментальные стали У10, 9ХС, ХВГ и Х12М.

**Предметом исследования** является разработка технологии термоциклической обработки инструментальных сталей для холодной штамповки.

**Методы исследования.** В диссертационной работе были использованы современные методы исследований, в том числе, рентгеноструктурный анализ, металлографический анализ, химический анализ. Твердость испытываемых образцов определялись согласно ГОСТ9013 «Металлы, метод измерения по Роквеллу». Стойкостные испытания исследуемых сталей проводились на токарно-винторезном станке 1К62, согласно общепринятой методики испытания резанием.

**Научная новизна исследований** заключается в следующем:

определено влияние технологических режимов термоциклической обработки на структурно-фазовое состояние инструментальных сталей;

разработаны тепловые режимы проведения термоциклической закалки в водополимерной среде и режимы циклического импульсного отпуска;

определен влияние количества циклов термоциклической обработки на степень дефектности кристаллического строения сталей;

разработана закалочная жидкость на основе местного водорастворимого препарата «Унифлок»;

разработана технология термоциклической обработки штампового инструмента для холодной штамповки.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработан технологический процесс термоциклической обработки штампового инструмента для холодной штамповки в условиях производства “Технometалл-сервис” Андижанская область, АО “Агрегатный завод” г. Ташкент, что позволило сократить технологический цикл термообработки на 4 часа;

разработаны режимы циклической закалки и циклического импульсного отпуска инструментальных сталей У10, 9ХС, ХВГ и Х12М, что позволило увеличить износстойкость сталей в 1,5 раза;

разработан состав закалочной жидкости на основе местного водорастворимого препарата «Унифлок», что позволило отказаться от использования закалочного масла;

установлена оптимальная скорость охлаждения в закалочной жидкости на основе местного водорастворимого препарата «Унифлок» 5 °С/сек., что позволило использовать разработанную закалочную жидкость для углеродистых и низколегированных инструментальных сталей.

**Достоверность полученных результатов** получены на основе конкретно поставленных задач, при разработке технологического процесса термоциклической обработки инструментальных сталей, 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 термоциклической закалки в водополимерной среде и режимы циклического импульсного отпуска.

Практическая значимость исследований заключается в повышении износостойкости штамповых инструментов для холодной штамповки при производстве мебельной фурнитуры и в результаты разработанных режимов сокращен технологический цикл на 4 часа при термической обработки за счет устранения операции отжига.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов выполненных в исследовании по разработке технологии упрочнения штамповых инструментов для мебельной фурнитуры полученной путем холодной штамповки разработаны:

технология термоциклической обработки формообразующего штампового инструмента, внедрено в АО “Агрегатный завод” (Справка от 30 декабря 2020 года № -07/06-25 – 1777 АО «UzAvto»). В результате внедрения увеличилась стойкость инструмента в 1,5-2,0 раза;

тепловые режимы проведения термоциклической обработки заключающиеся в циклической закалки в водополимерной среде и циклическом импульсном отпуске, внедрено в АО “Агрегатный завод” (Справка от 30 декабря 2020 года № -07/06-25 – 1777 АО «UzAvto»). Разработанный режим позволила отказаться от операции отжига, что сократило технологический цикл термообработки на 4 часа;

закалочная жидкость на основе местного водорастворимого препарата «Унифлок», внедрено в АО “Агрегатный завод” (Справка от 30 декабря 2020 года № -07/06-25 – 1777 АО «UzAvto»). В результате внедрения сократилась на 30 % потребность в закалочном масле.

**Апробация результатов исследования.** Настоящее исследование обсуждено на 3 международных и 3 республиканский научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 11 научных работ. Из них в научных изданиях, рекомендованных вышней аттестационной комиссией Республики Узбекистан 5 статей, в том числе статьи 3 в зарубежных журналах, 2 в Республике Узбекистан.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации состоит из 120 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 **«Влияние методов термической обработки на структуру и свойства инструментальных сталей для холодной штамповки»** проведен анализ характера нагрузок и условий работы штампового инструмента для холодной штамповки.

Показано, что в настоящее время для получения высокого уровня конечных свойств инструментальной стали наиболее оптимальной структурой является мелкозернистый перлит получаемый при операции отжига перед основной термической обработкой. Анализ литературных источников показал, что применение термоциклической обработки инструментальных сталей дает возможность дополнительно увеличить работоспособность инструмента за счет многократных тепловых воздействий. В частности применение двойной закалки с промежуточным отпуском способствует увеличению износостойкости инструментальной стали за счет формирования высокого уровня дефектности кристаллического строения. Вместе с тем отсутствуют данные по широкому использованию кратной термообработки для высокоуглеродистых и легированных инструментальных сталей.

Литературный обзор показал, что в ряде случаев в качестве закалочной жидкости для закалки сталей возможно использовать водные растворы полимеров. Применение водных растворов полимеров в качестве закалочной среды позволяет получить скорости охлаждения меньшие, чем при закалке в масло. Это позволяет получить более высокую прокаливаемость, чем в масле при термообработке углеродистых сталей. При этом происходит снижение закалочных напряжений. Однако, для каждой группы типоразмеров изделий и марки стали следует подбирать состав раствора индивидуально. При этом исследований по возможности применения водорастворимых полимеров в качестве закалочной среды в Узбекистане не проводились.

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 инструментальные стали У10, 9ХС, ХВГ и Х12М. Сталь У10 относится к углеродистым инструментальным сталим. Стали 9ХС, ХВГ к низколегированным

небольшой теплостойкости. Сталь Х12М является высокохромистой теплостойкой сталью (табл. 1).

