

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЗОКИРОВ РУСЛАН САМАДОВИЧ

**300X32H2M2ТЛ ЕЙИЛИШБАРДОШ ОҚ ЧЎЯННИНГ
ЕЙИЛИШБАРДОШЛИГИНИ КАРБИДЛАРНИ ИШҚАЛАНУВЧИ
ЮЗАГА ПЕРПЕНДЕКУЛЯР ЙЎНАЛТИРИШ ҲИСОБИГА ОШИРИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ.**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси. Камёб,
нодир ва радиоактив элементлар технологияси (Қуймачилик ва металларга ишлов
бериш технологияси йўналиши)**

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

Тошкент – 2021

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Content of the abstract of dissertation of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Зокиров Руслан Самадович

300X32N2M2TL ейилишбардош оқ чўяннинг ейилишбардошлигини карбидларни ишқаланувчи юзага перпендекуляр йўналтириш ҳисобига ошириш технологиясини ишлаб чиқиш.....3

Зокиров Руслан Самадович

Разработка технологии повышения износостойкости белого износостойкого чугуна марки 300X32N2M2TL за счет расположения карбидов перпендикулярно к изнашиваемой поверхности25

Zokirov Ruslan Samadovich

Development of a technology for increasing the wear resistance of white wear resistant cast iron of grade 300X32N2M2TL due to the arrangement of carbides perpendicular to the wearing surface45

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....52

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЗОКИРОВ РУСЛАН САМАДОВИЧ

**300X32H2M2ТЛ ЕЙИЛИШБАРДОШ ОҚ ЧЎЯННИНГ
ЕЙИЛИШБАРДОШЛИГИНИ КАРБИДЛАРНИ ИШҚАЛАНУВЧИ
ЮЗАГА ПЕРПЕНДЕКУЛЯР ЙЎНАЛТИРИШ ҲИСОБИГА ОШИРИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ.**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси. Камёб,
нодир ва радиоактив элементлар технологияси (Қуймачилик ва металларга ишлов
бериш технологияси йўналиши)**

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.4.PhD/T1129 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида (www.tdtu.uz) ва “Ziyonet” Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Тураходжаев Нодир Джахонгирович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Абдуллаев Фатхулла Садуллаевич техника фанлари доктори, профессор
	Самадов Алишер Усманович техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.03.04 рақамли Илмий кенгашининг 2021 йил «29» декабрь соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳар, Олмазор тумани, Университет кўчаси 2-уй. Тел./факс: (99871) 227-10-32, e-mail: tadqiqotchi@edu.uz.)

Диссертация билан Тошкент давлат техника университети Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (236 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўчаси 2-уй. Тел./факс: (99871) 227-10-32.)

Диссертация автореферати 2021 йил «17» декабрь куни тарқатилган.
(2021 йил «17» декабрдаги № 133 рақамли реестр баённомаси).

К.А.Каримов

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

Ш.Б.Ташбулатов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, техника фанлари бўйича фалсафа доктори, PhD

Н.С.Дуняшин

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда саноатининг муҳим вазифаларидан бири, қуймакорлик усулида олинаётган қуйма маҳсулотларнинг мустақамлигини ошириш, уларнинг механик ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш орқали иқтисодий самарадорлигини юксалтириш етакчи ўринлардан бирини эгаллайди. Дунё миқёсида жумладан республикамизда ҳам бу соҳада жуда кенг кўламли ва мақсадли илмий-тадқиқотлар. Ейилишга бардошли оқ чўянларнинг ишлаш шароитини эътиборга олиб, қотишманинг структурасини таҳлил қилиш, қотишманинг таркибини замонавий дастурлар ёрдамида ҳисоблаш ва ишлаб чиқиш, қотишма таркибидаги карбидлар жойлашувининг ишқаланувчи юзага параллел перпендекуляр ва бурсак остида жойлашувининг ишқаланишга таъсирини ўрганиш, оқ чўянлар қуйиб олиш жараёнларини оптималлаштириш жуда муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда оқ чўянлардан қуйма усулда олинadиган машинасозлик деталларининг ишчи юзаларининг мустақамлиги ва ейилишбардошлигини оширишга йўналтирилган илмий – тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, мақсадли илмий–тадқиқотлар, жумладан, қолип ичида кристалланаётган қуйманинг структурасини шаклланишини бошқариш асосида карбидларнинг ўсиш йўналишини тартиблаштириш, мураккаб шаклга эга бўлган оқ чўян қуймаларининг юпка девордан қалин деворларга ўтиш қисмларида ҳосил бўладиган нуқсонларни бартараф этиш, ейилишбардош оқ чўянлардан маҳсулот олишда ташкил этувчиларнинг қуйишини камайишини таъминлайдиган режимлар ишлаб чиқиш эвазига энергия ва ресурстежамкорликни таъминлайдиган технологияларни яратишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда мустақилликка эришгандан сўнг, қуймакорлик ишлаб чиқаришини ривожлантириш, ейилишга бардошли оқ чўянлардан тайёрланган қуйма маҳсулотларни ишлаб чиқариш юзасидан кенг қамровли ишлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017 – 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан “...қора ва рангли металл парчалари, чиқиндилари билан ишлаш тартибини такомиллаштириш чора – тадбирлари тўғрисида”¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, оқ чўянлар қуйиб олиш технологияларини янада такомиллаштириш, олинган қуйма деталлар сифатини ошириш, оқ чўяндан деталлар тайёрлашнинг янги замонавий технологияларини қўллаш асосида ушбу соҳани замонавий талаблар асосида ривожлантириш, жумладан, қуйма деталларнинг ейилишга бардошлилигини ошириш учун қотишмаларнинг оптимал таркиби ва термик ишлов бериш меъёрларини ишлаб чиқиш асосида карбидларнинг йўналтирилган кристалланишини

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги ПФ-4947-сон Фармони.//Халқ сўзи, 2017 йил 8 феврал

таъминлаш технологиясини яратиш ва амалиётга жорий этиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 июлдаги ПҚ – 3117-сонли «Қишлоқ хўжалигида машинасозлик соҳаси илмий-техникавий базасини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 4 январдаги ПҚ – 3459-сонли «Қишлоқ хўжалигининг техник жиҳозланиш даражасини янада ошириш борасидаги кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги ва 2018 йил 10 майдаги ПҚ – 3712-сонли «Қишлоқ хўжалигини ўз вақтида қишлоқ хўжалиги техникаси билан таъминлаш механизмларини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Америка олимлари Цзе Ван, Дэвид К., Ван Акен, Цзинцзин Цин, Томас Дж. Яняк, Томас Э. Клементс, Минчжи Сюй абразив ейилишга бардошли ейилишбардош графитли оқ чўянларнинг термик ва ейилишбардошлик хоссаларини яхшилаш технологиясини ишлаб чиқиш мавзусида олиб борган тадқиқотларида графит кўшилиши натижасида ейилишга қаршилиқ яхшиланган.

Япония ва Таиланд олимлари Jatupon Oparaiboon (Tailand), Prasonk Sricharoenchai (Tailand) Sudsakorn Inthidech(Tailand) Yasuhiro Matsubara (Yaponiya) абразив ейилишга бардошли юқори легирланган оқ чўянларнинг ейилишбардошлигини термик ишлов бериш орқали таркибидаги углерод тузилишини ўзгартириш ҳисобига ейилишбардошликни ошириш технологиясини ишлаб чиқишган.

Хитой олимлари Х. Жиан, Қ. Хао, Х. Зуо, Н. Чен, Й. Ронг Оқ чўянларнинг энг юқори қаттиқлиги ва мустаҳкамлигини таъминлаш мақсадида янги жараёни ишлаб чиқишди. Оқ чўяндан тайёрланадиган майдалагич шарларини ейилишбардошлилигини ошириш учун кўп сиклли термик ишлов бериш орқали исталган микроструктурани олишнинг янги жараёни тобладан сўнг сувда тоблаш ва ҳавода совутиш технологиясини ишлаб чиқишган. Канада ва Австралия олимлари Х. Н. Tang, Lei Li, В. Hinckley К, Dolman, L Parent, D. Y. Li лар юқори хромланган ейилишбардош оқ чўянларнинг таркибидаги ядро-қобиқли бирламчи карбидларнинг юзанинг механик хоссалари ва ейилишбардошликка таъсири мавзусида олиб борган тадқиқотларида таркибида 45 % хром бўлган ейилишбардош оқ чўяннинг таркибидаги углерод миқдорини 1% дан 6 % гача кўтариб, унда ҳосил

бўладиган карбидлар тузилиши ва механик хоссаларга таъсир этиш даражаси аниқланган.

Россия ва Украина олимлари Фирсова Н.В. ва Крылова С.Е. лар термик ишлов беришнинг ейилишбардош оқ чўянларнинг структурасига таъсири мавзусида тадқиқотларни амалга оширдилар. Ўзбек олимлари А.А.Мухаммедов, Б.Қ.Тилабов, Ф.Р.Норхуджаев, С.Д.Нурмуродов, З.Дўстмуродов ва бошқалар оқ чўян ва пўлатларнинг ейилишбардошлигини ошириш учун печдан ташқари ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқишган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган ишлаб чиқариш корхонаси илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университетидида илмий – тадқиқот ишлари режасига мувофиқ “Навоий КМК” ДК билан тузилган 2020 йил 26 октябрдаги №2/2020 “300X32H2M2ТЛ ейилишбардош оқ чўяннинг ейилишбардошлигини карбидларни ишқаланувчи юзага перпендекуляр йўналтириш ҳисобига ошириш технологиясини ишлаб чиқиш”(2020 – 2021 йй.) мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. 300X32H2M2ТЛ ейилишбардош оқ чўяннинг ейилишбардошлигини карбидларни ишқаланувчи юзага нисбатан перпендикуляр йўналтириш ҳисобига ошириш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қуймакорлик қолипида совутгични қўллаш асосида ейилишбардош оқ чўяннинг қолип ичидаги йўналтирилган кристалланишини таъминлайдиган совутиш технологиясини ишлаб чиқиш;

қолип ичидаги оқ чўяннинг кокил билан иссиқлик алмашинуви интенсивлиги асосида карбидларни ишқаланувчи юзага нисбатан перпендекуляр жойлашини таъминлаш технологиясини ишлаб чиқиш;

олинаётган қуйма маҳсулотнинг механик хоссаларига совутгич материали ва қалинлигининг боғлиқлик даражасини таҳлил қилиш;

қолип ичидаги оқ чўяннинг кокил билан иссиқлик алмашинувининг математик моделини ишлаб чиқиш;

қуймакорлик қолипида совутгични қўллаш асосида ейилишбардош оқ чўяннинг қолип ичидаги йўналтирилган кристалланишини таъминлайдиган технологиянинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида 300X32H2M2ТЛ маркали ейилишга бардошли оқ чўян ва шунингдек, ундан қуйиб олинадиган СЕМСО дробилка ротори танлаб олинган.

Тадқиқотнинг предмети. Ейилишга бардошли оқ чўянларнинг таркибига боғлиқ ҳолда структура ва эксплуатацион хоссалари ўзгаришини, ейилишга бардошли оқ чўянлардан тайёрланган деталлар структурасини шакллантириб, деталлар олиниш технологиясини қуйишда совитгичларни қўллаган ҳолда карбидларни ишқаланувчи юзага перпендекулчр жойлаштириш ҳисобига ейилишга бардошли оқ чўянлар хоссаларни ўзгариш конуниятлари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида қотишмалардаги кимёвий элементларнинг таркибий миқдорини ва қотишма структурасини, унинг механик хоссаларини ўрганишда аттестацияланган кимёвий усул ва спектрал русумидаги Рентгенографик анализатор, Metrohm 850 Professional IC русумидаги ион хроматограф, ТБ 5004 прибори, микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1, металлографик микроскоп МЕТАМ ПБ-23, кўндаланг ва бўйлама юзаларни шлифовка ва полировкалаш учун НЕРИС станогини, оптико эмиссион усулда сканерловчи SPECTROMAXx сканерлаш қурилмаси, (SEM-EDX) маркали Carl Zeiss EVO MA 10/AztecEnergyAdvanced X-Act сканерловчи электрон микроскопларнинг таҳлилий усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

оқ чўян билан қолипнинг иссиқлик алмашинув интенсивлигининг қолип девор қалинлигига боғлиқлик динамикаси асосида оқ чўяндаги карбидларнинг йўналтирилган кристалланишини таъминлайдиган технология ишлаб чиқилган;

оқ чўян роторини айланишидаги балансини таъминлайдиган технология марказдан қочма кучнинг ротор массасига айланиш тезлигининг боғлиқлик графиги асосида ишлаб чиқилган;

модификаторларни қолип ичида қўллаш асосида оқ чўяннинг ейилишбардошлигини ошириш учун модификациялаш технологияси ишлаб чиқилган.

материалнинг теплофизик хоссалари асосида совутгичнинг тури ва геометрик ўлчамлари билан қолипдаги қуйманинг хажми орасидаги иссиқлик алмашинувини таъминлайдиган технология ишлаб чиқилган;

оқ чўян карбидларининг ишчи юзага нисбатан перпендикуляр жойлашини таъминлаш учун қолип ичидаги кристалланиш жараёнини йўналтириш технологияси қуйма билан қолип ўртасидаги ҳарорат градиенти ўзгариш қонунияти асосида ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

300X32H2M2TL маркали оқ чўяндан олинган қуйма маҳсулотларнинг ишчи юзаларининг ейилишбардошлигини ошириш асосида маҳсулотнинг хизмат муддатини ошириш технологияси ишлаб чиқилган;

маҳсус совутгични қўллаш асосида оқ чўяннинг қолип ичидаги йўналтирилган кристалланишини таъминлайдиган совутиш технологияси ишлаб чиқилган ва ишлаб чиқаришга жорий қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Диссертация тадқиқотида замонавий усуллар жиҳозларда хусусан ТошДТУ, Ўзбекистон миллий университети илмий тадқиқот маркази ва ва НКМК НМЗ энг замонавий жиҳозларининг металлография ва рентгеноструктура таҳлилари, элемент таҳлил, макроқаттиқлик ва микроқаттиқлиги қийматлари, термик ишлов бериш, ейилишга бардошлилик синовлари натижаларининг тўлиқ ўзаро боғлиқлиги, олинган тажриба натижалари мавжуд тажриба маълумотларига солиштирилганлиги ва реал иқтисодий фойда билан ишлаб чиқаришга жорий этилганлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қолип остида қўлланиладиган совутгичлар материалининг теплофизик параметрлари асосида совутгичларни қўллашнинг илмий асосларини ишлаб чиқилгани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти 300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўянларни ишлаб чиқишда юқори қаттиқлик ва тартибланган структура ҳосил қилиш технологиясининг ишлаб чиқилиши ва амалиётга жорий қилиниши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.

