

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ

ҚОСИМОВ КАРИМЖОН

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ТЕХНИКАЛАРИ ДЕТАЛЛАРИ РЕСУРСИНИ
ОШИРИШНИНГ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ВОСИТАЛАРИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.07.02 – Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация техникаларини ишлатиш,
тиклаш ва таъмирлаш**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации
Content of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Қосимов Каримжон

Қишлоқ хўжалиги техникалари деталлари ресурсини оширишнинг
технология ва воситаларини такомиллаштириш 3

Косимов Каримжан

Совершенствование технологии и средств увеличения ресурса деталей
сельскохозяйственной техники 26

Qosimov Karimjan

Improvement of technology and means of increasing the resource of agricultural
machinery parts 48

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 52

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ

ҚОСИМОВ КАРИМЖОН

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ТЕХНИКАЛАРИ ДЕТАЛЛАРИ РЕСУРСИНИ
ОШИРИШНИНГ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ВОСИТАЛАРИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.07.02 – Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация техникаларини ишлатиш,
тиклаш ва таъмирлаш**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.DSc/T314 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Андижон машинасозлик институтида ҳамда Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида www.tiame.uz ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим портали (www.ziynet.uz) манзилларига жойлаштирилган.

**Илмий
маслаҳатчи:**

Худойбердиев Толибжон Солиевич,
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий
оппонентлар:**

Нурiev Карим Катибович,
техника фанлари доктори, профессор

Абралов Махмуд Абралович,
техника фанлари доктори, профессор

Рустамов Раҳматали Муродович,
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат транспорт университети

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc. 03/30.12.2019.Т.10.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «26» ноябр соат 12⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100000, Тошкент, Қори - Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.:(+99871) 237-09-45; факс: (+99871) 237-46-68), e-mail: admin@tiame.uz.

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Тошкент, Қори - Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.:(+99871) 237-09-45; факс: (+99871) 237-46-68), e-mail: admin@tiame.uz.

Диссертация автореферати 2020 йил «12» ноябр куни тарқатилди.

(2020 йил «_12_» ноябрдаги №_1__ рақамли реестр баённомаси).



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

Дж. Алижанов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, т.ф.д., доцент.

А.А. Ахмедов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
кошиқдаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда дунё амалиётида энергия ва ресурслардан самарали фойдаланиш, уларни тежайдиган технология ва техника воситаларини ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга жорий этиш етакчи ўринни эгаллаган. Дунё миқёсида турли қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилини етиштириш учун ҳар йили 1,6 миллиард гектардан ортиқ майдонга турли машиналар ёрдамида бир неча маротаба ишлов берилишини ҳисобга олсак¹, бунинг учун кўплаб сондаги қишлоқ хўжалиги техникаларидан фойдаланилади. Уларни ишлатиш учун ёнилғи-мойлаш материаллари, меҳнат ва эҳтиёт қисмлар сарфланади. Шунинг учун ушбу ҳаражатларни камайтириш ва мавжуд машиналардан самарали фойдаланиш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Машиналардан самарали фойдаланиш учун уларга техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш тизими жорий этилган бўлиб, унда трактор ва қишлоқ хўжалиги техникаларини таъмирлаш салмоғи ва сифатини оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Машиналарни ташкил этадиган барча деталларнинг ишончилиги, пухталиги ва ресурси каби кўрсаткичларнинг бир хил эмаслиги, ҳавонинг юқори чангланганлиги, деталларнинг тупроқ билан тўғридан-тўғри контактда бўлиши, уларга доимий ва тўлақонли хизмат кўрсатишнинг қийинлиги каби сабаблар қишлоқ хўжалиги техникалари учун таъмирлаш талабини вужудга келтиради.

Машиналарни таъмирлаш талабини вужудга келишининг асосий сабабларидан бири, деталларнинг ейилиши натижасида ишдан чиқиши ҳисобланади. Деталларнинг ейилиши оқибатида машиналарнинг қуввати ва иш унуми пастлайди, ёнилғи мойлаш материаллари сарфи ортади. Ушбу кўрсаткичлар маълум қийматларга етганда, уларни тиклаш мақсадида, машиналар таъмирланади. Таъмирлаш ҳаражатларининг асосий қисмини эҳтиёт қисмлар сарфи ташкил этади. Эҳтиёт қисмлар сарфини камайтиришнинг асосий захираси ейилган деталларнинг маълум қисмини қайта тиклаш ҳисобланади. Шунинг учун ҳақонда машина деталларини тиклаш ҳажми йилдан – йилга ортиб бормоқда².