Нагрев образцов стали проводился в соляных ванных  $\text{NaCl}$  и  $\text{BaCl}_2$ . Время выдержки составляло 0,5 – 3 минут на 1 мм сечения образцов. При закалке образцы сталей У10, 9ХС, ХВГ закаливали в растворе из водорастворимых полимеров  $\text{Na-KMЦ}$  и «Унифлок». Сталь Х12М закаливали в масло.

Металлографический анализ проводился на микроскопе МИМ-7, МИМ-8 при увеличении от 10 до 1000 раз. Балл зерна стали определяли по ГОСТ 8233, «сталь, эталоны микроструктуры».

**Таблица 1**

**Химический состав исследованных сталей**

Марки стали	Количество химических элементов входящих состав сталей, %							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	S	P
У10	0,95-1,04	0,15-0,35	0,15-0,35	0,10-0,40	-	-	0,028	0,03
9ХС	0,85-0,95	1,20-1,60	0,30-0,60	0,95-1,25	0,2	0,2	0,03	0,03
ХВГ	0,90-1,05	0,1-0,40	0,80-1,10	0,90-1,20	1,2-1,6	0,3	0,03	0,03
Х12М	1,45-1,65	0,15-0,35	0,15-0,40	11,0-12,5	-	0,4-0,6	0,03	0,03

Рентгеноструктурный анализ проводился на рентгеновском дифрактометре ДРОН – 2,0 в излучении железного анода. Проводился фазовый анализ сталей и уровень дефектности кристаллического строения.

Твердость термически обработанных образцов определяли на твердомере ТК-2 по ГОСТ 9013, «Металлы, метод измерения по Роквеллу».

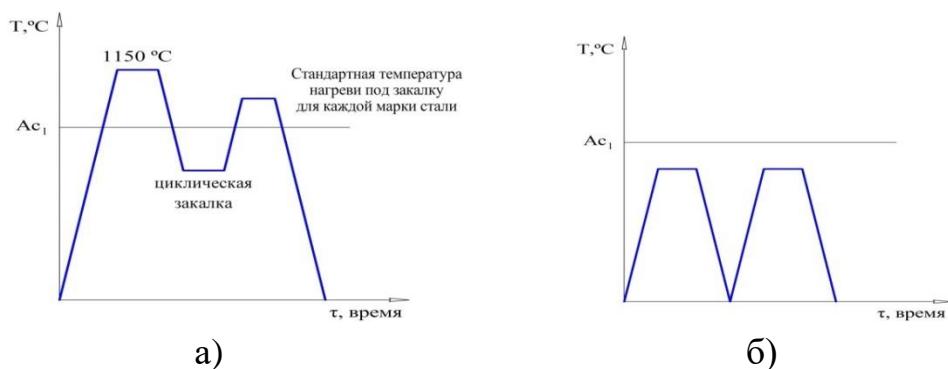
Стойкостные испытания исследуемых сталей обработанных по различным режимами термообработки проводили на токарно-винторезном станке 1К62. Испытывались проходные резцы на износостойкость при продольном точении стали 45. Определялась величина износа резцов по задней поверхности с помощью микроскопа МПБ-2. Испытания формообразующего инструменты проводили в производственных условиях ООО «Технometалл - сервис» и АО «Агрегатный завод».

Обработка экспериментальных данных проводилась согласно методам математической статистики.

В третьей главе диссертационной работы «**Обоснование и разработка режимов термоциклической обработки сталей для холодного деформирования**» приведены результаты исследований по влиянию режимов термоциклической обработки на структурообразование и свойства исследуемых инструментальных сталей. Ранее проведенными исследованиями было установлено, что проведение термоциклической

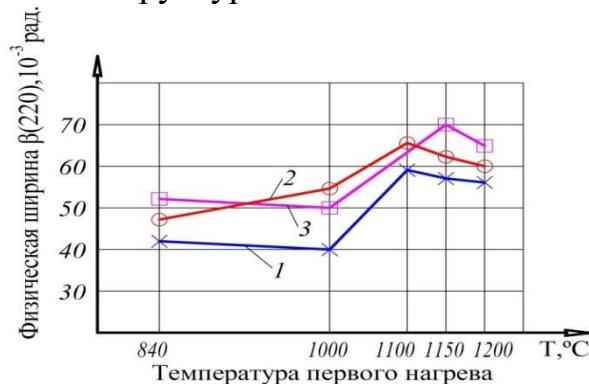
обработки, в том числе с высоких температур нагрева ведет к росту износостойчивости сталей. Универсальным показателем этапов формирования износостойчивой структуры является уровень дефектности кристаллического строения при соответствующей микроструктуре.

В начале проводили исследования влияние двойного циклического нагрева под закалку согласно схеме (рис.1) на ширину рентгеновской линии (220) как интегральную характеристику дефектности кристаллического строения.



**Рис 1. Схема термоциклической обработки**  
а) схема закалки; б) схема циклического импульсного отпуска

Для первого нагрева всех исследуемых марок сталей был выбран диапазон температур от 840 °C до 1200 °C. Температура второго нагрева была стандартной для каждой марки стали. Это 780 °C для стали У10, 840 °C — для стали 9ХС и ХВГ. Результаты исследования показали (рис.2), что с ростом температуры первого нагрева после закалки формируется структура с максимальным уровнем дефектности кристаллического строения. Увеличение температуры первого нагрева от 1000 °C до 1200 °C способствует растворению оксидов и нитридов, что ведет при охлаждении к получению неравновесного состояния структуры стали.