300X32H2M2ТЛ ейилишбардош оқ чўяннинг ейилишбардошлигини карбидларни ишқаланувчи юзага перпендекуляр йўналтириш ҳисобига ошириш технологиясини ишлаб чиқиш учун олиб борилган илмий тадқиқотлар бўйича олинган илмий натижалар асосида:

300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўяндан олинган суяқ қотишмани куймакорлик қолипига куйишнинг ротор айланишидаги балансини таъминловчи технологияси “Навоий кон-металлургия комбинати” ДКнинг “Навоий машинасозлик заводи”га жорий этилган (“НКМК” ДКнинг 2021 йил 27-сентябрдаги 02-06-07/9277-сонли маълумотномаси). Натижада, роторнинг хизмат қилиш муддати 130 дан 183 соатгача ошириш имконини берган.

махсус совутгични қўллаш асосида ейилишбардош оқ чўяннинг қолип ичидаги йўналтирилган кристалланишини таъминлайдиган совутиш технологияси “Навоий кон-металлургия комбинати” ДКнинг “Навоий машинасозлик заводи”га жорий этилган (“НКМК” ДКнинг 2021 йил 27-сентябрдаги 02-06-07/9277-сонли маълумотномаси). Натижада, карбидлар 90-92% миқдорининг ишқаланувчи юзага нисбатан перпендикуляр жойлашувини таъминлаш ишконини берган.

модификаторларни қўллаш асосида оқ чўяннинг ейилишбардошлигини ошириш учун модификациялаш технологияси “Навоий кон-металлургия комбинати” ДКнинг “Навоий машинасозлик заводи”га жорий этилган (“НКМК” ДКнинг 2021 йил 27-сентябрдаги 02-06-07/9277-сонли маълумотномаси). Натижада, куйма маҳсулотнинг ейилишбардошлигини 8-10% га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг тадқиқот натижалари 6 та, жумладан 4 та халқаро ва 2 та Республика илмий – амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий ишлар чоп этилган. Ўзбекистон Олий Аттестация Комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этилиши тавсия қилинган илмий нашрларда 9 та илми мақола, жумладан 4 таси Республика ва 5 таси юқори импакт факторли журналларда (1 таси Scopus базасидаги журналда) хорижий журналларда нашр этилган. Илмий иш натижалари бўйича 6 та Илмий-амалий анжуманларда, жумладан 4 та Халқаро илмий-амалий анжуманларда маърузалар билан иштирок этилган ва 6 та тезис чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўрта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг жаҳон миқёсида долзарблиги ва зарурлиги асосланган, тадқиқотларнинг мақсад ва вазифаси кўрсатилган, объекти ва предмети тасвирланган, республика илм-фан ва технологияларни ривожлантириш бўйича устувор йўналишларга мос келиши, илмий янгилиги ва тадқиқотнинг амалдаги натижалари кўрсатилган, эришилган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти ёритиб берилган, тадқиқот натижаларининг жорий этилиши, тадқиқот материаллари бўйича эълонлар кўрсатилган, диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумот берилган.

Диссертациянинг **«Оқ чўянларни саноатда қўлланилиши ва уларнинг ейилишбардошлигини ошириш бўйича илмий тадқиқотларнинг таҳлили»** деб номланган биринчи бобида оқ чўянларнинг ейилишбардошлигини термик ишлов бериш, оқ чўянларнинг ейилишбардошлигини оширишнинг карбидларга нисбатан таъсир қилиш орқали ошириш усуллари, 300X32H2M2TЛ маркали оқ чўянларнинг саноатда қўлланилиши ва унинг суяқлантириш технологияси таҳлили келтирилган.

Ейилишбардошликни ошириш бўйича қуймакорлик соҳасида сўнгги йилларда чоп этилган материалларни таҳлили шуни кўрсатадики, кўплаб тадқиқотлар термик ишлов бериш ва қотишма таркибидаги элементларни оптималлаштиришга ва кокилга қуйиш орқали қуйма маҳсулот олишга қаратилган. Мазкур ишнинг мавзуси нуқтаи-назаридан қолип остига совутгичларни қўлагандан кейин ейилишга бардошлиликнинг ортиши билан боғланадиган ишларга алоҳида эътибор қаратилган. Кимёвий таркибини ўзгартирмасдан ейилишбардош оқ чўянларнинг структурасини тартибланиш яъни ейилишбардош оқ чўянлар таркибидаги карбидларни ишқаланаётган юзага перпендекуляр йўналтириш 300X32H2M2TЛ маркали оқ чўянлардан олинган маҳсулотларнинг ейилишга бардошлигини таъминлаши кўриб чиқилди.

Диссертациянинг **«Тадқиқот объектини танлаш ва тадқиқот усуллари ишлаб чиқиш»** деб номланган иккинчи бобида ишлатилган роторлар анализи ва ишқаланувчи юзаларни таҳлил қилиш, тадқиқот учун 300X32H2M2TЛ маркали оқ чўяндан намуналар тайёрлаш, 300X32H2M2TЛ маркали оқ чўяннинг микроструктурасини сканерловчи электронмикроскопида таҳлил қилиш бўйича маълумотлар келтирилган.

Хизмат муддати тугаган роторларни таҳлили шуни кўрсатадики, уларда асосан сидирилиб ишқаланган релефларни кузатдик ва бу роторнинг фақат пастки асосида чиғаноқсимон шаклга эга релеф ҳосил қилган.

НКМК ДК НМЗ корхонасининг қуймакорлик цехида тадқиқот ишларини олиб бориш учун дастлабки намуналар структураси ва механик

хоссаларини (қаттиқлик, зарбий қовушқоқлик ва эгилишга мустаҳкамликни текшириш) ўрганиш мақсадида ИСТ–2.5 индукцион печида қум – гилли қолипларга 300X32H2M2ТЛ маркали оқ чўянлар қуйиб олинган.

Олинган қуйма маҳсулотимиз тозалангандан сўнг анализ учун қотишмалардаги кимёвий элементларнинг таркибий миқдорини СРЕКТРОЛАВ- 10М ва қотишма структурасини, унинг механик хоссаларини ўрганишда аттестацияланган кимёвий усул ва спектрал русумидаги Рентгенографик анализатор, ТБ 5004 прибори, микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1, металлографик микроскоп МЕТАМ ПБ-23, кўндаланг ва бўйлама юзаларни шлифовка ва полировкалаш учун НЕРИС станогини, оптико эмиссион усулда сканерловчи СРЕКТРОМАХх сканерлаш қурилмаси, СЭМ Zeiss EVO MA 10 скайнерловчи электрон микроскоп сканерловчи электрон микроскопларнинг таҳлилий усулларидадан фойдаланилган.

Ейилишга бардошлиликни синаш НМЗ шароитида 300X32H2M2ТЛ маркали оқ чўян намуналарини чархтошга ўрнатилган мослама ёрдамида аниқланди.

Диссертациянинг «**300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўян структурасини тартибли йўналтириш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида турли материалли совутгичларни қолип остида қўллашнинг 300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўянлардан олинган қуйма маҳсулот таркибдаги карбидларнинг йўналишига таъсири ва мис Cu99.9 материалли совутгични 300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўянлардан олинган роторларни қуйишда қолип остида қўллаш ва модификациялаш технологияси келтирилган.

300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўяннинг ейилишбардошлигини карбидларнинг ишқаланаётган юзага перпендекуляр жойлаштириш ҳисобига ошириш учун биз бир неча турдаги материалдаги совутгичларни қўллаб илмий таҳлил қилганимизда мис совутгичли пластинка энг яхши натижани кўрсатган эди. Шу олинган натижалар асосида 3-босқичда мис қалинлиги 50 мм бўлган пластинкали совутгич қўллашни авзал билиб роторлар қуйилди.

300X32H2M2ТЛ маркали ейилишбардош оқ чўяннинг ейилишбардошлигини карбидларнинг ишқаланаётган юзага перпендекуляр жойлаштириш ҳисобига ошириш бўйича дунё олимларини илмий-тадқиқот ишларини ўрганиб, учта таклиф ишлаб чиқилди ва “Навоий КМК” ДКнинг “НМЗ” корхонасининг рангли қотишмаларни сувоқлантириш сеҳида таклифлар асосида 1-тажрибада модел эритиш рақами 1393 бўлган:

1-бўлиб 3та намуна НМЗ шароитида қуйиладиган совутгичсиз ҳолатида,
2-бўлиб 3 та намуна асосида қалинлиги 50мм чўян бўлган совутгич билан,
3- бўлиб асосида 5 мм бўлган мис совутгич билан намуналар қуйиб олинди ва ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

1-тажриба хулосалари ўрганилиб таҳлил қилингандан сўнг яна 3та намуна:

1-алюминий АК9 совутгич қалинлиги 50мм

2-мис Cu 99.9 совутгич қалинлиги 50мм

3-бронза БР05Ц5С5 совитгич қалинлиги 50мм

Қуйиш температураси 1400-1425°C 300X32Н2М2ТЛ маркали чўяндан қуйилди. Ҳаво ҳарорати 21°C Ҳавонинг намлиги 55%

Қотишмани таркибидаги хром миқдорини мувофиқлаштириш учун Б65 (возврат) ва қуйма чўян (чушковой чуғун) киритилади. Печга Б65 (возврат) ва қуйма чўян (чушковой чуғун) ҳамда феррохром, ферромolibден киритилиб, суюқлантирилади ва қум-гилли қолипга қуйилади. Биринчи қуйма намуна солиштириш учун ананавий методда қум гилли қолипга қуйилади. Қуйма қолипдан ажратилгандан сўнг НМЗ бош лабораториясида 5 та қисмдан ташкил топган қуйма плиталарнинг қаттиқлиги, кимёвий таркиби ҳамда микроструктураси аниқланади.

ИСТ-2.5 индуксион печида ишлаб чиқилган шихтани суюқлантириб, намуна олиниб, қотишмани кимёвий таркиби “СПЕКТРОЛАБ-10М” ускунаси орқали қуйидаги кимёвий таркиб олинди.

1-жадвал.

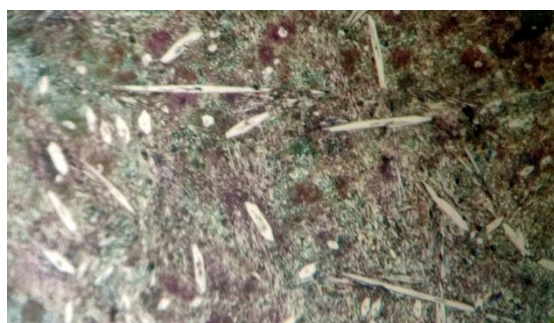
1-Намуна. Ананавий методда қум гилли қолипга қуйилган биринчи қуйма намунанинг кимёвий таркиби.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	B
2.86	0.87	0.48	0.060	0.033	31.02	0.20	1.72	0.33	0.01

1. Қотишмани температураси 1425⁰ С га этганда маълум вақт шу температурада тутиб турилаган сўнг суюқ қотишмани шлакдан ажратиб олиб, қум-гилли қолипга қуйилди.

2. Қуйма қолипда совутилгандан сўнг қум-гилли қолипдан тозаланиб, механик ишлов берилди.

3. Намуналарнинг микрожилвирлари юзасида бир текис тақсимланмаган дендрит структура ва қаттиқлик НВ 474, 474, 415 эканлиги аниқланди.



1.1-расм. Ананавий методда қум гилли қолипга қуйилган биринчи қуйма намуна микроструктураси.

Иккинчи қуйма қуйиладиган қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган чўян плита жойлаштирилади. Қуйма қолипдан ажратилгандан сўнг НМЗ бош лабораториясида 5 та қисмдан ташкил топган қуйма плиталарнинг қаттиқлиги, кимёвий таркиби ҳамда микроструктураси аниқланади.

Намуна-2 натижаси:

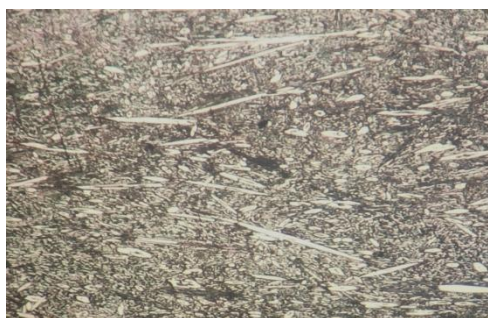
ИСТ-2.5 индуксион печида ишлаб чиқилган шихтани суюқлантириб, намуна олиниб, қотишмани кимёвий таркиби “СПЕКТРОЛАБ-10М” ускунаси орқали қуйидаги кимёвий таркиб олинди.

2-жадвал

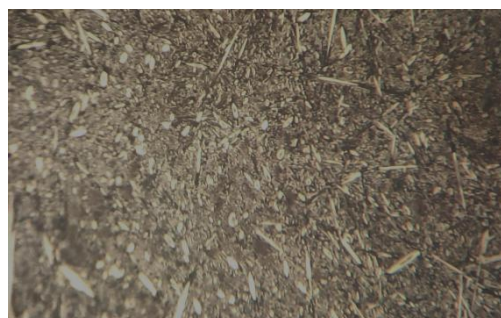
2-Намуна. Чўян совитгичли совитгич қўлланилгандаги қуйманинг кимёвий таркиби.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	B
2.83	0.85	0.47	0.056	0.030	31.26	0.20	1.71	0.33	0.01

Қотишмани температураси 1425°C га этганда маълум вақт шу температурада тутиб турилаган сўнг суюқ қотишмани шлакдан ажратиб олиб, қум-гилли қолипга қуйилди. Қуйма қолипда совутилгандан сўнг қум-гилли қолипдан тозаланиб, механик ишлов берилди. Намуналарнинг микрожилвирлари юзасида бир текис тақсимланган дендрит структура ва қаттиқлик НВ 485, 485 447 эканлиги аниқланди. Учинчи қуйма қуйиладиган қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 5 мм Мис плита жойлаштирилади. Қуйма қолипдан ажратилгандан сўнг НМЗ бош лабораториясида 5 та қисмдан ташкил топган қуйма плиталарнинг қаттиқлиги, кимёвий таркиби ҳамда микроструктураси аниқланади.



1.2-расм.Қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган чўян плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич қўйилган томонга тик жойлашган.



1.3-расм.Қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган чўян плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич қўйилган томондан қаралгандаги кўриниши.

Намуна-3 натижаси:

1.ИСТ-2.5 индуксион печида ишлаб чиқилган шихтани суюқлантириб, намуна олиниб, қотишмани кимёвий таркиби “СПЕКТРОЛАБ-10М” ускунаси орқали қуйидаги кимёвий таркиб олинди.

3-жадвал

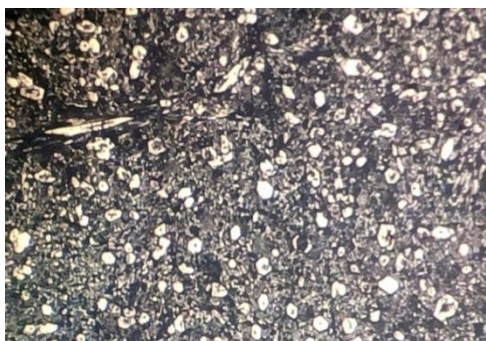
3-Наъмуна. Мис совитгичли совутгич қўлланилгандаги қуйманинг кимёвий таркиби.