Ейилган деталларнинг тиклаш жараёни, уларнинг ишчи юзаларига ейилишга чидамлилиги, ўзининг аввалги юзасиникига қараганда, юқори бўлган материал қатламини қоплашдан иборат бўлиб, у деталнинг ресурсини ошириш имконини беради. *Аммо, деталларнинг ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига боғлиқ ҳолда ошириш масаласи илмий асосланмаганлиги натижасида бу имкониятдан фойдаланилмаяпти.* Шунинг учун ейилган ишчи юзаларига ейилишга чидамлилиги юқори қатлам

¹ <http://www.fao.org/geonetwork>. i1688r.pdf. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. (Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства). 48 стр.

² <https://cyberleninka.ru/.../sozdanie-i-organizatsiya-sistemy-firmennogo-tehnicheskogo-servisa-selskohozyaystvennyh-mashin>

коплаш орқали ҳар сафар янгисига алмаштириладиган деталларнинг ресурсини орттиришнинг технология ва воситаларини яратиш ва мавжудларини такомиллаштириш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони, 2016 йил 23 декабрдаги ПҚ-2694-сон «2016-2020 йиллар даврида қишлоқ хўжалигини янада ислоҳ қилиш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 7 июлдаги ПҚ-3117-сон «Қишлоқ хўжалигида машинасозлик соҳаси илмий-техникавий базасини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи³.

Машиналарни таъмирлашда эҳтиёт қисмлар сарфини камайтириш устидаги тадқиқотлар жаҳоннинг етакчи ишлаб чиқариш корхоналари, илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, жамладан, АҚШ, Англия, Германия, Италия, Австрия, Венгрия, Швеция, Швецария, Россия ва Япония каби мамлакатларда олиб борилмоқда. Натижада машиналарни таъмирлашда эҳтиёт қисмлар сарфининг Японияда 40% гача қисмини, АҚШ, Германия, Англия ва Австрияда 30-35% қисмини қайта тикланган деталлар ташкил этади. Ейилган деталларнинг ишчи юзаларига пайвандлаб қоплаш учун қатор «Castolin+Eutectic», “Тулачермет”, “Торез”, “Бровари”, “Выкса” каби металлургия корхоналари ва бирлашмаларида турли маркадаги кукунсимон композицион материаллар, сим ва ленталар ишлаб чиқариш йўлга қўйилган. АҚШдаги «Caterpillar» фирмаси ейилган деталларни қайта тиклаш орқали миллионлаб доллар маблағни тежашга эришиб келмоқда.

Қишлоқ хўжалиги техникаларини таъмирлашда деталлар ресурсини ошириш муаммоси устида Россиянинг Бутунроссия машина-трактор паркини эксплуатация қилиш ва таъмирлаш технологияси илмий тадқиқот институти, Бошқирдистон давлат аграр университети, Украинадаги Патон номли электросварка институти, Белоруссия давлат агротехника университети, республикаимизнинг, Тошкент давлат техника университети, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти, Гулистон давлат университети, Тошкент давлат транспорт университети каби илмий

³ Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи <http://www.greatplainsag.com/ru/354/vertical-tillage-fall>; <https://www.uni-hohenheim.de/insti-tution/institut-fuer-agrartechnik>; http://study.com/agriculture_schools.html; http://www.agr.unizg.hr/en/article/337/department_of_agricultural_engineering; https://en.wikipedia.org/wiki/Texas_A%26M_University; <https://www.tamu.edu/>; <http://english.cau.edu.cn/col/col5408/index.html> ва бошқа манбалар асосида фойдаланилган.