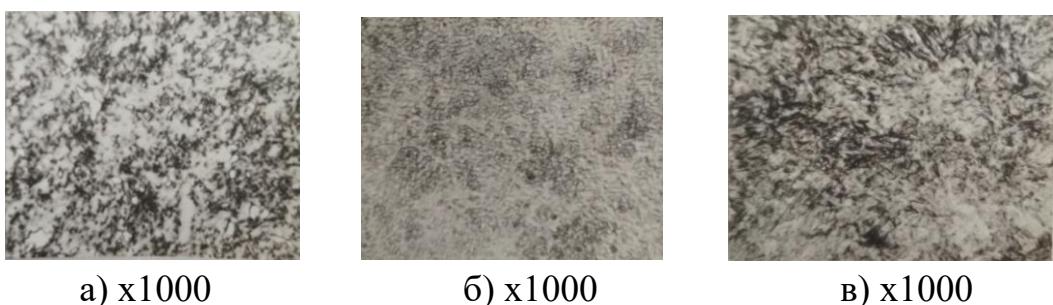


**Рис 2. Ширина рентгеновской линии (220) сталей У10, 9ХС, ХВГ в зависимости от режимов закалки термоциклической обработки без отпуска**

1. сталь У10, температура второго нагрева 780 °C;
2. сталь 9ХС, температура второго нагрева 840 °C;
3. сталь ХВГ, температура второго нагрева 840 °C.

Кроме этого исследование сталей закаленных с помощью двойной термоциклической закалки без отпуска показали, что с ростом температуры первой austенизации наблюдается более полное растворения карбидов, увеличение длины пластин мартенсита, увеличение количества остаточного austenита (рис.3).

Таким образом, при проведении двойной циклической закалки наиболее оптимальной температурой первого нагрева с точки зрения получения максимального уровня дефектности кристаллического строения, является диапазон температур 1100-1500 °C (рис.2). С целью достижения стабильного результата закалки была выбрана температура нагрева 1150 °C для сталей У10, 9ХС и ХВГ.

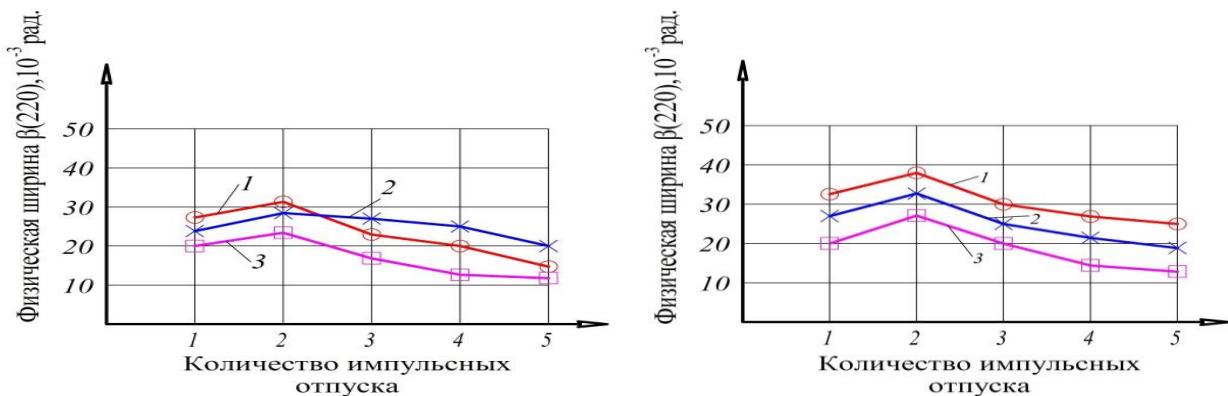


**Рис 3. Микроструктура сталей У10, 9ХС, ХВГ в зависимости от режимов термоциклической закалки без отпуска**

- 1- сталь У10 первый нагрев 1150 °C, второй нагрев 780 °C;
- 2- сталь 9ХС первый нагрев 1150 °C, второй нагрев 840 °C;
- 3- сталь ХВГ первый нагрев 1150 °C, второй нагрев 840 °C.

С целью определения оптимальной температуры и количества импульсных отпусков на дефектность кристаллического строения были проведены исследования по влиянию температур отпуска от 400 °C до 600 °C и при количестве импульсных отпусков от 1 до 5. Результаты исследования показали (рис.4, а), что для сталей У10, 9ХС и ХВГ наибольшая дефектность кристаллического строения достигается при двухкратном импульсном отпуске.

Увеличение дефектности кристаллического строения после двойной циклической закалки и двухкратного импульсного отпуска отразилось и на параметре кристаллической решетки (рис.4, б). У стали 9ХС наименьший параметр кристаллической решетки получается после двухкратного импульсного отпуска при температуре 600 °C. Таким образом образование повышенной плотности дефектов кристаллической решетки при закалке с повышенных температур ведет к уменьшению количества углерода в тетрагональной решетке мартенсита и уходу части атомов углерода на дефекты решетки. Эта тенденция сохраняется и после импульсного отпуска, что отражается на изменении параметра кристаллической решетки стали 9ХС (рис. 4, б).



**Рис 4. Ширина рентгеновской линии (220) стали марки У10 а), марки 9ХС б) в зависимости от режимов термоциклической обработки (циклическая закалка + импульсный отпуск)**

- температура импульсного отпуска  $400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$ ,  $500^{\circ}\text{C}$ . - температура импульсного отпуска  $450^{\circ}\text{C}$ ,  $500^{\circ}\text{C}$ ,  $600^{\circ}\text{C}$ .