C	Si	Mn	P	C	Cr	Mo	Ni	Cu	B
2.86	0.84	0.47	0.054	0.029	31.28	0.20	1.70	0.33	0.01

2.Қотишмани температураси 1425⁰ С га этганда маълум вақт шу температурада тутиб турилаган сўнг суюқ қотишмани шлакдан ажратиб олиб, қум-гилли қолипга қуйилди.

3.Қуйма қолипда совутилгандан сўнг қум-гилли қолипдан тозаланиб, механик ишлов берилди.

4.Намуналарнинг микрожилвирлари юзасида бир текис тақсимланган дендрит структура ва қаттиқлик НВ 478, 479, 436 эканлиги аниқланди.

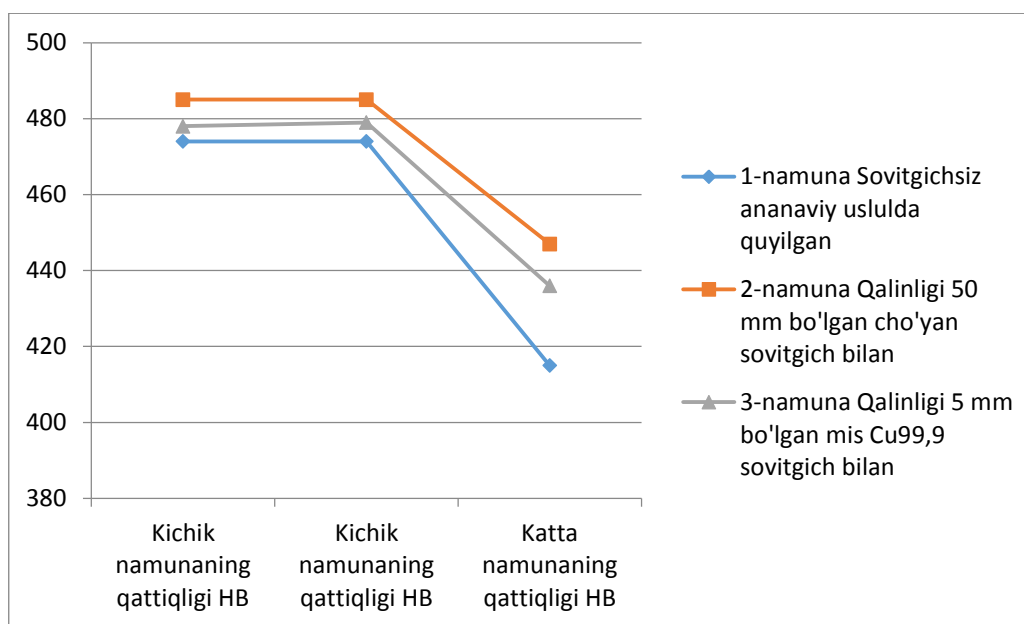


1.4-расм. Қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 5мм бўлган мис плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич қўйилган томонга малум миқдорда тик жойлашган ва майда донатор структура кузатилди.

Олиб борилган илмий тадқиқотлардан олинган хулосага кўра ейилишбардош қуйма маҳсулотлари учун 300X32Н2М2ТЛ маркали қотишманинг ейилишбардошлилигини карбидларнинг ишқаланувчи юзага перпендекуляр жойлаштириш ҳисобига ишқаланишни ошириш лойиҳаси асосида таклифлар берилди ва натижалар олинди.

4-жадвал

№	Параметрлар номи	Параметрлар қиймати		
		1-намуна	2-намуна	3-намуна
1	Қаттиқлик НВ кичик намуна	474	485	478
		474	485	479
2	Қаттиқлик НВ катта намуна	415	447	436



Олинган натижалар:

1- 3та намуна НМЗ шароитида ИСТ-2.5 печида ананавий шароитда куйиладиган совитгичсиз ҳолатида куйилди ва ўрганилди. Натижада намуна микрожилвирлари юзасида бир текис тақсимланмаган дендрит структура кузатилди ҳамда намуна қаттиқлигини аниқлаш учун синов объекти МХ Синов усули МХ-ГОСТ 9012-59. Фойдаланилган синов жиҳозлари ва воситалари ТБ 5004 прибори Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 ёрдамида аниқланган қаттиқлик кўрсаткичи НВ 474, 474, 415 эканлиги аниқланди.

2- 3та намуна НМЗ шароитида ИСТ-2.5 печида 3 та намуна асосида қалинлиги 50мм чўян бўлган совитгич билан куйилди ва ўрганилди. Структурада тартибланган бир текис тақсимланмаган дендрит структура кузатилди. Натижада намуна микрожилвирлари юзасида бир текис тақсимланмаган дендрит структура кузатилди ҳамда намуна қаттиқлигини аниқлаш учун синов объекти МХ Синов усули МХ-ГОСТ 9012-59. Фойдаланилган синов жиҳозлари ва воситалари ТБ 5004 прибори Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 ёрдамида аниқланган қаттиқлик кўрсаткичи НВ 485, 485, 447 эканлиги аниқланди.

3- 3та намуна НМЗ шароитида ИСТ-2.5 печида 3 та намуна асосида 5 мм бўлган мис совитгич билан намуналар куйиб олинди ва ўрганилди. Қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 5мм бўлган мис плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич кўйилган томонга малум миқдорда тик жойлашган ва майда дондор структура кузатилди ҳамда намуна қаттиқлигини аниқлаш учун синов объекти МХ Синов усули МХ-ГОСТ 9012-59. Фойдаланилган синов жиҳозлари ва воситалари ТБ 5004 прибори Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 ёрдамида аниқланган қаттиқлик кўрсаткичи НВ 478, 479, 436 эканлиги аниқланди.

Иккинчи таклиф:

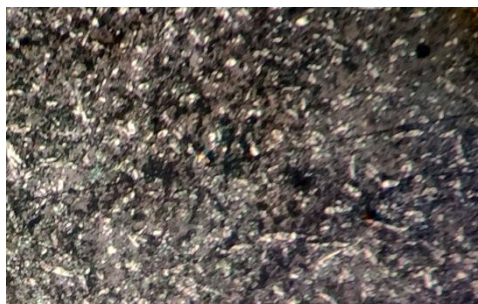
1. Биринчи 3 та намуна, асосида қалинлиги 50мм Алюминий АК9 бўлган совитгич билан, экспериментал қотишмани суюқлантириб олиш учун,
2. Иккинчи 3 та намуна, асосида қалинлиги 50 мм мис Cu 99.9 бўлган совитгич билан, экспериментал қотишмани суюқлантириб олиш учун, экспериментал қотишмани суюқлантириб олиш учун,
3. Учинчи 3 та намуна, асосида қалинлиги 50мм Бронза БРО5Ц5С5 бўлган совитгич билан, экспериментал қотишмани суюқлантириб олиш учун қуйидаги кимёвий таркибли намуналар қуйилди.



1.5-расм. 3 совитгич: асосида қалинлиги 50мм Алюминий АК9 бўлган совитгич билан, асосида қалинлиги 50 мм мис Cu 99.9 бўлган совитгич билан, асосида қалинлиги 50мм Бронза БРО5Ц5С5 бўлган совитгич билан.



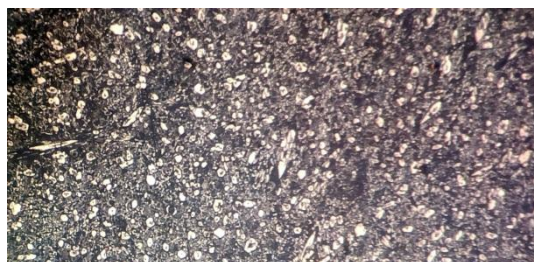
1.6-расм. Қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган Алюминий АК9 плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич қўйилган томонга тик жойлашган.



1.7-расм. Қолип остига совитгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган Алюминий АК9 плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидларнинг совитгич қўйилган томондан қаралгандаги структураси



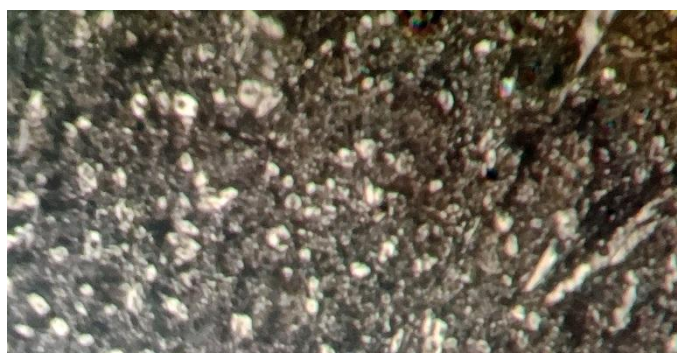
1.8-расм.Қолип остига советгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган Мис Cu 99.9 плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар советгич қўйилган томонга тик жойлашган.



1.9-расм. Қолип остига советгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган Мис Cu 99.9 плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидларнинг советгич қўйилган томондан қаралгандаги структураси

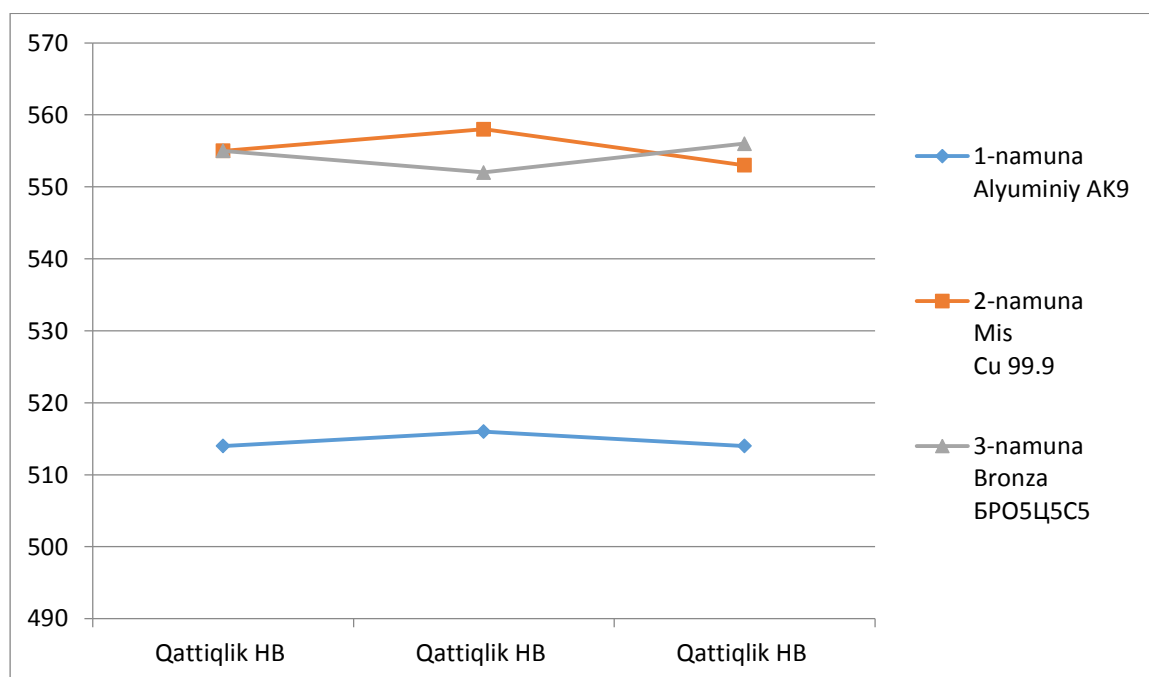


1.10-расм.Қолип остига советгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган Бронза БРО5Ц5C5плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар советгич қўйилган томонга тик жойлашган.



1.11-расм. Қолип остига советгич сифатида қалинлиги 50мм бўлган Бронза БРО5Ц5C5 плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидларнинг советгич қўйилган томондан қаралгандаги структураси.

№	Параметрлар номи	Параметрлар қиймати		
		1-намуна Алюминий АК9	2-намуна Мис Cu 99.9	3-намуна Бронза БРО5Ц5С5
1	Қаттиқлик НВ	514	555	555
2	Қаттиқлик НВ	516	558	552
3	Қаттиқлик НВ	514	553	556



1.12-расм. Асосида қалинлиги 50мм бўлган Алюминий АК9 бўлган советгич, асосида қалинлиги 50 мм мис Cu 99.9 бўлган советгич ва асосида қалинлиги 50мм Бронза маркаси БРО5Ц5С5 бўлган советгич қўлланилганда қаттиқликлар.

Олинган натижалар:

1. 3та намуна НМЗ шароитида ИСТ-2.5 печида 3 та намуна асосида алюминий АК9 советгич қалинлиги 50мм бўлган советгич билан намуналар қуйиб олинди ва ўрганилди. Қолип остига советгич сифатида алюминий АК9 советгич қалинлиги 50мм бўлган советгич жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар советгич қўйилган томонга 90 фоизга яқин карбидларнинг тик жойлашган. Намауна қаттиқлигини аниқлаш учун синов объекти жиҳозлари ва воситалари ТБ 5004 прибори Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 ёрдамида аниқланган қаттиқлик кўрсаткичи НВ 555, 558, 553 эканлиги аниқланди.

2. 3та намуна НМЗ шароитида ИСТ-2.5 печида 3 та намуна асосида мис Cu 99.9 советгич қалинлиги 50мм бўлган советгич билан намуналар

қўйиб олинди ва ўрганилди. Қолип остига совитгич сифатида мис Cu 99.9 совитгич қалинлиги 50мм плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич қўйилган томонга 90-92 %га яқин карбидларнинг тик жойлашган ва майда дондор структураси кузатилди. Намауна қаттиқлигини аниқлаш учун синов объекти жиҳозлари ва воситалари ТБ 5004 прибори Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 ёрдамида аниқланган қаттиқлик кўрсаткичи НВ 555, 558, 553 эканлиги аниқланди.

3. 3та намуна НМЗ шароитида ИСТ-2.5 печида 3 та намуна асосида бронза БРО5Ц5С5 совитгич қалинлиги 50мм бўлган совитгич билан намуналар қўйиб олинди ва ўрганилди. Қолип остига совитгич сифатида 3-бронза БРО5Ц5С5 совитгич қалинлиги 50мм плита жойлаштирилгандаги микроструктурада карбидлар совитгич қўйилган томонга 85-90 % га яқин карбидларнинг тик жойлашган ва майда дондор структураси кузатилди. Намауна қаттиқлигини аниқлаш учун синов объекти жиҳозлари ва воситалари ТБ 5004 прибори Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 ёрдамида аниқланган қаттиқлик кўрсаткичи НВ 555, 552, 556 эканлиги аниқланди.

Олиб борилган илмий тадқиқотларга таянган ҳолда мис Cu99.9 пластинкали совитгичларни қўллаш энг юқори самарадорликни берди. Шундан келиб чиқиб турли қалинликдаги мис Cu99.9 пластинкали совитгичларни қўллаб намуналар текширилди. Бунда тадқиқотлар айнан мис пластинкали совитгичларнинг геометрик ўлчамлари ўзгартирилган ҳолатда қолип остида қўлланилиб қўйма намуналар олинди. Ҳар бир намуна механик хоссалари ва структуралари илмий баҳоланиб чуқур таҳлил қилинди. Бунда олинган натижалар шуни кўрсатадики, совитгич қалинлиги ортиб борган сари механик ва структуравий хоссалар яхшиланиб, маълум миқдордан сўнг механик хоссалар пасайиб структурада нуқсонлар пайдо бўла бошлади.