марказларда кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Дунёда юқори қувватли тракторлар ва мураккаб қишлоқ хўжалик машиналаридан фойдаланиш самарадорлигини оширишга доир қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: машиналарга техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш тизимини такомиллаштириш, тез ишдан чиқувчи деталларни конструктив, технологик ва материалшунослик йўналишларда такомиллаштириш, ишқаланиш шароитида ишловчи деталларнинг ресурсини оширишга олиб келувчи истиқболли пайвандлаб қоплаш технологияларини ва уларда қўллаш учун янги турдаги истиқболли композицион пайвандлаб қоплаш материалларини яратиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қишлоқ хўжалиги техникаларини таъмирлаш жараёнида эҳтиёт қисмлар сарфини камайтириш мақсадида ейилган деталларни тиклаш усуллари ва технологиялари ишлаб чиқилган. Ейилган деталларни тиклаш технологияларини ривожлантиришга М.Спенсер, Д.Хейнз, Студдилар, Dj.C.Taylor, M.M.Tenenbaum, V.N.Tkachov, A.И.Селиванов, В.И.Черноиванов, А.В.Поляченко, Е.Л.Воловик, В.М.Кряжков, И.С.Левитский, Н.Н.Дорожкин, Ю.Н.Петров, И.Е.Ульман кабилар катта илмий хисса қўшганлар.

Республикамизда қишлоқ хўжалиги техникаларига техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш тизимини такомиллаштириш, деталларнинг ейилиш сабаблари ва миқдорини аниқлаш, деталларнинг ейилишига қарши кураш чоралари, ейилган деталларни тиклаш технологиялари устида Ш.У.Йўлдошев, Т.С.Худойбердиев, Ш.А.Шообидов, К.К.Нуриев, Ғ.Р.Раҳмонов, Т.У Абдурахимов, П.С.Мамажонов каби олимлар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Республикамиз ва ҳориж олимларининг тикланган деталларнинг иш ресурсини юқори бўлишини таъминлаш устида олиб борган ишларига қарамасдан, тиклаш технологияларини, технологик воситаларини, усуллари ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришдаги, пайвандлаб қоплаш материаллари таркибини танлашдаги ва тикланган деталларнинг ресурсини оширишдаги муаммолар шу вақтгача ўз ечимини топмай келмоқда. Қайта тикланган деталларнинг ейилишга чидамлилигини бир неча марта орттириш орқали уларнинг ресурсини орттиришга доир илмий-амалий масалалар етарли даражада ўрганилмаганлиги шу йўналишда тадқиқотларни бажариш долзарб эканлигини кўрсатмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасасининг илмий тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Андижон қишлоқ хўжалиги институтидаги «Металлар технологияси ва машина деталлари» кафедрасининг «Машина деталларини истиқболли металл куқунлари билан пайвандлаб қайта тиклаш ва ейилишга чидамлилигини ошириш технологиясини яратиш» мавзусидаги (2001-2005 йиллар) давлат бюджети ҳисобидаги илмий-тадқиқот ишлари режаси ва инновация дастури асосидаги «Освоение технологии повышения износостойкости деталей сельхозмашин»

(2003-2004 йиллар) ҳамда «Қишлоқ хўжалиги техникалари деталларининг ейилишга чидамлилигини ошириш технологиясини ишлаб чиқаришга жорий этиш» (2014-2015 йиллар) мавзуларидаги илмий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қишлоқ хўжалиги техникалари ейилган деталларининг ишчи юзаларига кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплаб, уларнинг ресурсини оширишнинг технология ва воситаларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

- қишлоқ хўжалиги техникалари деталларининг ресурсини ошириш технологиясини такомиллаштириш мақсадида деталларнинг ейилиш турлари ва миқдорларини ўрганиш ва таҳлил қилиш;

- қишлоқ хўжалиги техникалари ейилган деталлари ресурсини орттиришнинг назарий асосларини яратиш ва уни машинанинг таъмирлашлараро ресурсига боғлиқ ҳолда ортишини аниқлаш услубини ишлаб чиқиш;

- кукунсимон композицион материалларни ейилган деталларнинг ишчи юзаларига контакт пайвандлаб қоплашдаги режим ва технологик кўрсаткичлар орасидаги боғланишларни аниқлаш;