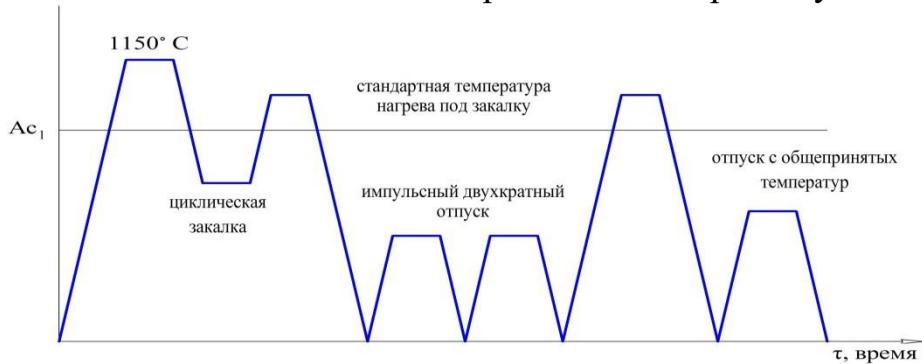
Первая высокая температура нагрева ведет к гомогенизации аустенита, поэтому после закалки образуется более однородная мартенситная структура с остаточным аустенитом. Изменение твердости сталей в зависимости от температуры импульсного отпуска показано в таблице 2.

**Таблица 2.  
Изменение твердости сталей У10, 9ХС, ХВГ в зависимости от температуры импульсного отпуска**

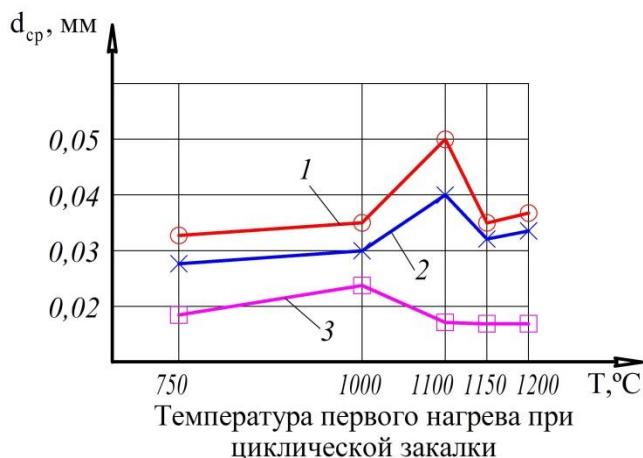
Марки стали	Температуры отпуска, $^{\circ}\text{C}$	Твердость, по шкале HRC
У10	450	45-47
	500	39-40
9ХС	450	49-51
	500	47-48
	600	39-41
ХВГ	450	46-50
	500	44-48
	600	39-42

Окончательная термообработка исследуемых сталей заключалась в проведении закалки сталей с обычно принятых, стандартных температур, отпуск проводился с температур обес печивающих твердость 60-62 HRC. Для стали У10 температура закалки  $780^{\circ}\text{C}$ , для сталей 9ХС, ХВГ –  $840^{\circ}\text{C}$ . Отпуск для стали У10 –  $180 - 200^{\circ}\text{C}$ , для стали 9ХС  $200 - 250^{\circ}\text{C}$ , для стали ХВГ  $200 - 250^{\circ}\text{C}$ . Весь цикл термической обработки осуществлялся по схеме рис.6. Использование циклической закалки и импульсного двухкратного отпуска в качестве предварительной термической обработки проводилось с целью подготовки основной структуры матрицы для получения мелкого зерна при повторном нагреве, создание тонкой структуры с максимально возможным уровнем дефектности кристаллического строения и сохранения ее элементов при последующей термообработке. С этой точки зрения проведение первого нагрева с повышенной температурой обеспечивает при циклической закалки создание структуры с повышенной плотностью дефектов

криSTALLического строения, растворением карбидов и других примесных фаз с последующим их выделением в виде дисперсных частиц при импульсном отпуске.



**Рис.5. Предлагаемая схема термической обработки исследуемых сталей**



**Рис.6. Изменение аустенитного зерна стали У10 после термоциклической обработки. Вторая закалка проводилась с температуры 780 °C**

- 1 - без импульсного отпуска;
- 2 - импульсный отпуск 400 °C;
- 3 - импульсный отпуск 450 °C .

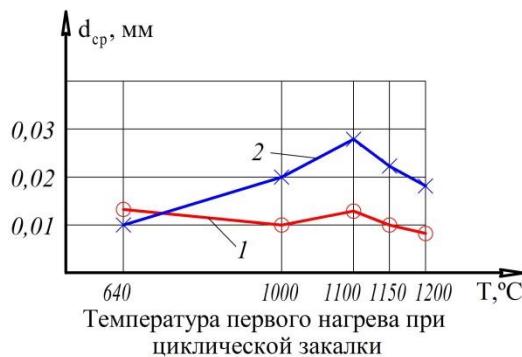
Микроструктурные исследования стали У10 показали, что величина аустенитного зерна зависит как от режимов циклической закалки, так и температуры импульсного отпуска (рис. 6, 7).



**Рис.7. Микроструктуры стали У10 прошедшей полный цикл термоциклической обработки. Вторая закалка с температуры 780 °C. Окончательный отпуск 180 °C**

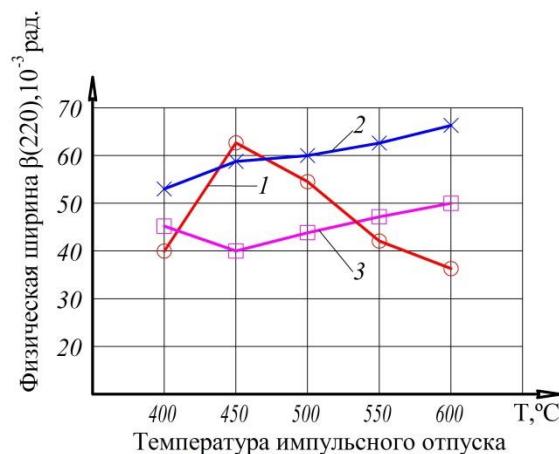
Увеличение температуры первого нагрева до 1100 °С при циклической закалки ведет к росту зерна, а выше к дроблению зерна. При температуре нагрева 1150 °С происходит растворение тугоплавких и труднорастворимых примесных фаз, которые выделяются в виде мелкодисперсных частиц при повторном нагреве.