1.Материал Мис Cu99.9, қалинлиги 5мм бўлган совитгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 479 НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 70-75% карбидлар совитгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типидagi карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган дондорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 3-4мм. Структурада микродарзлар йўқ ва ҳеч қандай газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилмади.

2.Материал Мис Cu99.9, Қалинлиги 20мм бўлган совитгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 496НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 75-78% карбидлар совитгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типидagi карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган дондорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 4-5 мм. Структурада микродарзлар йўқ ва ҳеч қандай газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилмади.

3.Материал Мис Cu99.9, Қалинлиги 30мм бўлган совутгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 505 НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 78-80% карбидлар совутгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типдаги карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган донадорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 5-6 мм. Структурада микродарзлар йўқ ва ҳеч қандай газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилмади.

4.Материал Мис Cu99.9, Қалинлиги 40мм бўлган совутгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 523 НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 80-82% карбидлар совутгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типдаги карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган донадорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 7-8 мм. Структурада микродарзлар йўқ ва ҳеч қандай газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилмади.

5. Материал Мис Cu99.9, Қалинлиги 50 мм бўлган совутгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 558 НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 90-92 % карбидлар совутгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типдаги карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган донадорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 10-12мм. Структурада микродарзлар йўқ ва ҳеч қандай газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилмади.

6.Материал Мис Cu99.9, Қалинлиги 60мм бўлган совутгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 520 НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 80-85% карбидлар совутгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типдаги карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган донадорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 10-12мм. Структурада микродарзлар йўқ аммо газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилди.

7.Материал Мис Cu99.9, Қалинлиги 70мм бўлган совутгич қўлланилганда материалнинг қаттиқлиги 503 НВ ни ташкил етди. Структура микроанализ қилинганда 80-85% карбидлар совутгич қўйилган томонга перпендекуляр жойлашди. Қотишма таркибидаги Темир, углерод ва хром структурада ўзаро бирикиб Cr_3C_7 M_7C_3 ва $M_{23}C_6$ типдаги карбидларни ҳосил қилган. Карбидлар 2-3 мкмни ташкил этган донадорлик майда. Таркиб асосан темир карбиди, хром карбидидан ташкил топган. Карбидларнинг тартибланган чуқурлиги 15-18 мм. Структурада микродарзлар пайдо бўлди ва йирик газ пуфаклари ҳосил қилган нуқсонлар кузатилди.

Олиб борилган илмий таҳлиллардан олинган хулоса шу бўлдики, наъмуна геометрик ўлчамлари ўзгартирилмай совутгич қалинлиги оширилганда 40-55 мм қалинликдаги совутгичлар қўлланилганда юқори қаттиқлик ва тартибланган структура кузатилди. Совутгич қалинлиги 70 мм га етганда ва микроанализ қилинганда структурада нуқсонлар кузатилди. Олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, совуш тезлигининг ошиши ва кристалланишнинг тезлашиши олинаётган қўйма таркибидаги газларнинг чиқишига улгармаслигига олиб келади ва бунинг натижасида газ пуфаклари ҳосил бўлишига олиб келади. Совуш тезлигининг ошиши ва ҳажм бўйлаб нотекис тақсимланиши эса микродарзларни юзага келтиради. 45-55 мм совутгичларни қўллаш 20-25 мм қалинликдаги қўйма маҳсулотларни олишда энг самарали натижани кўрсатади.

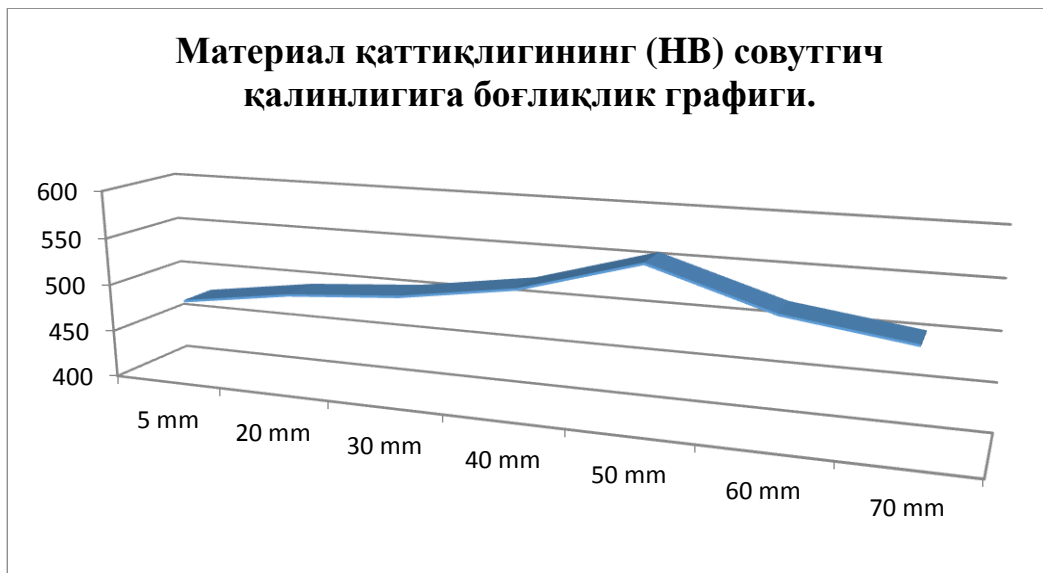
Олиб борилган илмий таҳлиллардан олинган хулоса шу бўлдики, наъмуна геометрик ўлчамлари ўзгартирилмай совутгич қалинлиги оширилганда 40-55 мм қалинликдаги совутгичлар қўлланилганда юқори қаттиқлик ва тартибланган структура кузатилди.

6-жадвалда Мис Cu99.9 материалли совутгичларни қалинлигининг наъмуна қаттиқлигига боғлиқлиги жадвали келтирилган. Бу жадвалда мис материалли совутгичнинг қалинлиги 5-70 мм гача ўзгартирилиб илмий таҳлиллар асосида хулосалар олинган.

6-жадвал.

Мис Cu99.9 материалли совутгич қалинлигининг ва материал қаттиқлигининг боғлиқлик жадвали.

№	Материал	Қалинлиги (мм)	Қаттиқлиги (НВ)
1	Мис Cu99.9	5 мм	479
2	Мис Cu99.9	20 мм	496
3	Мис Cu99.9	30 мм	505
4	Мис Cu99.9	40 мм	523
5	Мис Cu99.9	50 мм	558
6	Мис Cu99.9	60 мм	520
7	Мис Cu99.9	70 мм	503



1.13-расм. Мис Cu99.9 материалли совутгич қалинлигининг ва материал қаттиқлигининг боғлиқлик графиги.

Совутгич қалинлиги 70 мм га етганда ва микроанализ қилинганда структурада нуксонлар кузатилди. Олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, совуш тезлигининг ошиши ва кристалланишнинг тезлашиши олинаётган қуйма таркибидаги газларнинг чиқишига улгармаслигига олиб келади ва бунинг натижасида газ пуфаклари ҳосил бўлишига олиб келади. Совиш тезлигининг ошиши ва ҳажм бўйлаб нотекис тақсимланиши эса микродарзларни юзага келтиради. 45-55 мм совутгичларни қўллаш 20-25 мм қалинликдаги қуйма маҳсулотларни олишда энг самарали натижани кўрсатади.

Диссертациянинг «Индукцион печда ейилишбардош 300X32H2M2ТЛ маркали оқ чўяннинг ейилишбардошлигини ишқаланаётган юзага нисбатан карбидларни перпендекуляр жойлаштириш технологиясининг математик моделини тузиш» деб номланган тўртинчи бобида қуйма маҳсулотимизни қолипга қуйганда совутгич сифатида қўлланилган чўян, алюминий, мис ва бронза материалларини қўллаганда материалнинг қалинлигини ошириб бориш тартибида қотишманинг механик хоссаларини ўзгаришини кузатиш учун жудаям кўплаб тажрибалар ўтказиш керак. Мис Cu99.9 маркали совутгичимизни қўллаб олинган натижалар асосида математик моделлаштиришни амалга оширилган.

Мис Cu99.9 маркали совутгичимизни қўллаб олинган натижалар асосида математик моделлаштиришни амалга оширишимиз учун Лагранжнинг интерполяцион кўпҳадини тузиб чиқишимиз керак бўлади.

$$f(x) = \sum_{k=1}^n \frac{y_k \Psi(x)}{\Psi'(x_k)(x - x_k)}$$

Ишлаб чиқилган математик асосида қум гилли қолипга қуйиб олинадиган қуйма маҳсулотимизнинг геометрик ўлчамларига боғлиқ ҳолда совутгич қалинлигини ошириб механик хоссаларни аниқлаш мумкин. Ушбу математик модел асосида бир қанча тажрибаларни амалга оширмай натижаларни олиш мумкин. Биз ҳар бир совутгични қўллаганда ўртача қиймани ҳисоблаб чиқиш учун олинадиган намуналар, уларга механик ишлов бериш, сеҳаник хоссаларини аниқлаш жуда кўп вақт ва билим талаб қилади. Ишлаб чиқилган математик модел бу ноқулайликларнинг олдини олади. Биз бу моделни материалларнинг бошқа хоссалари масалан кимёвий механик ва теплофизик хоссаларига боғлиқ ҳолда ҳам ишлаб чиқишимиз мумкин.

Индукцион печда ейилишбардош 300X32H2M2ТЛ маркали оқ чўяннинг уйилишбардошлигини совутгичларни қўллаб ишқаланаётган юзага нисбатан карбидларни перпендекуляр жойлаштириш технологиясининг математик моделини ишлаб чиқилди.

Совутгич сифатида қўлланилаётган материалнинг совутгич қалинлигига боғлиқлигининг математик модели мис Cu99.9 учун 14 та параметр орқали ишлаб чиқилди.

Совутгич сифатида қўлланилаётган материалнинг совутгич қалинлигига боғлиқлигининг математик модели чўян учун 6 та параметр орқали ишлаб чиқилди.

Совутгич сифатида қўлланилаётган материалнинг совутгич қалинлигига боғлиқлигининг математик модели алюминий учун 6 та параметр орқали ишлаб чиқилди.

ХУЛОСА

1. Оқ чўян билан қолипнинг иссиқлик алмашинув интенсивлигининг қолип девор қалинлигига боғлиқлик динамикаси асосида оқ чўяндаги карбидларнинг йўналтирилган кристалланишини таъминлайдиган технологияси ишлаб чиқилган. Бу оқ чўянлардан қуйма маҳсулотлар олишда ейилишбардош юза ҳосил қилиш учун хизмат қилади.

2. Оқ чўян роторини айланишидаги балансини таъминлайдиган технология марказдан қочма кучнинг ротор массасига айланиш тезлигининг боғлиқлик графиги асосида ишлаб чиқилган. Бу дробилка роторларини қўллашда уларнинг хизмат муддатини ошириш имконини беради.

3. Модификаторларни қолип ичида қўллаш асосида оқ чўяннинг ейилишбардошлигини ошириш учун модификациялаш технологияси ишлаб чиқилган. Бу оқ чўянлардан қолип ёрдамида қуйма маҳсулотлар ишлаб чиқишда модификаторлардан самарали фойдаланиш имконини беради.

4. Материалнинг теплофизик хоссалари асосида совутгичнинг тури ва геометрик ўлчамлари билан қолипдаги қуйманинг хажми орасидаги иссиқлик алмашинувини таъминлайдиган технология ишлаб чиқилган. Бу оқ чўяндан қуйма маҳсулотлар олишда қўлланиладиган совутгичнинг тури ва ўлчамларини танлаш учун хизмат қилади.

5. Оқ чўян карбидларининг ишчи юзага нисбатан перпендикуляр жойлашишини таъминлаш учун қолип ичидаги кристалланиш жараёнини йўналтириш технологияси қўйма билан қолип ўртасидаги ҳарорат градиенти ўзгариш қонунияти асосида ишлаб чиқилган. Бу оқ чўяндан қўйма маҳсулотлар олишда қўйма ва қолип ўлчамларининг нисбатини аниқлаш учун хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04. ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕТНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ЗОКИРОВ РУСЛАН САМАДОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ
БЕЛОГО ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА МАРКИ 300Х32Н2М2ТЛ ЗА
СЧЕТ РАСПОЛОЖЕНИЯ КАРБИДОВ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО
К ИЗНАШИВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

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

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2021.4.PhD/T1129

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб – странице Научного совета по адресу (www.tdtu.uz) и информационно – образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	Тураходжаев Нодир Джахонгирович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Абдуллаев Фатхулла садуллаевич доктор технических наук, профессор Самадов Алишер Усманович доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «29» декабрь 2021 г. в 14⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.03.04 Ташкентского государственном технического университете и Национальном университете Узбекистана . (Адрес: 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер 236). (Адрес: 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 227-10-32.

Автореферат диссертации разослан «17» декабрь 2021 года.

(протокол реестра № 133 от «17» декабрь 2021 года).

К.А.Каримов

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

Ш.Б.Ташбулатов

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор философии по техническим
наукам, (PhD)

Н.С.Дуняшин

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации.

Одна из важных задач современной мировой промышленности - повышение экономической эффективности за счет повышения прочности отливок, полученных методом литья, улучшения их механических и эксплуатационных свойств. По всему миру, в том числе и у нас, в этой сфере ведутся очень масштабные и целенаправленные исследования. Анализ структуры сплава с учетом условий эксплуатации белого износостойкого чугуна, расчет и разработка состава сплава с использованием современного программного обеспечения; изучить влияние расположения карбидов в сплаве на трение расположенных перпендикулярно, параллельно и под углом к поверхности трения; оптимизация процессов литья белого чугуна очень важны.

Во всем мире проводятся научные исследования по повышению прочности и износостойкости рабочих поверхностей машиностроительных деталей из чугуна. В связи с этим проводятся целенаправленные исследования, включающие регулирование направления роста карбидов на основе контроля формирования структуры кристаллизующегося слитка в кристаллизаторе, устранению дефектов при переходе от тонкостенных к толстостенным сложным отливкам из белого чугуна, особое внимание уделяется созданию технологий, обеспечивающих экономию энергии и ресурсов за счет разработки режимов, снижающих сгорание составляющих при производстве изделий из износостойкого белого чугуна.

После обретения независимости в Узбекистане проводится большая работа по развитию литейного производства, выпуску литейных изделий из белого износостойкого чугуна, и достигнуты определенные результаты. В связи с этим дальнейшая оптимизация технологии литья чугуна, повышение качества литейных деталей, развитие этих производств на основе современного применения новых технологий изготовления, включая разработку и внедрение норм оптимального состава сплавов и термическую обработку.