- кукунсимон композицион материаллардан олинган пайванд қатламнинг таркиби ва структурасини ўрганиш ҳамда унинг асосида технологик кўрсаткичларини асослаш;

- ейилган деталларни контакт пайвандлаб қоплаб тиклашнинг таъмирлаш таннархини камайтирадиган, деталлар ресурсини орттирадиган технологиясини ишлаб чиқиш;

- ишлаб чиқилган технологиянинг иқтисодий кўрсаткичларини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида қишлоқ хўжалиги техникаларининг ишқаланиш шароитида ишлайдиган деталлари, уларни пайвандлаб қоплаб тиклаш учун кукунсимон композицион материаллар ва деталларни контакт пайвандлаб қоплаб тиклаш технологик жараёни олинган.

Тадқиқотнинг предмети қишлоқ хўжалиги техникалари деталларининг ишқаланиш натижасида ейилиш жараёнлари, уларни ифодалайдиган аналитик боғланишлар, ейилган деталларни тиклаш жараёнларининг режим ва технологик кўрсаткичлари ҳамда уларнинг ўзгариш қонуниятлари, тикланган деталларнинг ресурс (ейилишга чидамлик) кўрсаткичлари.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотларни ўтказишда машиналарнинг ишончилиги, ишқаланиш ва ейилиш асослари, математика ва физиканинг фундаментал қонун ва қоидаларидан фойдаланилган. Илмий изланишлар классик механика қоидалари, математик таҳлил ва усуллари, экспериментал тадқиқотлар ГОСТ 5640-68, ГОСТ 10243-75, ГОСТ 23.224-86, ГОСТ 27611-88, ГОСТ 18895-97, ГОСТ 9012-59, ГОСТ 9013-59 каби стандартлар асосида амалга оширилди. Олинган натижаларни баҳолашда математик статистика қоидаларидан ва компьютернинг Word ва Excel программаларидан фойдаланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ейилган деталларнинг ишчи юзаларига кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплаш технологияси ишлаб чиқилган;

ейилган деталларнинг ишчи юзаларини пайвандлаб қоплаш учун кукунсимон композицион материал таркиби пайванд қатламнинг қалинлиги, структураси ва ейилишга чидамлилигини бошқаришни ҳисобга олган ҳолда асосланган;

қишлоқ хўжалиги техникаларининг айланувчи деталлари юзасини қаттиқ қотишмали кукунсимон композицион материаллар асосида пайвандлаб қоплаб тиклаш усули ишлаб чиқилган;

ейилган деталлар юзасини контакт пайвандлаб тиклашда ролик-электрод ишчи юзасининг эни шакллантирилган кукунсимон композицион материалдан олинган лентанинг кенглигига боғлиқ ҳолда аниқланган;

қишлоқ хўжалиги техникалари деталларининг ресурсини орттирувчи кукунсимон композицион материаллардан олинган пайванд қатламнинг гетероген структураси асосланган;

қишлоқ хўжалиги техникалари ейилган деталлари ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига боғлиқ ҳолда ортишини аниқлаш услуги ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

кайта тикланаётган деталларнинг ресурсини орттирадиган гетероген структурали пайванд қатлам олиш учун қўлланиладиган кукунсимон композицион материал таркиби асосланган;

деталларнинг ишчи юзаларини контакт пайвандлаб қоплашда шакллантирилган кукунсимон композицион материалларни лента шаклига келтириб фойдаланиш усули ишлаб чиқилган;

абразив ейилиш шароитида ишлайдиган деталларнинг ресурси ортишини таъминлайдиган маълум таркибли композицион пайванд қатлам олиш усули ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган янги технологияни жорий этиш - машина ва механизмлар деталларининг ейилиши натижасида ишдан чиқиб, бекор туриб қолиш вақтини камайтириш, улардан фойдаланиш самарадорлигини орттириш, ишчиларнинг иш шароитини яхшилаш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий тадқиқотлар назарий механика ва олий математиканинг фундаментал қонун ва қоидалари асосида ўтказилганлиги, лаборатория ва ишлаб чиқариш синовлари натижалари асосида олинган хулоса, таклиф ва тавсияларни амалиётга жорий этилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ейилган деталларни тиклашда ишқаланиш жуфти бирикмаси деталларининг ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос ортишини таъминлашнинг илмий-технологик асослари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти кукунсимон композицион материалларни ейилган деталларнинг ишчи юзаларига контакт пайвандлаб қоплашнинг ишлаб чиқилган технологияси деталларининг ейилиши натижасида машиналарни ишдан чиқиб бекор туриб қолиш вақтини камайтириши, улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириши, эҳтиёт қисмлар сарфини камайтириши ва бунинг натижасида таъмирлаш таннархини камайтиришидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қишлоқ хўжалиги техникалари деталлари ресурсини ошириш бўйича олинган натижалар асосида:

кукунсимон композицион материалларни ейилган деталларнинг ишчи юзаларига контакт пайвандлаб қоплаш технологияси Андижон вилоятининг Андижон туман МТПси ва “Оқ-ёр XXI” МЧЖ томонидан ишлаб чиқаришга жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 10-февралдаги №02/023-433-сон маълумотномаси). Натижада қишлоқ хўжалиги техникаларини таъмирлашда, уларнинг тез ейилиб ишдан чиққан деталларини тиклаш ва ресурсини ошириш имконияти яратилган;

қишлоқ хўжалик техникаларининг ейилган деталларини контакт пайвандлаб тиклаш технологияси Андижон вилоятининг Пахтаобод ва Избоскан туманлари МТПлари томонидан ишлаб чиқаришга жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 10-февралдаги №02/023-433-сон маълумотномаси). Натижада тикланган деталларнинг таннархини янги эҳтиёт қисмга нисбатан 20-60 фоизга камайтириш, тикланган деталларнинг ресурсини 2-3 марта орттириш имконияти яратилган;

шакллантирилган кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплаш усулига ихтирога муаллифлик гувоҳномаси олинган («Кукунсимон материалларни электр-контакт пайвандлаб қоплаш усули», М.Г. №1459859–1988 й.). Натижада бу валсимон ейилган деталларнинг ишчи юзаларини шакллантирилган кукунсимон композицион материаллар билан контакт пайвандлаб тиклаш технологиясини яратиш имконини берган;

пайвандлаб қоплаш материалининг таркибига ихтирога муаллифлик гувоҳномаси олинган («Пайвандлаб қоплаш материалининг таркиби», М.Г. №1584276–1990 й.). Натижада бу ишқаланиш жуфтидаги пайвандлаб қопланган деталнинг ресурсини 6 мартагача орттириш, пайвандлаб қоплаш материалининг сарфини 3-4 мартагача камайтириш имконини берган;

ейилган деталларнинг ишчи юзаларига кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплаш технологияси “ВМКВ-Agromash” АЖ томонидан, ишқаланиш шароитида ишлайдиган деталларни ейилишга чидамли қатлам билан қопланган ҳолда ишлаб чиқариш учун, жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 10-февралдаги №02/023-433-сон маълумотномаси). Натижада қишлоқ хўжалик техникалари конструкциясини яратишда ишқаланиш шароитида ишлайдиган деталларини ресурси оширилган ҳолда лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 18 та

илмий-амалий конференцияларда, жумладан, 6 та халқаро ва 12 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 43 та илмий иш чоп этилган, шулардан 2 та монография, 2 та тавсиялар, учта ихтирочилик гувоҳномалари, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола, жумладан, 6 таси республика ва 6 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертация структураси ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 190 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предметлари аниқланган, мавзунинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги, ишнинг апробация натижалари, эълон қилинган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Муаммонинг қўйилиши ва тадқиқотнинг вазифалари»** деб номланган биринчи бобида, қишлоқ хўжалиги техникаларини ишлатиш шароитлари, уларга техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ишларининг ҳолати, машина деталлари ейилишининг сабаблари, турлари ва миқдорлари, ейилган деталларни тиклаш технологиялари ва пайвандлаб қоплаш материаллари, деталлар ресурсини оширишнинг асосий йўналишлари ва бу йўналишда мамлакатимизда ва хорижда олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил этилган ҳамда тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Ҳозирги вақтда қишлоқ хўжалик техникаларини таъмирлашда ейилган деталларни тиклаш ҳисобига эҳтиёт қисмлар сарфини камайтириш ҳамда пайвандлаб қопланган қатламнинг керакли ейилишга чидамлилигини таъминлаш орқали деталларнинг ресурсини ошириш билан боғлиқ илмий-амалий масалалар кенг қўламли тадқиқ этилмаган. Натижада республикамизда, қишлоқ хўжалик техникаларини таъмирлашда, эҳтиёт қисмлар сарфи юқориликча, ейилган деталларни тиклаш салмоғи пастликча қолмоқда.