Эти частицы служат своего рода барьером для роста аустенитного зерна при проведении закалки со стандартных температур.



**Рис. 8. Изменение величины аустенитного зерна сталей 9ХС и ХВГ после термоциклической обработки. Вторая закалка проводилась с температурой 840 °С**

1-сталь 9ХС импульсный отпуск 600 °С;  
2-сталь ХВГ импульсный отпуск 600 °С.



**Рис. 9. Ширины рентгеновской линии (220) сталей У10, 9ХС и ХВГ в зависимости от температуры импульсного отпуска**

- 1 - сталь У10 первый нагрев 1150 °С, второй 780 °С закалка+импульсный отпуск + стандартная закалка 780 °С, отпуск 200 °С;  
2- сталь У10 первый нагрев 1150 °С, второй 840 °С закалка+импульсный отпуск + стандартная закалка 840 °С, отпуск 250 °С;  
3-сталь ХВГ первый нагрев 1150 °С, второй 840 °С закалка+импульсный отпуск + стандартная закалка 840 °С, отпуск 300 °С.

После проведения циклической закалки и импульсного отпуска 600 °С и вторичной закалки от стандартных температур нагрева, во всех случаях получается мелко игольчатый мартенсит, остаточный аустенит и дисперсные вторичные карбиды. Немного другая картина наблюдается у стали ХВГ. При циклической закалки наблюдается рост зерна аустенита и пластин мартенсита. В микроструктуре

стали ХВГ после проведения окончательной термической обработки по стандартным режимам не обнаруживается карбидной фазы.

Аналогичные результаты получены и для стали ХВГ (рис.9).

Все вышеописанные изменения кристаллической структуры в сталях У10, 9ХС и ХВГ имеют место при одном уровне твердости в пределах одной температуры окончательного отпуска (таблица 3).

**Таблица 3.**

**Твердость сталей У10, 9ХС и ХВГ после полного цикла термоциклической обработки**

Марки стали	Температура импульсного отпуска, °C	Температура окончательного отпуска, °C	Твердость, по шкале HR
У10	400	200	58 - 59
	450		59 - 60
	500		58 - 59
9ХС	450	250	58 - 59
	500		57 - 58
	600		57 - 58
ХВГ	450	300	56 - 57
	500		56 - 57
	600		57 - 58

Исследования микроструктуры сталей рентгенофазовым методом показали, также что процент остаточного аустенита после окончательной термической обработки исследуемых сталей составляет: для стали У10 – 25 %; для стали 9ХС – 20 %; для стали ХВГ – 26 %. В целом процент содержания остаточного аустенита в структуре сталей незначительно отличается от содержания остаточного аустенита после стандартной термообработке.

Исследования предварительной циклической термообработки стали Х12М показало, что наибольшее значение твердости с наименьшим содержанием остаточного аустенита, являются режимы циклической закалки с первым нагревом до температуры 1150 °C и вторым нагревом под закалку 1030 °C с циклическим отпуском 600 °C. Данный режим термообработки был взят за основу. Окончательная термообработка этой стали заключалась в закалке со стандартной температурой 1030 °C и отпуске 200 °C. В качестве альтернативных вариантов были выбраны режимы термоциклической обработки включающие в себя импульсные отпуски при 540 °C и 650 °C. Окончательная термообработка также проводилась со стандартных режимов.

Исследование изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, после проведения полного цикла термоциклической обработки, показали, что с ростом температуры отпуска имеется эффект вторичного твердения стали Х12М и максимальный рост твердости приходится на температуру 550 °C, что на 50 °C выше чем после стандартной термообработки. Таким образом можно отметить, что проведение термоциклической обработки с импульсным отпуском ведет к повышению теплостойкости стали на 50 °C.

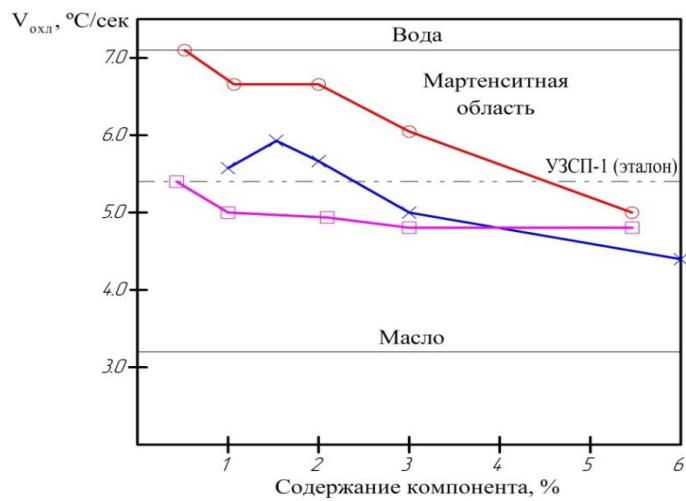
Четвертая глава диссертации «Разработка охлаждающих сред на основе водорастворимых полимеров и проведение стойкостных испытаний режущего и штамповочного инструментов для холодной штамповки» приведены результаты исследования возможности использования в качестве закалочной жидкости водорастворимых полимеров производимых в Узбекистане, а также результаты испытаний режущего и формообразующего инструментов прошедших термоциклическую обработку.