Данное диссертация также служит для реализации поставленных задач, таких как: Указы Президента Республики Узбекистан от 7 июля 2017 г. № ПП-3117 « О мерах по дальнейшему развитию научно-технической базы в сфере сельскохозяйственного машиностроения», от 4 января 2018 г. № ПП-3459 «Дополнительные меры по дальнейшему повышению уровня техники в сельском хозяйстве», от 10 мая 2018 года № ПП-3712 «О мерах по дальнейшему совершенствованию механизмов своевременного оснащения сельского хозяйства сельскохозяйственной техникой» и от 27 апреля 2018 года № ПП-3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов», а также других нормативно-правовых документов в этой области.

Соответствие исследования приоритетам развития науки и технологий республики. Это исследование реализуется по приоритетному направлению «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Американские ученые Цзе Ван, Дэвид К., Ван Акен, ЦзинцзинЦин, Томас Дж. Яняк, Томас Э. Клементс, МинчжиСюй в своих исследованиях по разработке технологии улучшения термических и пластических свойств абразивного белого износостойкого чугуна с графитом износостойкость была улучшена в результате добавления графита.

Японские и Тайские ученые Jatupon Oparaiboon (Tailand), Prasonk Sricharoenchai (Tailand) Sudsakorn Inthidech(Tailand) Yasuhiro Matsubara (Yaroniya) работали над повышением износостойкости абразивного износостойкого высоколегированного белого чугуна, изменив его строение углерода термической обработкой

Китайские ученые Х. Жиа, К. Хао, Х. Зуо, Н. Чен, Й. Ронг разработали новый процесс для обеспечения максимальной твердости и прочности белого чугуна. Чтобы повысить износостойкость шлифовальных шаров из белого чугуна, в новом процессе после закалки получения желаемой микроструктуры путем многоциклового термообработки была

Канадские и австралийские ученые Х. Н. Tang, Lei Li, В. Hinckley К, Dolman, L Parent, D. Y. Li проводили исследование механических свойств поверхности и влияния на пластичность первичных карбидов сердечника-оболочки в высокохромистом высокопрочном белом чугуне.

Исследования механических свойств поверхности и влияния на пластичность первичных карбидов ядерной оболочки в высокохромистом ковком белом чугуне увеличили содержание углерода с 1% до 6% в ковком белом чугуне, содержащем 45% хрома, были изучены структура и механические свойства карбидов.

Российские и Украинские ученые Фирсова Н.В. и Крылова С.Е. проводили исследование по теме влияние термической обработки на структуру белого износостойкого чугуна.

Узбекские ученые А.А.Мухаммедов, Б.Қ.Тилабов, Ф.Р.Норхўжаев, С.Д.Нурмуродов, З.Дўстмуродов и другие провели ряд исследований по повышению износостойкости белых чугунов и сталей.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими планами производственного предприятия, на котором выполнена диссертация..

Исследование диссертации была проделана в Ташкентском государственном техническом университете на основе хозяйственного договора от 26 октября № 2/2020 МиМ между Ташкентским государственным техническим университетом и НГМК на НМЗ была проведена работа по этой теме «Разработка технологии повышения износостойкости белого износостойкого чугуна марки 300X32H2M2ТЛ за счет расположения карбидов перпендикулярно к изнашиваемой поверхности»(2020 – 2021 гг.).

Цель исследования. Разработать технологию повышения износостойкости белого износостойкого чугуна марки 300X32H2M2ТЛ за счет расположения карбидов перпендикулярно к изнашиваемой поверхности.

Задачи исследования: Разработка технологии охлаждения, основанной на использовании холодильника, обеспечивающей направленную кристаллизацию износостойкого белого чугуна внутри кристаллизатора;

Обеспечение размещения карбидов перпендикулярно поверхности трения на основе применения разработанной технологии;

Научный анализ для определения степени зависимости материала и толщины охлаждаемого материала от механических свойств получаемого литого изделия;

Создание математической модели разработанной технологии;

Определение экономической эффективности разработанной технологии.

Объектом исследования служил белый износостойкий чугун марки 300X32H2M2ТЛ, а также полученный из него дробилка ротора СЕМСО.

Предмет исследования. В зависимости от состава износостойкого белого чугуна формируют износостойкий белый чугун путем изменения структуры и эксплуатационных свойств, формирования конструкции деталей из износостойкого белого чугуна, размещения карбидов перпендикулярно поверхности трения с использованием холодильников в литейной технике.

Методы исследования. Для изучения состава химического элемента и структуру сплава их механических свойств, использованы микроскопы рентгенографический анализатор, хроматограф типа Metrohm 850 Professional IC, прибор ТБ 5004, микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1, металлографический микроскоп МЕТАМ ПБ-23, станок НЕРИС для продольной и параллельной шлифовки и полировки, отико-эмиссионный сканер SPECTROMAXx, электронный сканирующий микроскоп (SEM-EDX) марки Carl Zeiss EVO MA 10/AztecEnergyAdvanced X-Act.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

На основе динамики зависимости скорости теплообмена кристаллизатора с белым чугуном от толщины стенки кристаллизатора разработана технология направленной кристаллизации карбидов в белом чугуне;

Технология, обеспечивающая баланс вращения ротора из белого чугуна, основана на графике зависимости скорости вращения центробежной силы от массы ротора;

Основанная на использовании модификаторов в форме, была разработана технология модификации для повышения износостойкого белого чугуна.

На основе теплофизических свойств материала была разработана технология, обеспечивающая теплообмен между типом и геометрическими размерами холодильника и объемом отливки;

На основе закона изменения температурного градиента между отливкой и кристаллизатором была разработана технология направленной

кристаллизации внутри кристаллизатора таким образом, чтобы карбиды белого чугуна располагались перпендикулярно рабочей поверхности.

Практические результаты исследования заключаются в следующем.:

Разработана технология увеличения срока службы изделия за счет увеличения износостойкости рабочих поверхностей из отливок белого чугуна марки 300X32H2M2TЛ;

На основе использования специального холодильника разработана и внедрена в производство технология охлаждения, обеспечивающая направленную кристаллизацию белого чугуна внутри кристаллизатора.

Достоверность результатов исследования.

В диссертационное исследование включены современные методы и оборудование, в частности, результаты металлографии и рентгеноструктурного анализа, элементный анализ, значения макротвердости и микротвердости, термической обработки, результаты испытаний на коррозионную стойкость самого современного оборудования Ташкентского государственного технического университета, Национального университета Узбекистана и НГМК НМЗ на основе сравнения с экспериментальными данными и внедрения его в производство с реальной экономической выгодой.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований объясняется теплофизическими параметрами используемого материала хладагента под формой, применением чугуна, алюминия АК9, бронзы БРО5Ц5С5, медных пластинчатых охладителей Cu99.9 для обеспечения упорядоченной структуры на поверхности трения.

Применение медных пластинчатых охладителей Cu99.9 в песчано-глинистую форму при производстве износостойких белых чугунов марки 300X32H2M2TЛ обеспечивает одностороннее размещение карбидов.

В связи с этим геометрические размеры медно Cu99.9 пластинчатых холодильников различной толщины были применены в измененном состоянии под замком, механические и структурные свойства с повышенной толщиной холодильника улучшились, а после определенного количества механических свойств образовались дефекты в структуре. При увеличении толщины холодильника без изменения геометрических размеров наймуна при применении холодильников толщиной 40-55 мм наблюдается высокая жесткость и упорядоченная структура.

Внедрение результатов исследования.

На основании научных результатов, полученных при разработке технологии повышения износостойкости белого чугуна 300X32H2M2TЛ за счет перпендикулярной ориентации карбидов к поверхности трения:

«Ротор» был внедрен на Навоийском горно-металлургическом комбинате Навоийского машиностроительного завода (справка № 02-06-07/9277 от 27 сентября 2021года). В результате в процессе производства была внедрена технология, обеспечивающая баланс вращения ротора путем заливки жидкого сплава из износостойкого белого чугуна марки

300X32H2M2ТЛ в литейную форму. Применение разработанной технологии позволило увеличить срок службы ротора со 130 до 183 часов.

На Навоийском горно-металлургическом комбинате Навоийского машиностроительного завода (справка № 02-06-07/9277 от 27 сентября 2021года) была внедрена технология охлаждения, основанная на использовании специального охладителя, обеспечивающего направленную кристаллизацию износостойкого белого чугуна внутри кристаллизатора. В результате разработанная технология позволила обеспечить 90-92% карбидов перпендикулярно поверхности трения;

На Навоийском горно-металлургическом комбинате Навоийского машиностроительного завода (справка № 02-06-07/9277 от 27 сентября 2021года) на основе использования модификаторов внедрена технология модификации для повышения износостойкости белого чугуна. Применение разработанной технологии позволило повысить износостойкость литого изделия на 8-10%..

Апробация результатов исследования. 6 результатов исследований диссертаций, из них 4 международных и 2 Республиканский научно-технических конференций были обсуждены.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ. 9 научных статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК РУз для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, из них 4 Республиканских журналах и 5 журналах с высоким импакт фактором (1 в базе журнала Scopus). По результатам научной работы участвовал в 6 научно-практических конференциях, в том числе в 4 международных научно-практических конференциях, опубликовал 6 тезисов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 120 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИSSERTАЦИИ

Вводная часть основана на глобальной актуальности и необходимости исследования, описываются цель и задачи исследования, описываются объект и предмет, соответствие приоритетам Республики развития науки и технологий, научной новизне и актуальным результатам исследований, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, введение результатов исследования, анонсы материалов исследования, информация о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации названной **«Разработка технологии повышения износостойкости белого износостойкого чугуна марки 300X32H2M2ТЛ за счет расположения карбидов перпендикулярно к изнашиваемой поверхности»** представлены методы повышения износостойкости белого чугуна термической обработкой, повышения

износостойкости белого чугуна воздействием карбидов, применение белого чугуна 300X32H2M2TЛ в промышленности и анализ технологии его плавки.

Анализ материалов, опубликованных в последние годы в области литья, показывает, что многие исследования направлены на оптимизации элементов термообработки и состава сплава и получении литейных изделий литьём в кокиль.

С точки зрения предмета данной работы особое внимание уделяется работам, связанным с повышением износостойкости после использования холодильников под формой. Рассмотрели, что перпендикулярная расположение структуры износостойкого белого чугуна без изменения его химического состава, обеспечивает износостойкость изделий из белого чугуна марки 300X32H2M2TЛ.

Во второй главе диссертации «Выбор объекта исследования и разработка методов исследования», приведена информация о подготовке образцов белого чугуна 300X32H2M2TЛ для исследования, анализ микроструктуры белого чугуна 300X32H2M2TЛ электронной микроскопией.

Анализ роторов с истекшим сроком годности показывает, что на них в основном наблюдались абразивные рельефы, и только в основании ротора образовывался рельеф в виде раковины.

С целью изучения структуры и механических свойств (твердости, ударной вязкости и сопротивления изгибу) исходных образцов для исследований в литейном цехе НМЗ НГМК из индукционной печи ИСТ-2,5 заливали белый чугун 300X32H2M2TЛ в песчано-глинистые формы.

Полученное литое изделие после очистки для анализа были использованы СРЕКТРОЛАВ-10М, Рентгеновский анализатор аттестованного химического метода и спектральная модель при исследовании его механических свойств, прибор ТБ 5004, микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1, металлографический микроскоп МЕТАМ ПБ-23, станок НЕРИС для продольной и параллельной шлифовки и полировки, отико-эмиссионный сканер СРЕКТРОМАХх, электронный сканирующий микроскоп (SEM-EDX) марки Carl Zeiss EVO MA 10/AztecEnergyAdvanced X-Act.

Испытание на износостойкость было выполнено на образцах белого чугуна 300X32H2M2TЛ в условиях НМЗ с использованием шлифовального круга.

В третьей главе диссертации «**Разработка технологии повышения износостойкости белого износостойкого чугуна марки 300X32H2M2TЛ за счет расположения карбидов перпендикулярно к изнашиваемой поверхности**» приведено влияние применения холодильников из различных материалов под форму на направление карбидов в отливке из износостойкого белого чугуна марки 300X32H2M2TЛ и технология нанесения холодильника из медного материала Cu99.9 для литья роторов из износостойкого белого чугуна марки 300X32H2M2TЛ.

Для повышения износостойкого белого чугуна марки 300X32H2M2TЛ за счет размещения карбидов перпендикулярно поверхности трения пластина

из медного материала показала лучший результат, когда мы провели научный анализ с использованием холодильников из нескольких типов материалов. Основываясь на этих результатах, роторы были отлиты на 3м этапе, предпочитая использовать пластинчатый холодильник из меди толщиной 50 мм.

После изучения научно-исследовательских работ мировых ученых о повышении износостойкости белого чугуна марки 300X32H2M2TL за счет перпендикулярного размещения карбидов на поверхности трения, было разработано 3 предложения и в цехе плавки цветных сплавов НМЗ Навоийского горно-металлургического комбината на основе предложении в первой лабораторной под номером плавки 1393:

1. 3 образца отлиты в условиях НМЗ без холодильника.
2. 3 образца из чугуна толщиной 50мм с хололдильником .
3. образцы отлиты с 5-миллиметровым медным холодильником в основании и рекомендованы к производству..

Еще 3 образца по результатам Эксперимента 1 были изучены и проанализированы:

- 1-алюминий АК9 холодильник толщиной 50мм
- 2-медь Cu 99.9 холодильник толщиной 50мм
- 3-бронза БР05Ц5С5 холодильник толщиной 50мм

Температура заливки 1400-1425°C чугун марки 300X32H2M2TL.
Температура воздуха 21°C Влажность 55%

Для координации количества хрома, содержащегося в сплаве, вводятся Б65 (воск) и литейный чугун (чушковый чугун). В печь включаются Б65 и литейный чугун (чушковый чугун), а также феррохром, ферромolibден, плавят и заливают в песчано-глинистую форму. Первый литейный образец для сравнения заливают традиционным методом в песчано-глинистую форму. После отделения отливки от литейной формы в основной лаборатории НМЗ определяют твердость, химический состав и микроструктуру отлитых плит, состоящих из 5 частей. Разработанная шихта плавилась на печи ИСТ-2,5, был взят образец, и химический сотав сплава был получен на оборудовании “СПЕКТРОЛАБ-10М”.

Таблица 1.

1-Образец. Химический состав первого литого образца, отлитого в песчано-глинистую форму традиционным способом..

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	B
2.86	0.87	0.48	0.060	0.033	31.02	0.20	1.72	0.33	0.01

4. Когда температура сплава достигла 1425 °C, после выдержки при этой температуре в течение некоторого времени жидкий сплав отделили от шлака и залили в песчано-глинистую форму.
5. После охлаждения в литейной форме песчано-глинистая форма была очищена и передана на механическую обработку.
6. Определено что микроструктура образца равномерно распределенная дендритная структура и твердость HB 474, 474, 415.