Ўтказилган таҳлилларни кўрсатишича, қишлоқ хўжалик техникаларини таъмирлаш жараёнида таъмирлаш сифатини ошириш, меҳнат ва эҳтиёт қисмлар сарфини камайтиришга ейилган деталларни пайвандлаб қоплаб тиклашнинг технология ва воситаларини такомиллаштириш ва уларда истиқболли композицион материалларни қўллаш орқали эришиш мумкин.

Диссертациянинг **«Деталларнинг ресурсини ошириш ва ейилишга**

чидамли пайванд қатлам кўрсаткичларининг назарий асослари» деб номланган иккинчи бобида ейилган деталларни тиклашда уларнинг ресурсини орттиришнинг назарий асослари ҳамда контакт пайвандлаб қолашнинг режим ва технологик кўрсаткичлари орасидаги аналитик боғланишлар келтирилган.

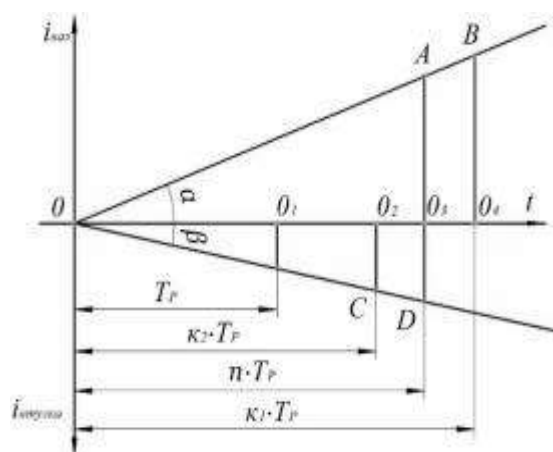
Ейилган деталларни тиклаш ва пухталигини ошириш жараёнида уларнинг ресурсини ошириш масаласининг икки йўналиши мавжуд.

Биринчиси машиналарнинг тез ейиладиган деталлари ресурсини машинанинг бутун хизмат даврига мос даражада орттиришдан иборат бўлса, иккинчиси, бир машинани ташкил этадиган турли деталларининг ўртача хизмат муддати ўзаро ва машинанинг таъмирлашлараро иш даврига каррали бўлиши кераклигидир.

Таҳлиллар кўрсатдики, иккинчи йўналишнинг ечимига, яъни машиналарнинг тез ейилувчи деталларининг ресурсини оширишга, уларни пайвандлаб қолаб тиклаш жараёнида, ейилишга чидамлилигини бир неча марта орттириб ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос равишда орттириш орқали эришиш мумкин.

Агар деталнинг ейилишга чидамликдан бошқа хоссалари унинг хизмат муддатини тугашига олиб келмаса, у ҳолда деталнинг ейилишга чидамлилиги, шартли равишда, унинг ресурсини ифодалайди. Аксарият кўпчилик деталларда учрайдиган ушбу ҳолатда деталнинг ресурсини ейилишга чидамлик орқали ифодалаш мумкин бўлади.

Маълумки, деталларнинг ейилиши уч даврга бўлиб ўрганилади. Биринчиси чиникиш даври, иккинчиси нормал ишлаш даври, учинчиси эса чекли (жадал) ейилиш даври. Ейилишнинг иккинчи даврида ейилиш узок муддат бир текис давом этади. Шунинг учун ейилишнинг иккинчи даврини тўғри чизикли кўринишда ифодалаш ва ундан ишқаланиш жуфти бирикмаси деталлари ейилишининг иккинчи давридаги тезлигини ифодаловчи қуйидаги шартли схемани олиш мумкин (1-расм).