Один из основных факторов, определяющих качество закалки стали, режим ее охлаждения. Наибольший интерес представляют исследования условий охлаждения в двух интервалах температур. В зоне перлитного охлаждение 870 – 275 °С и в интервале температур мартенситного превращение 275 – 55 °С для углеродистых и низколегированных сталей. В верхнем интервале температур рекомендуется быстрое и равномерное охлаждение, так как высокая скорость охлаждения обеспечивает получения высокой твердости и прокаливаемости. Равномерность охлаждения позволяет исключить коробление. В связи с выше изложенным были проведены опыты по определению охлаждающих способностей растворов полимеров производимых в Республике Узбекистан. В качестве эталонных жидкостей использовали воду, минеральное масло и раствор УЗСП-1.

В качестве контрольных параметров, определяли твердость по HRC и применяли травление в водном растворе соляной кислоты для определения наличия трещин.

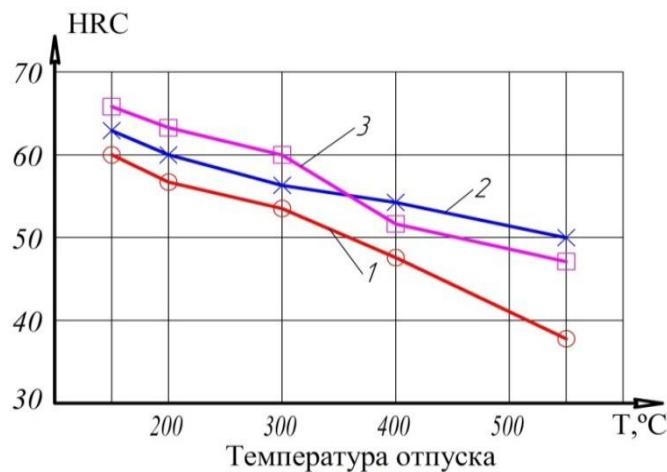
Результаты испытаний закалочных жидкостей на водополимерной основе представлены на рис. 10. Опыты показали, что раствор Na-KМЦ является наименее пригодным, так как скорость охлаждения сильно зависела от концентрации раствора. В этом отношении более благоприятно использование раствора «Унифлок». С целью определения влияние водорастворимой закалочной жидкости на основе препарата «Унифлок» на твердость сталей У10, 9ХС и ХВГ после закалки и отпуска, были подготовлены образцы этих сталей для термической обработки. Содержание препарата «Унифлок» в закалочной жидкости составляло 3 %. Результаты испытаний показаны на рис.11. Как видно из рис.11 твердость сталей 9ХС и ХВГ после закалки и отпуска практически мало отличается от твердостей полученных после закалки в масло. Твердость стали У10 несколько ниже, чем после закалки в воду. В целом можно отметить, что закалочная жидкость на основе препарата «Унифлок» вполне может заменить масло в качестве закалочной жидкости низколегированных инструментальных сталей типа 9ХС и ХВГ. В ряде случаев для углеродистых инструментальных сталей типа У10, закалочная жидкость на основе препарата «Унифлок» может заменить воду. Обладая более низкой скоростью охлаждения, чем вода, закалочная жидкость на основе препарата «Унифлок» предохраняет при закалке тонкого инструмента от возникновения трещин и коробления инструмента.

Испытания режущего инструмента проводились в лабораторных условиях путем точения заготовки из стали 45 проходным резцами. Для проведения испытаний были подготовлены 2 резца из стали 9ХС и 2 резца из стали ХВГ.



**Рис 9. Влияние содержания полимерных составляющих в закалочной жидкости на скорость охлаждения, интервал  $275\ ^{\circ}\text{C} - 55\ ^{\circ}\text{C}$**

○ - Na-KМц  
х - препарат “Унифлок”  
□ - Na-KМц + 2 %  
метилакрилат

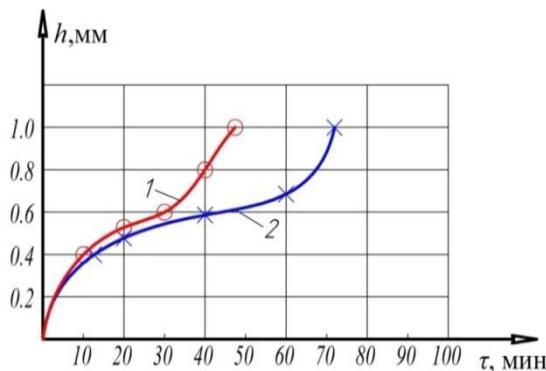


**Рис.10. Изменение твердости сталей У10, 9ХС и ХВГ в зависимости от температуры отпуска. Закалка в водополимерной среде на основе препарата “Унифлок”**

○ - сталь У10  
х - сталь 9ХС  
□ - сталь ХВГ

Первые резцы из сталей 9ХС и ХВГ были подвергнуты термоциклической обработке на твердость  $62 - 63\ \text{HRC}$ . Результаты испытаний представлены на рис.10. На рис.10 видно, что в начальный этап износа так называемый переработочный износ практически одинаковый для всех случаев резания, затем в период установившегося износа возникает разница в износе между резцами прошедшими стандартную и термоциклическую обработку. Максимальная разница возникает между этими резцами в зоне катастрофического износа. Так как износ режущих инструментов представляет в целом большое количество деформационных процессов с многократной упруго-пластической деформацией, то износостойкость будет зависеть в основном от ряда структурных параметров, в частности от размеров зерна и плотности дефектов кристаллического строения, что и демонстрируют режимы термоциклической обработки.