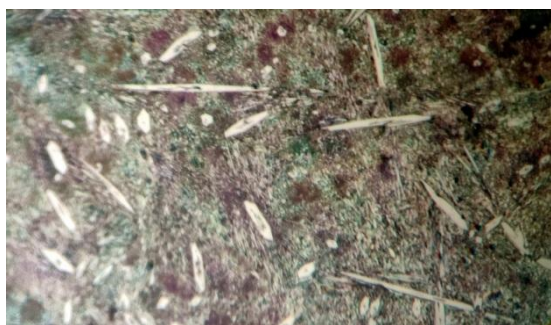


Рис.1.1 Микроструктура первого литого образца, отлитого в песчано-глинистую форму традиционным способом.

Под второй литейной формой в качестве охладителя помещается чугунная плита толщиной 50 мм. После отделения от литейной формы в основной лаборатории НМЗ определяют твердость, химический состав и микроструктуру отливок, состоящих из 5 частей..

Результаты 2 образца:

Разработанная шихта плавилась на печи ИСТ-2,5, был взят образец, и химический состав сплава был получен на оборудовании “СПЕКТРОЛАБ-10М”.

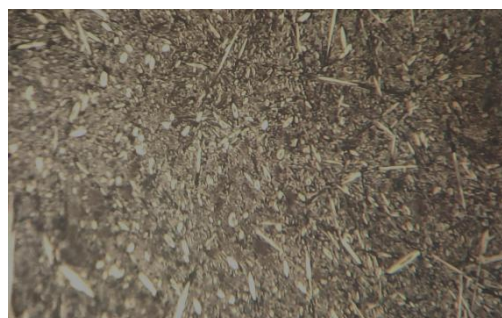
Таблица 2

2-образец. Химический состав отливки при использовании чугунного холодильника.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	B
2.83	0.85	0.47	0.056	0.030	31.26	0.20	1.71	0.33	0.01

Когда температура сплава достигла 1425 ° С, после выдержки при этой температуре в течение некоторого времени жидкий сплав отделили от шлака и залили в песчано-глинистую форму. После охлаждения в литейной форме песчано-глинистая форма была очищена и передана на механическую обработку. Определено что микроструктура образца равномерно распределенная дендритная структура и твердость НВ НВ 485, 485 447. Медная пластина толщиной 5 мм размещается в качестве холодильника под третьей литейной формой.

Рис.1.2 В микроструктуре, когда пластина из чугуна толщиной 50 мм размещается в качестве охладителя под кристаллизатором, карбиды располагаются перпендикулярно той стороне, где установлен холодильник.



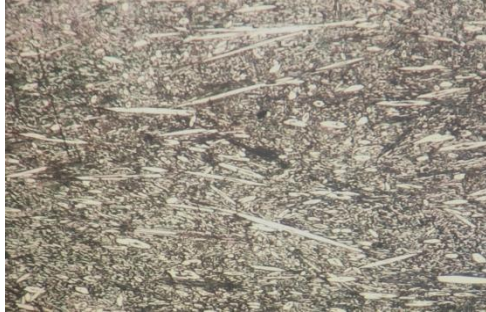


Рис.1.3. Карбиды в микроструктуре с чугуной пластиной толщиной 50 мм в качестве холодильника под формой.

Результат 3 образца:

1. Разработанная шихта плавилась на печи ИСТ-2,5, был взят образец, и химический состав сплава был получен на оборудовании “СПЕКТРОЛАБ-10М”.

Таблица 3

3-Образец. Химический состав отливки при использовании медного холодильника.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	B
2.86	0.84	0.47	0.054	0.029	31.28	0.20	1.70	0.33	0.01

2. Когда температура сплава достигла 1425 ° С, после выдержки при этой температуре в течение некоторого времени жидкий сплав отделили от шлака и залили в песчано-глинистую форму.

3. После охлаждения в литейной форме песчано-глинистая форма была очищена и передана на механическую обработку.

7. Определено что микроструктура образца равномерно распределенная дендритная структура и твердость HB 478, 479, 436 .

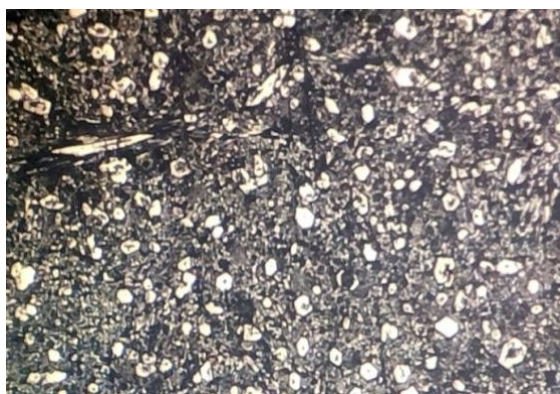


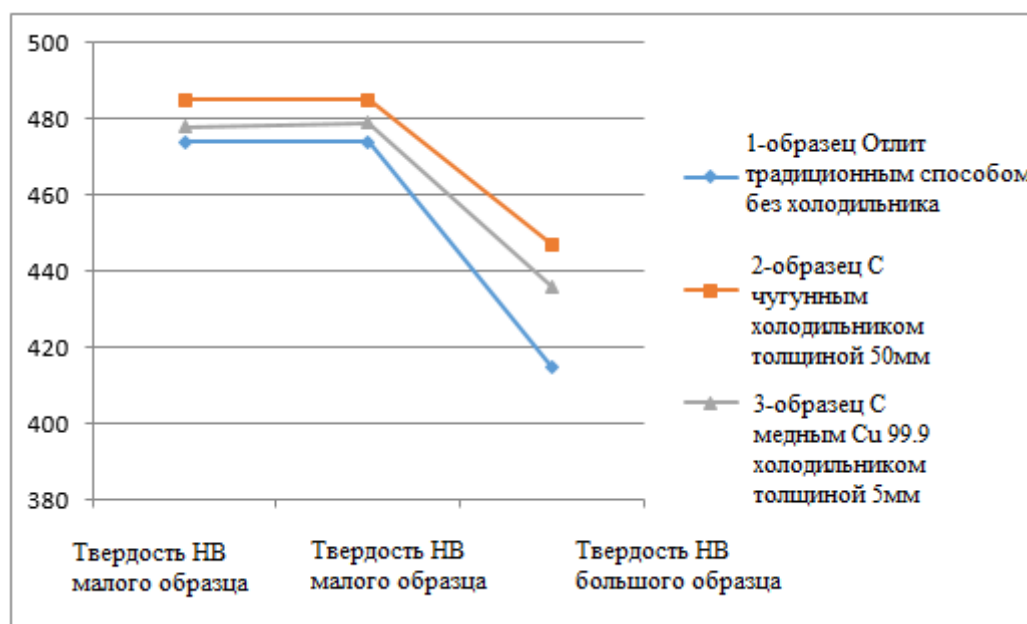
Рис.1.4. В микроструктуре, где медная пластина толщиной 5 мм была помещена в качестве холодильника под форму, было обнаружено, что определенное количество карбидов перпендикулярно стороне, на которую был помещен холодильник, и наблюдалась мелкозернистая структура.

По результатам научных исследований на основе проекта были внесены предложения по повышению износостойкости сплава марки 300Х32Н2М2ТЛ для литья за счет перпендикулярного размещения карбидов на поверхности трения и получены результаты.

Таблица 4

№	Наименование параметра	Значение параметров		
		1-образец	2- образец	3- образец
1	Твердость HB малого	474	485	478

	образца	474	485	479
2	Твердость НВ большого образца	415	447	436



Полученные результаты:

1- Залили и исследовали 3 образца в условиях НМЗ в печи ИСТ-2,5 без холодильника, которую разливают в обычных условиях. В результате на поверхности микроструктуры образца наблюдалась неравномерно распределенная дендритная структура, а также для определения твердости образца была методика МН-ГОСТ 9012-59. На испытательных оборудованьях и приборах ТБ 5004, Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 была определена твердость равная НВ 474, 474, 415.

2- 3 образец в условиях НМЗ на печи ИСТ-2.5 3 образца залили и изучили с холодильником с толщиной 50мм. В структуре наблюдалась упорядоченная равномерно нераспределенная дендритная структура. На испытательных оборудованьях и приборах ТБ 5004, Микроскоп МПБ-3, штангенциркуль ШЦ-1 была определена твердость равная НВ 485, 485, 447.

3- 3 образец в условиях НМЗ в печи ИСТ-2.5 отлили и изучили 3 образца в основе 5мм медным холодильником. В микроструктуре, когда медная пластина толщиной 5 мм помещается в качестве охладителя под форму, карбиды в определенной степени размещаются вертикально на той стороне, где установлен холодильник и обнаружена малая зернистая структура а также для определения твердости образца была методика МН-ГОСТ 9012-59. На испытательных оборудованьях и приборах ТБ 5004, Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 была определена твердость равная НВ 478, 479, 436.

Второе предложение:

- Первые 3 образца с холодильником на основе алюминия АК9 толщиной 50 мм для плавки экспериментального сплава.

5. Вторые 3 образца, с холодильником с толщиной основания 50 мм из меди Cu 99.9, для плавки экспериментального сплава.
6. Третьи 3 образца с холодильником на основе бронзы БРО5Ц5С5 толщиной 50 мм были отлиты из следующих химических образцов для плавки экспериментального сплава..



Рис.1.5. 3 холодильника: с холодильником толщиной 50 мм Алюминий АК9, с холодильником толщиной 50 мм Медь Cu 99.9, с холодильником толщиной 50 мм Бронза БРО5Ц5С5.



Рис.1.6 Карбиды размещаются перпендикулярно стороне холодильника в микроструктуре, когда алюминиевая пластина АК9 толщиной 50 мм помещается под форму в качестве холодильника..

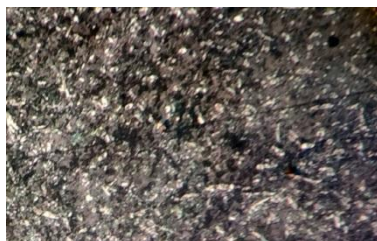


Рис.1.7. Структура карбидов в микроструктуре алюминиевой пластины АК9 толщиной 50 мм в качестве охладителя под форму со стороны холодильника.



Рис.1.8. В микроструктуре, где медная пластина Cu 99.9 толщиной 50 мм размещена в качестве охладителя под кристаллизатором, карбиды расположены перпендикулярно стороне, на которой установлен холодильник..

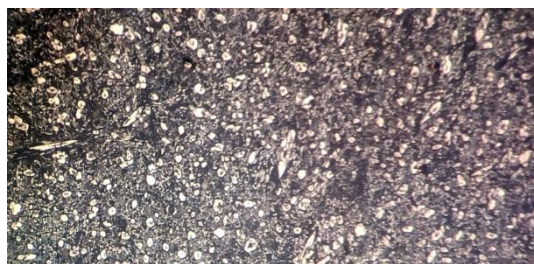


Рис.1.9. Структура карбидов в микроструктуре толщиной 50 мм холодильник из медной пластины Cu 99.9 под кристаллизатором при взгляде со стороны холодильника

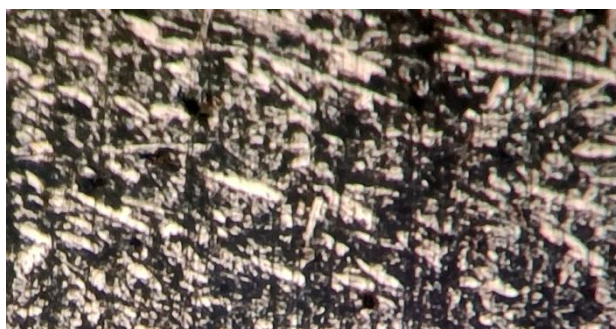


Рис.1.10. В микроструктуре бронзовой пластины БРО5Ц5С5 толщиной 50 мм в качестве охладителя под формой карбиды размещены перпендикулярно стороне холодильника.

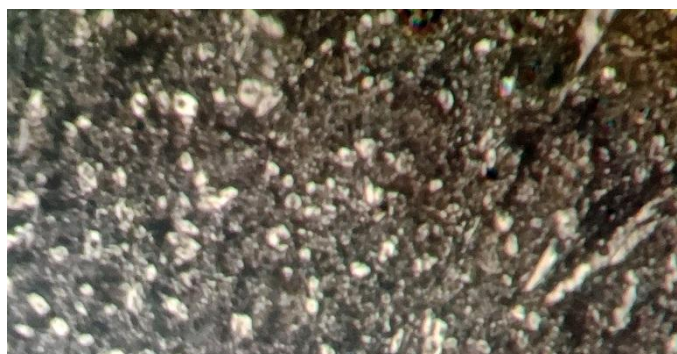


Рис.1.11. Структура карбидов в микроструктуре бронзовой пластины БРО5Ц5С5 толщиной 50 мм как охладителя под кристаллизатором при взгляде со стороны охладителя.

Таблица 5.

№	Наименование параметров	Значение параметров		
		1-образец Алюминий АК9	2-образец Медь Cu 99.9	3-образец Бронза БРО5Ц5С5
1	Твердость НВ	514	555	555
2	Твердость НВ	516	558	552
3	Твердость НВ	514	553	556

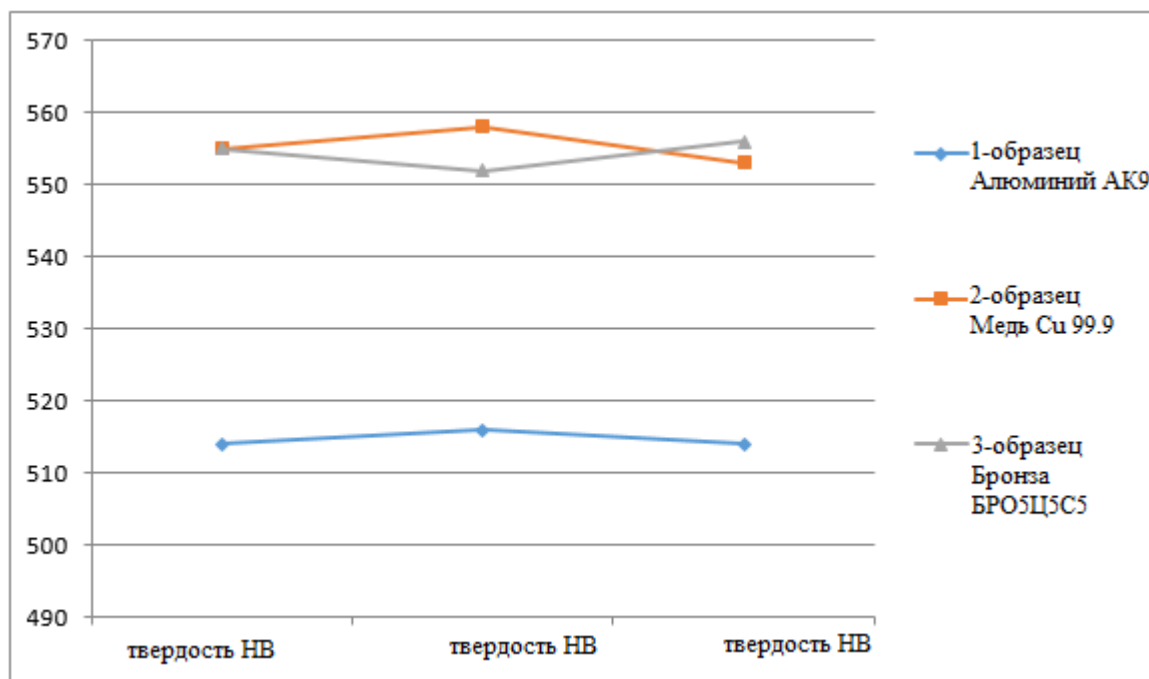


Рис.1.12 Твёрдость при использовании холодильника толщиной 50 мм Алюминий АК9, холодильника толщиной 50 мм Медь Cu 99.9 и холодильника толщиной 50 мм Бронза марки БРО5Ц5С5.