бунда:

$i_{вал}$ - валнинг ейилиш миқдори, мм;
 $i_{втулка}$ - втулканинг ейилиш миқдори, мм;
 t – деталларнинг ишлаш вақти, соат;
 T_r – машинанинг таъмирлашлараро ресурси;
 k_1 – валнинг ейилишга чидамлилиги, марта;
 k_2 – втулканинг ейилишга чидамлилиги, марта;
 n – ишқаланиш жуфти бирикмасининг умумий ресурсини ифодаловчи коэффициент.

1-расм. Ишқаланиш жуфти деталларининг ейилиш тезлигини аниқлаш схемаси.

Схемадаги $OB O_4$ учбурчакдан валнинг OO_4 вақт давомидаги ейилиш

миқдори VO_4 га тенг бўлади. У ҳолда валнинг ейилиш тезлиги қуйидагича аниқланади.

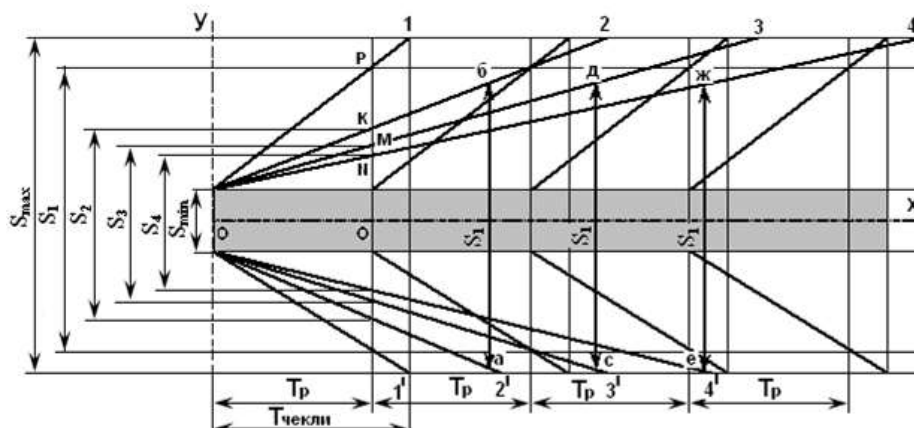
$$\varepsilon_{\text{вал}} = \frac{VO_4}{OO_4} = \frac{i_{\text{вал}}}{k_1 \cdot T_p} \quad (1)$$

OCO_2 учбурчакдан эса втулканинг ейилиш тезлигини аниқлаш мумкин.

$$\varepsilon_{\text{втулка}} = \frac{CO_2}{OO_2} = \frac{i_{\text{втулка}}}{k_2 \cdot T_p} \quad (2)$$

А.И.Селиванов, Ш.У.Юлдашев ва А.С.Прониковлар қўллаган ишқаланиш жуфти деталларининг ресурсини ифодалайдиган схемаларни ўрганиш ва таҳлил қилиш асосида қуйидаги схема тузилди (2-расм).

Ушбу схемадан қуйидагиларни олиш мумкин. Машинани таъмирлашда бирикманинг ейилган деталлари янгиси билан алмаштирилган бўлса, улар $T_{\text{чекли}}$ давр ишлагандан сўнг ишқаланиш жуфти деталлари орасидаги тирқиш S_{min} дан S_{max} гача ортади. Аммо тирқиш S_{max} га етмасдан аввал машина яна капитал таъмирланади. Бунда тирқиш S_1 га тенг бўлади. Машинанинг таъмирлашлараро ресурси эса T_p га, яъни $T_p \approx 0,8 \cdot T_{\text{чекли}}$ га тенг бўлади.



2-расм. Ресурси оширилган деталлардан фойдаланишнинг самарадорлигини аниқлаш схемаси

Вал ва втулканинг ейилиш миқдорлари $i_{\text{вал}}$ ва $i_{\text{втулка}}$ га тенг бўлади.