Таким образом, износостойкость режущих инструментов изготовленных из сталей 9ХС и ХВГ может быть повышенена в 1,5 раза за счет применения режимов термоциклической обработки (рис.11).



**Рис 11. Величина износа резцов из стали 9ХС в зависимости от времени резания. Скорость резания  $V = 25$  м/мин**

1 – резец прошедший стандартную термообработку; 2 – резец прошедший полный цикл термоциклической обработки.



**Рис.12. Матрица обрубки облоя X3**

Испытания штамповочного инструмента подвергнутого термоциклической обработке проводились в условиях предприятия АО “Агрегатный завод”. За базовое изделия были выбраны матрицы обрубки облоя (рис.12) изготовленные из стали 9ХС.

Матрицы были подвергнуты термоциклической обработке по следующим режимам:

- термоциклическая обработка с первым нагревом до температуры  $1150^{\circ}\text{C}$ , затем инструмент перебрасывается в печь с температурой  $700^{\circ}\text{C}$  с выдержкой при этой температуре и вновь нагревается до температуры закалки  $840^{\circ}\text{C}$ , закаливается в водополимерной среде. После закалки инструмент подвергается импульльному двухкратному отпуску при температуре  $600^{\circ}\text{C}$ . После термоциклической обработки проводилась закалка с температуры  $840^{\circ}\text{C}$  и последующий отпуск с температуры  $180-200^{\circ}\text{C}$  на твердость  $60-61$  HRC. С целью сравнения были подготовлены матрицы прошедшие стандартную термообработку заключающуюся в закалке с  $840^{\circ}\text{C}$  и отпуске  $180-200^{\circ}\text{C}$  на твердость  $60-61$  HRC. Были изготовлены матрицы для испытаний в количестве по 25 штук в каждой группе. Испытания проводились в течении двух рабочих недель.

Испытания показали, что инструменты из первой группы термообработанные по предложенный технологию с использованием термоциклической обработки отштамповали 55 тыс. деталей. Инструменты из второй группы отштамповали 36 тыс. деталей. Таким образом, стойкость инструмента возросла в 1,5 раза.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Разработана технология термоциклической обработки инструментальных сталей У10, 9ХС, ХВГ и Х12М позволяющая увеличить износостойкость сталей в 1,5 – 2,0 раза.

2. Рекомендованы термоциклической режимы обработки инструментальных сталей заключающиеся в циклической закалки в водополимерной среде и циклическом импульсном отпуске, что позволило отказаться от операции отжига и сократило технологический цикл термообработки на 4 часа.

3. Разработанный тепловой режим термоциклической обработки стали Х12М позволил увеличить теплостойкость стали на 50  $^{\circ}\text{C}$ .

4. Разработана закалочная жидкость на основе местного водорастворимого препарата “Унифлок”, обеспечивающая сокращения на 30 % в импорте закалочного масла.

5. Рекомендована закалочная среда на основе водорастворимого препарата “Унифлок”, для закалки углеродистых и низколегированных сталей, обеспечивающая скорость охлаждения 5  $^{\circ}/\text{сек}$  в области мартенситного превращения стали.

6. В результате внедрения в производство технологии термоциклической обработки штамповых инструментов для холодной штамповки в условиях предприятий ООО “Технometall-сервис” и АО “Агрегатный завод”, устранены дефекты в виде микротрещин при термической обработки штамповых инструментов и обеспечено увеличение их износостойкости в 1,5 раза.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY  
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV  
SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY ENTERPRISE  
"FAN VA TARAKKIYOT"  
ANDIJAN MACHINE-BUILDING INSTITUTE**

---

**ERGASHEV DILSHODBEK MAMASIDQOVICH**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR HARDENING PARTS OF  
COLD FORGING STAMPS USED FOR MANUFACTURING FURNITURE  
ACCESSORIES**

**05.02.01 - Materials science in mechanical engineering. Foundry production. Heat treatment and handing 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**

**The theme of the dissertation of Philosophy (PhD) is registered under the number B2019.2.Ph.D./T1133 in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.**

The dissertation was carried out at the Andijan machine-building institute.

The abstract of the dissertations posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific website ([www.gupft.uz](http://www.gupft.uz)) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:**

**Norkhudjayev Fayzulla Ramazanovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Yakubov Makhmudjon Makhmadjonovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Qarshiyev Mamarayim Sanayevich**  
candidate of technical sciences, docent

**Leading organization:**

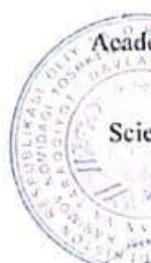
**Ferghana Polytechnic Institute**

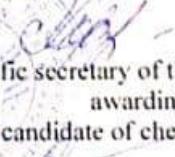
The defense will take place « 29 » June 2021 at 11<sup>00</sup> o'clock at the meeting of Scientific council No.DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent state technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street. 7a. tel: (99871) 246-39-28; fax: (99871) 227-12-73; e-mail: [fan\\_va\\_taraqqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqqiyot@mail.ru), [www.gupft.uz](http://www.gupft.uz) on the building "Fan va tarakkiyot" SUE, 2nd floor, conference room.

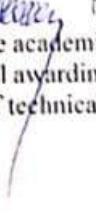
The thesis can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise "Fan va tarakkiyot" (is registered under No.30). Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street 7a. Tel: (99871) 246-39-28; fax: (99871) 227-12-73.

Abstract of dissertation sent out on «15» June 2021 year.  
(Protocol of the register No. 11 of «10» May 2021 y.).