Полученные результаты:

1. Залили и исследовали 3 образца в печи ИСТ-2,5 в условиях НМЗ на основе 3 образцов с алюминиевым охладителем АК9 толщиной 50 мм. В микроструктуре, где алюминиевый охладитель АК9 толщиной 50 мм размещен в качестве охладителя под формой, карбиды расположены вертикально на той стороне, где установлен охладитель, около 90% карбидов. На испытательных оборудовании и приборах ТБ 5004, Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 была определена твердость равная НВ 555, 558, 553.

2. Залили и исследовали 3 образца в печи ИСТ-2,5 в условиях НМЗ на основе 3 образцов с медным охладителем Cu 99.9 толщиной 50 мм. В микроструктуре, где пластина из медного холодильника Cu 99.9 толщиной 50 мм была помещена в форму, карбиды были вертикальными и мелкозернистыми, примерно 90-92% карбидов на стороне хладагента. На испытательных оборудовании и приборах ТБ 5004, Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 была определена твердость равная НВ 555, 558, 553.

3. 3 образца были отлиты и исследованы в печи ИСТ-2,5 в условиях НМЗ на основе 3 образцов с бронзовым охладителем БРО5Ц5С5 толщиной 50 мм. В микроструктуре 3-го бронзового холодильника БРО5Ц5С5 с толщиной пластины 50 мм в качестве охладителя под кристаллизатором наблюдалась вертикальная и мелкозернистая структура карбидов, около 85-90% карбидов размещалось на стороне холодильника. На испытательных оборудовании и приборах ТБ 5004, Микроскоп МПБ-3, штангенциркул ШЦ-1 была определена твердость равная НВ 555, 552, 556.

На основании научных исследований, использование медных пластинчатых охладителей Cu99.9 дало наивысшую эффективность. Поэтому для испытаний образцов использовались медные пластинчатые охладители Cu99.9 разной толщины. В данном случае исследования проводились под формой, в котором меняли геометрические размеры пластинчатых медных охладителей и отбирали литые образцы. Механические свойства и структура каждого образца были научно оценены и подробно проанализированы. Результаты показывают, что по мере увеличения толщины холодильника механические и структурные свойства улучшаются, а после определенного количества механические свойства снижаются и начинают появляться структурные дефекты.

1. Материал Медь Cu99.9, при использовании охладителя толщиной 5 мм твердость материала НВ 479. При микроанализе структуры 70–75% карбидов располагались перпендикулярно той стороне, на которой размещался холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 3-4 мм. В структуре отсутствуют микротрещины и дефекты, образованные какие-либо пузырьки газа, не наблюдались.

2. Материал Медь Cu99.9, твердость материала составила НВ 496 при использовании холодильника толщиной 20 мм. При микроанализе структуры 75–78% карбидов располагались перпендикулярно той стороне, на которой размещался холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 4-5 мм. В структуре отсутствуют микротрещины и дефекты, образованные какие-либо пузырьки газа, не наблюдались.

3. Материал Медь Cu99.9, твердость материала составляла НВ 505 при использовании холодильника толщиной 30 мм. При микроанализе структуры 78–80% карбидов располагались перпендикулярно той стороне, на которую был помещен холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 5-6 мм. В структуре отсутствуют микротрещины и дефекты, образованные какие-либо пузырьки газа, не наблюдались.

4. Материал Медь Cu99.9. Твердость материала составила НВ 523 при использовании холодильника толщиной 40 мм. При микроанализе структуры 80–82% карбидов располагались перпендикулярно той стороне, на которую был помещен холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 7-8 мм. В структуре отсутствуют

микротрещины и дефекты, образованные какие-либо пузырьки газа, не наблюдались.

5. Материал Медь Cu99.9. Твердость материала составила HB 558 при использовании холодильника толщиной 50 мм. При микроанализе структуры 90-92% карбидов были размещены перпендикулярно стороне, на которую был помещен холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 10-12 мм. В структуре отсутствуют микротрещины и дефекты, образованные какие-либо пузырьки газа, не наблюдались.

6. Материал Медь Cu99.9, твердость материала составляла HB 520 при использовании холодильника толщиной 60 мм. При микроанализе структуры 80–85% карбидов располагались перпендикулярно той стороне, на которую был помещен холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 10-12 мм. В структуре отсутствуют микротрещины, но образовались пузырьки газа.

7. Материал Медь Cu99.9, твердость материала составляла HB 503 при использовании холодильника толщиной 70 мм. При микроанализе структуры 80–85% карбидов располагались перпендикулярно той стороне, на которую был помещен холодильник. Железо, углерод и хром в сплаве объединяются с образованием карбидов типа Cr_3C_7 M_7C_3 и $M_{23}C_6$. Карбиды мелкозернистые, 2-3 мкм. В состав в основном входят карбид железа, карбид хрома. Глубина сортировки карбидов 15-18 мм. В структуре появились микротрещины, и образовались газовые пузырьки газа.

На основе научного анализа был сделан вывод о том, что высокая жесткость и упорядоченная структура наблюдались при использовании холодильников толщиной 40–55 мм при увеличении толщины образца без изменения геометрических размеров образца. Структурные дефекты наблюдались при микроанализе при толщине холодильника 70 мм. Исследования показали, что увеличение скорости охлаждения и ускорение кристаллизации приводят к невозможности выделения газов в полученную отливку, что приводит к образованию пузырьков газа. Увеличение скорости охлаждения и неравномерное распределение по объему создают микротрещины. Использование охладителей 45-55 мм показывает наиболее эффективный результат при получении литых изделий толщиной 20-25 мм.

На основании научного анализа был сделан вывод, что при увеличении толщины холодильника без изменения геометрических размеров образца высокая жесткость и упорядоченная структура наблюдались при использовании холодильника толщиной 40-55 мм.

В таблице 6 представлена таблица зависимости толщины холодильника из медного материала Cu99.9 от твердости образца. В этой таблице толщина охладителя из медного материала была изменена до 5-70

мм, и выводы были сделаны на основе научного анализа.

Таблица 6.

Таблица соответствия толщины медного Cu99.9 холодильника и твердости материала меди.

№	Материал	Толщина (мм)	Твердость (НВ)
1	Медь Cu99.9	5 мм	479
2	Медь Cu99.9	20 мм	496
3	Медь Cu99.9	30 мм	505
4	Медь Cu99.9	40 мм	523
5	Медь Cu99.9	50 мм	558
6	Медь Cu99.9	60 мм	520
7	Медь Cu99.9	70 мм	503

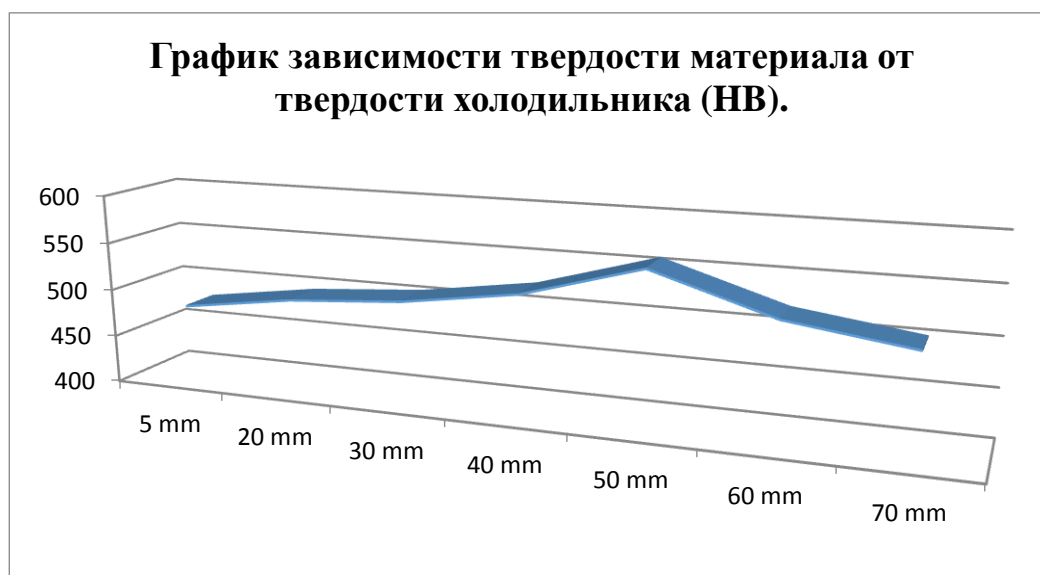


Рис.1.13. График зависимости между толщиной холодильника Cu99.9 и твердостью материала.

Структурные дефекты наблюдались при микроанализе при толщине холодильника 70 мм. Исследования показали, что увеличение скорости охлаждения и ускорение кристаллизации приводят к тому, что газы в полученной отливке не улетучиваются, что приводит к образованию пузырьков газа. Увеличение скорости охлаждения и неравномерное распределение по объему создают микротрещины. Использование холодильников 45-55 мм показывает наиболее эффективный результат при получении литых изделий толщиной 20-25 мм.

В четвертой главе диссертации «Разработка математической модели технологии перпендикулярного размещения карбидов относительно поверхности трения белого чугуна марки 300X32H2M2ТЛ в индукционной печи» требуется много экспериментов, чтобы наблюдать за

изменением механических свойств сплава в порядке увеличения толщины материала при использовании чугуна, алюминия, меди и бронзы, используемых в качестве холодильника при отливке нашего изделия. Математическое моделирование проводилось на основе результатов, полученных с использованием нашего медного холодильника Cu99.9..

Чтобы выполнить математическое моделирование нашего холодильника Cu99.9 на основе полученных результатов, нам потребуется построить полином интерполяции Лагранжа.

$$f(x) = \sum_{k=1}^n \frac{y_k \Psi(x)}{\Psi'(x_k)(x - x_k)}$$

На основе разработанной математики можно определить механические свойства путем увеличения толщины холодильника в зависимости от геометрических размеров нашего литого изделия, которое заливается в песчано-глинистую форму. На основе этой математической модели результаты могут быть получены без проведения ряда экспериментов. Образцы, которые мы берем для расчета среднего значения при использовании каждого холодильника, их механическая обработка, определение их механических свойств требуют много времени и знаний. Усовершенствованная математическая модель позволяет избежать этих неудобств. Мы также можем разработать эту модель на основе других свойств материалов, таких как химические, механические и теплофизические свойства.

Математическая модель технологии перпендикулярного размещения карбидов относительно поверхности трения с использованием холодильников износостойкого белого чугуна марки 300X32H2M2TЛ в индукционной печи.

Математическая модель зависимости материала, используемого в качестве холодильника, от толщины холодильника была разработана с использованием 14 параметров для меди Cu99.9.

Математическая модель зависимости материала, используемого в качестве холодильника, от толщины холодильника, была разработана с использованием 6 параметров для чугуна.

Математическая модель зависимости материала, используемого в качестве хладагента, от толщины хладагента была разработана с использованием 6 параметров для алюминия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе динамики зависимости интенсивности теплообмена кристаллизатора с белым чугуном от толщины стенки кристаллизатора разработана технология направленной кристаллизации карбидов в белом

чугуне. Это служит для получения износостойкой поверхности в литейных деталях из белого чугуна.

2. Технология, обеспечивающая баланс вращения ротора из белого чугуна, основана на графике зависимости скорости вращения центробежной силы от массы ротора. Это позволяет повысить срок службы использования ротора дробилки.

3. Разработана технология модифицирования на основе применения модификаторов внутри формы для повышения износостойкости белого чугуна. При разработке литейных изделий с использованием форм из белого чугуна позволило эффективно использовать модификаторы.

4. Разработана технология обеспечивающая теплообмен между геометрическими размерами, вида холодильника и объемом отливки в форме на основе теплофизических свойств материала. Это служит для выбора размера и вида холодильников используемых для получения литейных изделий из белого чугуна.

5. Технология направления процесса кристаллизации внутри кристаллизатора для обеспечения расположения карбидов белого чугуна перпендикулярно рабочей поверхности была разработана на основе закона изменения температурного градиента между отливкой и кристаллизатором. Это служит для определения соотношения размеров отливки и формы при получении изделий из белого чугуна.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.04. ON AWARDING THE
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

ZOKIROV RUSLAN SAMADOVICH

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR INCREASING THE WEAR
RESISTANCE OF WHITE WEAR RESISTANT CAST IRON OF GRADE
300X32N2M2TL DUE TO THE ARRANGEMENT OF CARBIDES
PERPENDICULAR TO THE WEARING SURFACE**

**05.02.01 – “Materials science in mechanical engineering. Casting. Thermal and pressure
treatment of metals. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals. Technology of
rare, valuable and radioactive elements (direction of foundry and metalworking)”**

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

The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.4.PhD/T1129

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the Scientific council website (www.tstu.uz) and on the website of “ZiyoNet” information and educational portal (www.ziynet.uz)

Scientific supervisor: **Turakhodjaev Nodir Djakhongirovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Abdullayev Fatxulla Sadullayevich**
doctor of technical sciences, professor

Samadov Alisher Usmanovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization **Andijan Machine-Building Institute**

The defense of the dissertation consists of «29» december 2021 at 11⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council № DSc.03/30.12.2019.T.03.04 under the Tashkent State Technical University of Uzbekistan. (Address: 100095, Tashkent, st. University 2. Tel./fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tadqiqotchi@tdtu/uz)

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent State Technical University (registration number № 236). (Address: 100095, Tashkent, st. University 2. Tel./fax: (99871) 227-10-32)

The abstract of the dissertation is distributed on «17» december in 2021 (meeting report № 133 on «17» december in 2021).

K.A.Karimov

Chairman of scientific Council for the Award of the scientific Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

Sh.B.Tashbulatov

Scientific Secretary of the Scientific Council for the Awarding Degree, Doctor of philosophy in technical sciences

N.S.Dunyashin

Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council for the Award of the scientific Degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD)) Relevance and necessity of the topic of the dissertation.

One of the important tasks of the modern world industry is to increase economic efficiency by increasing the strength of castings obtained by casting, improving their mechanical and operational properties. All over the world, including ours, very large-scale and targeted research is being conducted in this area. Analysis of the alloy structure taking into account the operating conditions of white wear-resistant cast iron, calculation and development of the alloy composition using modern software; to study the influence of the arrangement of carbides in the alloy on the friction located perpendicularly, parallel and at an angle to the friction surface; Optimization of white iron casting processes is very important.

All over the world, scientific research is being carried out to improve the strength and wear resistance of the working surfaces of machine-building parts made of cast iron. In this regard, targeted research is being carried out, including the regulation of the direction of growth of carbides based on the control of the formation of the structure of the crystallizing ingot in the mold, elimination of defects in the transition from thin-walled to thick-walled complex castings of white iron, special attention is paid to the creation of technologies that provide energy and resource savings due to development of modes that reduce the combustion of components in the manufacture of products from wear-resistant white cast iron.

After gaining independence in Uzbekistan, a lot of work has been carried out to develop foundry production, to produce foundry products from wear-resistant white cast iron, and certain results have been achieved. In this regard, further optimization of the cast iron casting technology, improvement of the quality of foundry parts, the development of these industries based on the modern application of new manufacturing technologies, including the development and implementation of norms for the optimal composition of alloys and heat treatment.

This dissertation also serves to implement the tasks, such as: Decrees of the President of the Republic of Uzbekistan dated July 7, 2017 №. PD-3117 "On measures for the further development of the scientific and technical base in the field of agricultural engineering", dated January 4, 2018 №. PD -3459 "Additional measures to further improve the level of technology in agriculture", dated May 10, 2018 №. PD-3712 "On measures to further improve the mechanisms for timely equipping agriculture with agricultural machinery" and dated April 27, 2018 №. PP-3682 "On measures to further improve the system of practical implementation of innovative ideas, technologies and projects", as well as other regulatory documents in this area.

Compliance of the research with the priorities of the development of science and technology in the republic. This research is being implemented in the priority area "Energy, energy and resource conservation".

The degree of knowledge of the problem. American scientists Jie Wang, David K., Wang Aken, JingjingQing, Thomas J. Yanyak, Thomas E. Clements, Mingzhi Xu in their research on the development of technology for improving the

thermal and plastic properties of abrasive white wear-resistant cast iron with graphite, wear resistance was improved by adding graphite.

Japanese and Thai scientists Jatupon Opapaiboon (Tailand), Prasonk Sricharoenchai (Tailand) Sudsakorn Inthidech (Tailand) Yasuhiro Matsubara (Yaponiya) have worked to improve the wear resistance of abrasive wear-resistant high-alloy white cast iron by changing its carbon structure by heat treatment

Chinese scholars H. Jia, K. Hao, H. Zuo, N. Chen, Y. Rong have developed a new process to maximize the hardness and strength of white cast iron. In order to increase the wear resistance of the white cast iron grinding balls, in the new process, after quenching, to obtain the desired microstructure by multi-cycle heat treatment was

Canadian and Australian scientists X. H. Tang, Lei Li, B. Hinckley K, Dolman, L Parent, D. Y. Li conducted a study of the mechanical properties of the surface and the effect on the ductility of primary carbides of the core-shell in high-chromium high-strength white cast iron.

Investigations of the mechanical properties of the surface and the effect on the ductility of primary carbides of the nuclear shell in high-chromium malleable white cast iron increased the carbon content from 1% to 6% in malleable white cast iron containing 45% chromium; the structure and mechanical properties of carbides were studied.

Russian and Ukrainian scientists N.V. Firsova and Krylova S.E. conducted a study on the effect of heat treatment on the structure of white wear-resistant cast iron.

Uzbek scientists A.A. Mukhammedov, B.Y. Tilabov, F.R.Norkhzaev, S.D. Nurmurodov, Z. Dustmurodov and others conducted a number of studies to improve the wear resistance of white cast irons and steels.

The relationship between the topic of the dissertation and the research plans of the production enterprise where the dissertation was performed.

The study of desserting was carried out at the Tashkent State Technical University on the basis of a business agreement dated October 26, No. 2/2020 MiM between the Tashkent State Technical University and the NMMC, at NMZ, work was carried out on this topic "Development of technology for increasing the wear resistance of white wear-resistant cast iron of grade 300X32N2M2TL due to the location of carbides perpendicular to the wearing surface "(2020 - 2021).

Purpose of the study. Development of a technology for increasing the wear resistance of white wear resistant cast iron of grade 300X32N2M2TL due to the arrangement of carbides perpendicular to the wearing surface.

Research objectives: Development of a cooling technology based on the use of a refrigerator, providing directional crystallization of wear-resistant white cast iron inside the mold;

Ensuring the placement of carbides perpendicular to the friction surface based on the use of the developed technology;

Scientific analysis to determine the degree of dependence of the material and the thickness of the cooled material on the mechanical properties of the resulting cast product;

Creation of a mathematical model of the developed technology;
Determination of the economic efficiency of the developed technology.

The object of the study was white wear-resistant cast iron of the 300X32N2M2TL grade, as well as the SEMCO rotor crusher obtained from it.

Subject of study. Depending on the composition of wear-resistant white cast iron, wear-resistant white cast iron is formed by changing the structure and operating properties, forming the structure of parts from wear-resistant white cast iron, placing carbides perpendicular to the friction surface using refrigerators in foundry technology.

Research methods. To study the composition of a chemical element and the structure of an alloy of their mechanical properties, microscopes, an X-ray analyzer, a chromatograph of the Metrohm 850 Professional IC type, a TB 5004 device, an MPB-3 microscope, a ShTs-1 caliper, a METAM PB-23 metallographic microscope, a NERIS machine for longitudinal and parallel grinding and polishing, oticoemission scanner SPECTROMAXx, scanning electron microscope (SEM-EDX) by Carl Zeiss EVO MA 10 / AztecEnergyAdvanced X-Act.

The scientific novelty of the research is as follows:

On the basis of the dynamics of the dependence of the rate of heat exchange of the crystallizer with white cast iron on the wall thickness of the mold, a technology of directional crystallization of carbides in white cast iron has been developed;

The technology that ensures the balance of rotation of the rotor made of white cast iron is based on the graph of the dependence of the rotation speed of the centrifugal force on the mass of the rotor;

Based on the use of in-mold modifiers, a modification technology has been developed to enhance wear-resistant white cast iron.

Based on the thermophysical properties of the material, a technology has been developed that provides heat exchange between the type and geometrical dimensions of the cooler and the volume of the casting;

Based on the law of changing the temperature gradient between the casting and the mold, the technology of directional solidification inside the mold was developed so that the carbides of the white cast iron were located perpendicular to the working surface.

The practical results of the study are as follows:

A technology has been developed to increase the service life of a product by increasing the wear resistance of working surfaces made of castings of white cast iron of grade 300X32N2M2TL;

Based on the use of a special refrigerator, a cooling technology has been developed and introduced into production, which provides directional crystallization of white cast iron inside the mold.

The reliability of the research results.

The dissertation research includes modern methods and equipment, in particular, the results of metallography and X-ray structural analysis, elemental analysis, values of macrohardness and microhardness, heat treatment, results of corrosion tests of the most modern equipment of the Tashkent State Technical

University, the National University of Uzbekistan and the NavaiMMC comparison with experimental data and its introduction into production with real economic benefits.

Scientific and practical significance of the research results.

The scientific significance of the research results is explained by the thermophysical parameters of the used refrigerant material under the mold, the use of cast iron, AK9 aluminum, БР05Ц5С5 bronze, Cu99.9 copper plate coolers to ensure an ordered structure on the friction surface.

The use of copper plate coolers Cu99.9 in a sandy-clay mold in the production of wear-resistant white cast irons of grade 300X32N2M2TL provides one-sided placement of carbides.

In this regard, the geometric dimensions of copper Cu99.9 plate coolers of various thicknesses were applied in a modified state under the lock, the mechanical and structural properties with an increased thickness of the cooler improved, and after a certain number of mechanical properties, defects in the structure were formed. With an increase in the thickness of the refrigerator without changing the geometric dimensions of the Naimun, when using refrigerators with a thickness of 40-55 mm, a high rigidity and an ordered structure is observed.

Implementation of research results.

Based on scientific results obtained in the development of technology for increasing the wear resistance of white cast iron 300X32N2M2TL due to the perpendicular orientation of carbides to the friction surface:

According to the results obtained using the methods of casting wear-resistant white iron, a "rotor" part was made from white cast iron of the proposed grade using coolers in sand molds.

The "Rotor" was introduced at the Navoi Mining and Metallurgical Combine of the Navoi Machine-Building Plant (reference №. 02-06-07 / 9277 dated September 27, 2021). As a result, a technology was introduced in the production process that ensures the balance of rotor rotation by pouring a liquid alloy of brittle white cast iron of the 300X32N2M2TL grade into a casting mold.

As a result, a technology was introduced in the production process that ensures the balance of rotor rotation by pouring a liquid alloy from wear-resistant white cast iron of grade 300X32N2M2TL into a casting mold. The application of the developed technology allowed increasing the rotor service life from 130 to 183 hours; cooling technology based on the use of a special cooler that provides directional crystallization of wear-resistant white cast iron inside the mold. Application of the developed technology made it possible to provide 90-92% of carbides perpendicular to the friction surface; Based on the use of modifiers, a modification technology has been introduced to increase the wear resistance of white cast iron. The use of the developed technology made it possible to increase the wear resistance of the cast product by 8-10%.

Approbation of research results. 6 results of research dissertations, of which 4 international and 2 Republican scientific and technical conferences were discussed.

Publication of research results. 13 scientific papers have been published on the topic of the dissertation. 9 scientific articles in scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations, including 4 Republican journals and 5 journals with a high impact factor (1 in the Scopus journal database). Based on the results of scientific work, he participated in 6 scientific and practical conferences, including 4 international scientific and practical conferences, published 6 theses.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I – бўлим (I – часть; I – part)

1. Н.Тураходжаев, Р.С.Зокиров, Ш.М.Чоршанбиев, Ш.Ташбулатов, Ф.У.Одилов.Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнал “Повышения износостойкости деталей вал-шестерня” 2/2019 йил, ДУК “Фан ва тараққиёт”, 3 бет,

2. Turakhodjaev Nodir, Tashbulatov Sherzod, Zokirov Ruslan, Tursunbaev Sarvar, Baydullaev Azamat. Journal of Critical Reviews “Studying the scientific and technological bases for the processing of dumping copper and aluminum slags” Vol 7, Issue 11, ISSN- 2394-5125 Volume 7, Issue 5, 2020 (Scopus indexed) <http://dx.doi.org/10.31838/icr.07.05.95> Tayvan © 2020 by Advance Scientific Research. This is an open-access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)DOI:<http://dx.doi.org/10.31838/jcr.07.11.79>

3. Turakhodjaev N.Dj., Saidmaxamadov N.M., Zokirov R.S., Odilov F.U., Tashkhodjaeva K.U. Analysis of defects in white cast iron // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2020 Issue: 06 Volume: 86 Published: 30.06.2020 <http://T-Science.org>. P. – 675 – 682 (05.00.00; №6)

4.Turakhodjaev N., Odilov F., Zokirov R., Saidmaxamadov N. Development of composition of wear-resistant white pig iron with a stable structure obtained by the casting method // ACADEMICIA An International Multidisciplinary Research Journal ISSN: 2249-7137 Vol. 10, Issue 7, July 2020 Impact Factor: SJIF 2020 = 7.13. P. – 17 – 23 (05.00.00; №7)

5. Turakhodjaev N., Zokirov R., Saidmaxamadov N., Odilov F., Turaev A. Analysis of the chemical composition and microstructure of white cast iron // EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR) - Peer Reviewed Journal Volume: 6 | Issue: 8 | August 2020 || Journal DOI: 10.36713/epra2013 || SJIF Impact Factor: 7.032 ||ISI Value: 1.188 P. – 497 – 502 (05.00.00; №8)

6. Н.Д.Тураходжаев., Ф.У.Одилов., Н.М.Саидмахаматов., Р.С.Зокиров., С.А.Турсунбаев. Майдалагич (дробилка) ларнинг юқори ишқаланиш шароитида ишлайдиган оқ чўяндан тайёрланган қисмларининг ейилишбардошлигини ошириш технологияси ишлаб чиқиш // O‘zbekiston Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali ISSN: 2091 – 5527 №3/2020, Б. – 251 – 256 (05.00.00; №3)

II – бўлим (II – часть; II – part)

7. Advanced materials research. “Development of Technology for Preventing the Tooth Teeth of Gear Shaft” N.Turahodjaev, Sh.Chorshanbiyev, F.Odilov, SH.Tashbulatov, R.Zokirov. 2020 year Vol.1157 (2020) Pp252-255 © (2020) Trans Tech Publications, Switzerlanddoi:10.4028/www.scientific.net/

AMR.1157.252pp 3-Международная научная- конференция INNOVATION 2019. Pp252-255

8. «Разработка технологии извлечения алюминия и других цветных шлаков в электрошлаковых печах(ЭШП)» Международная научная-конференция INNOVATION 2019. Н.Тураходжаев, Ш.Ташбулатов, Ш.Чоршанбиев, Ф.Одилов, Р.Зокиров. 2019 год. Tashkent. 176-178 б.

9. Turaxodjayev N.D., Zokirov R.S., Raxmanov U.J., Bobodo'stov Z.M., Saidov A.H., Abdullayev K.S., Sharafutdinov U.Z., Tadjiyev N.X. "300X32H2M2TL" маркали юкори хромли ейилишбардош чўянларнинг таркибидаги карбидлар стереологик жойлашувининг ейилишбардошликка таъсири. "Қуймакорлик ишлаб чиқариш соҳасида ресурс ва энергиятежамкор инновацион технологиялар" мавзусидаги халқаро миқийсдаги илмий ва илмий-техник анжуман 13-15 АПРЕЛЬ, 2021, ТОШКЕНТ С.136-140.

10. Н.Д.Тураходжаев., Ф.У.Одилов., Р.С.Зокиров., С.А.Турсунбаев., Н.М.Саидмахамадов. Влияние структуры чугуновых сплавов на износостойкость // Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства Сборник докладов и тезисов 21-22 мая 2020 г. Ташкент – 2020 С. - 162-164.

11. Н. Д. Тураходжаев, С. А. Турсунбаев, Ф. У. Одилов, Р. С. Зокиров, М. Х. Кучкарова. Влияние условий легирования на свойства белых чугунов. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ Материалы IX Международной научно-технической конференции (Омск, 8–10 июня 2020 года), С. 63-68.

12. Р.С.Зокиров, Ш.Н.Саидходжаева, Ш.Б.Ташбулатов, С.А. Турсунбаев, Н. И. Садикова УДК 621.74.315.593 Исследование структуры и физико-химических свойств шлаков медного производства. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ Материалы IX Международной научно-технической конференции (Омск, 8–10 июня 2020 года) С. 95-101.

13.Н.Д.Тураходжаев, Ш.Б.Ташбулатов, Р.С.Закиров, Н.М. Саидмахамадов, М.Х.Кучкарова, Ф.Н.Тураходжаева. Использование медеплавильного шлака в производстве цементов общестроительного назначения. узбекский научно-технический и производственный журнал композиционные материалы специальный выпуск посвященный международной узбекско-белорусской научно-технической конференции композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства 21-22 мая Ташкент – 2020. С. 150-153

Автореферат “Тошкент давлат техника университети” таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими $60 \times 84^{1/16}$. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100. Буюртма № 78/21.

“Тірографф” МЧЖ босмахонасида чоп этилди.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси 83 – уй