  
**S. S. Negmatov**  
Chairman of the Scientific Council for  
awarding academic degrees,  
Academician of ASRU, DScTech, Professor



  
**M.E. Ikramova**  
Scientific secretary of the scientific council  
awarding scientific degrees,  
candidate of chemical sciences,s.r.a.

  
**A.M. Eminov**  
Chairman of the academic seminar under the  
scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## **INTRODUCTION (abstract of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))**

**The aim of the study is** to development of technology for hardening parts of cold forging stamps used for manufacturing furniture accessories.

**The object of the study is** is the Y10, 9XC, XБГ and X12M tool steels.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

the influence of technological modes of thermal cycling treatment on the structural-phase state of tool steels is determined;

thermal modes of thermocyclic hardening in a water-polymer medium and modes of cyclic impulse tempering have been developed;

the influence of the number of cycles of thermal cycling on the degree of defectiveness of the crystal structure of steels is determined;

a hair-splitting liquid based on the local water-soluble pepper "Uniflok" has been developed;

the technology of thermal cycling processing of stamping tools for cold stamping has been developed.

**Implementation of research results.** Based on scientific results on the development of technology for thermal cycling treatment of tool steels, the following have been developed:

the technology of thermal cycling processing of the forming die tool was introduced in Aggregate Plant JSC (Reference No. -07 / 06-25 - 1777 Uzavtosanoat JSC). As a result of the implementation, the tool durability increased by 1.5-2.0 times;

thermal regimes for thermal cycling, consisting in cyclic quenching in a water-polymer medium and cyclic impulse tempering, have been introduced in Aggregate Plant JSC (Reference No. -07 / 06-25 - 1777 Uzavtosanoat JSC). The developed mode made it possible to abandon the annealing operation, which reduced the technological cycle of heat treatment by 4 hours;

quenching liquid based on the local water-soluble preparation "Uniflok", introduced in JSC "Aggregate Plant" (Reference No. -07 / 06-25 - 1777 JSC "Uzavtosanoat"). As a result of the implementation, the need for quenching oil was reduced by 30%;

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. The volume of the thesis consists of 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I част; I part)**

1. Ergashev D.M., Norkhudjayev F.R., Mukhamedov A.A. The choice and creation of the environmentally friendly hardening environment made of the components manufactured in the Republic of Uzbekistan. ISSN: 2350-0328. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 5, May 2019, P.9053-9055 (India) (05.00.00№8)
2. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р., Мухаммедов А.А. Особенности термической обработки инструментальных легированных сталей. ISSN: 2091-5365. Тошкент темир йўл мухандислари институти ахбороти журнали. №2 , 2019, Б. 68-71 (05.00.00№11)
3. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р. Термоциклическая обработка (ТЦО) нетеплостойких инструментальных сталей. ISSN 2311-5122. UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Выпуск: 11(80), Ноябрь 2020. С. 73-77 (02.00.00№1).
4. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р., Мухамедов А.А., Тешабоев А.М., Норхужаева Р.Ф. Влияние режимов термоциклическая обработка на структурообразование инструментальных стальах. ISSN 2091-5527 “Kompozitsion materiallar” илмий-техникавий ва амалий журнали. №1/2021. С.75-77 (05.00.00 №13).

**II бўлим (II част; II part)**

1. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р. Вопросы применения полимерных закалочных сред. «Замонавий ишлаб чиқаришнинг иш самарадорлиги ва энерго-ресурс тежамкорлигини ошириш муаммолари» мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман. 3-4 октябр 2018 йил. Андижон, Б.433-434.
2. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р. Особенности водорастворимых полимерных закалочных сред. «Фарғона водийси худудларидағи махаллий хом-ашёлардан фойдаланиш асосида импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг долзарб масалалари». Халқаро конференция. Наманган шаҳри, 27-28 октябр 2018 йил, Б. 163-165.
3. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р. Совук холда чўқтириш асбобларни ейилишга бардошлигини ошириш бўйича баъзи бир масалалар. «Инновацион техника ва технологияларнинг муаммо ва истиқболлари» мавзусидаги Республика илмий ва илмий-техник анжумани илмий ишлар тўплами. Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университети Машинасозлик факултети, Тошкент-2019, Б. 67-38.

4. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р., Мухамедов А.А. Совуқ холда штамповкалаш учун асбобсозлик пўлатларини структураси ва хоссасига термик ишлов бериш усуулларининг таъсири. «Машинасозлик ишлаб чиқариш ва таълим: муаммолар ва инновацион ечимлар». Республика илмий техник анжумани. Фаргона, 19-20 сентябрь 2019 йил, Б. 161-162.

5. Эргашев Д.М., Норхуджаев Ф.Р., Мухамедов А.А. Ёркинов О.Т. Термоциклическая обработка (тцо) нетеплостойких инструментальных сталей. «Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолар» мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. Андижон 2020 йил, Б. 175-180.

6. Ergashev D.M, Norkhudjayev F.R., Mukhamedov A.A., Khudayberdiyev O.R., Djalolova S.T. Technological capabilities of application of thermocyclic processing (tcp) tool steel. ISSN: 1475-7192. International Journal of psychosocial rehabilitation. Vol. 24, Issue 08, March 2020, P. 1866-1874 (England) (Scopus).

7. Эргашев Д.М., Мехмоналиев Л.Х. The choice and creation of the environmentally friendly hardening environment made of the components manufactured in the Republic of Uzbekistan. «Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар» мавзусидаги республика 22-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари. Тошкент, ноябр 2020 йил, Б. 28-30.

Автореферат «Композицион материаллар» илмий техник журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидағи матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60  $\frac{1}{16}$ . «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табоби: З. Адади 60. Буюртма № 59.

“Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: Тошкент ш., Шоҳжакон кўчаси, 5-уй.