Агар валнинг ишчи юзаси ейилишга чидамлилиги юқори бўлган қатлам билан қопланса, унинг ейилишга чидамлилиги k_1 марта ортади деб олинса, у ҳолда втулканинг ейилишга чидамлилиги k_2 марта ортади. Бунда ишқаланиш жуфтига мос маркадаги чўян ёки тобланган пўлатдан иборат материал танланганлиги учун ҳам втулканинг ейилишга чидамлилиги ортади (акс ҳолда втулканинг ейилиш тезлиги ортиб кетиши ҳам мумкин). У ҳолда юқорида келтирилган 1- ва 2- расмлар ҳамда 1 ва 2 тенгликлар асосида бирикманинг умумий ейилиш миқдори қуйидагига тенг бўлади.

$$i_{\text{бир}} = S_1 - S_{\text{min}} = i_{\text{вал}} + i_{\text{втулка}} = k_1 \cdot T_p \cdot \text{tg}\alpha + k_2 \cdot T_p \cdot \text{tg}\beta = T_p(k_1 \cdot \text{tg}\alpha + k_2 \cdot \text{tg}\beta) \quad (3)$$

Ресурси оширилган деталдан фойдаланганда бирикманинг умумий ресурси неча баробарга ортишини аниқлаш учун коэффицент n киритилди. У ҳолда, бирикманинг умумий ейилиш миқдори қуйидагига тенг бўлади:

$$i_{\text{бир}} = n \cdot T_p (\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta) \quad (4)$$

(3) ва (4) тенгликларнинг чап томонлари бир-бирига тенг бўлгани учун

ўнг томони ҳам тенг бўлишини ҳисобга олиб коэффициент n ни аниқлаш мумкин.

$$T_p(k_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha + k_2 \cdot \operatorname{tg} \beta) = n \cdot T_p(\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) \quad (5)$$

У ҳолда, коэффициент n қуйидагига тенг бўлади:

$$n = \frac{k_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha + k_2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} \quad (6)$$

ёки

$$n = \frac{k_1 \cdot k_2 (i_{\text{вал}} + i_{\text{втулка}})}{k_2 \cdot i_{\text{вал}} + k_1 \cdot i_{\text{втулка}}} \quad (7)$$

Баъзи хусусий ҳолларни кўриб чиқамиз.

1. Агар $i_{\text{вал}} = i_{\text{втулка}}$ деб олинса, у ҳолда n қуйидагига тенг бўлади:

$$n = \frac{2 \cdot k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \quad (8)$$

2. Агар $k_1 = 2, k_2 = 1,5$ бўлса, у ҳолда

$$n = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1,5}{2 + 1,5} = 1,72, \quad \text{ёки} \quad T_1 = n \cdot T_p = 1,72 \cdot T_p \text{ бўлади.}$$

Бундан бирикма деталларидан бирининг ресурсини 2 марта ошириш билан таъмирлашлараро ресурсни ҳам икки марта орттириш мумкин эмаслиги келиб чиқади.

3. Агар $k_1 = 3, k_2 = 2$ бўлса, у ҳолда:

$$n = \frac{2 \cdot 3 \cdot 2}{3 + 2} = 2,4, \quad \text{ёки} \quad T_1 = n \cdot T_p = 2,4 \cdot T_p \text{ бўлади.}$$

Ушбу ҳисобларни кейинги қийматлар учун ҳам давом эттириш мумкин.

Юқорида келтирилган 2-расмдаги схема асосида олинган ҳисоб натижаларининг таҳлили кўрсатдики, агар машинани капитал таъмирлашда ейилган биринчи детал(вал)ни ейилишга чидамлилиги икки марта орттирилган иккинчи детал(вал) билан алмаштирилса, унинг ресурси икки марта ортади. У ҳолда у билан бирикувчи детал(втулка)нинг ресурси 1,5 марта ортади (бу натижалар лаборатория тадқиқотларида олинган қуйидаги 3-расмга асосан келтирилган). 3-расмда валнинг ишқаланиш юзасига қопланган қуйидаги материаллар келтирилган: 1- 45 пўлат лентаси; 2- 65Г пўлат лентаси; 3- У10 пўлат лентаси; 4- Сормайт (ПГ С27) кукунсимон материали; 5- шакллантилган кукунсимон композицион материал (30% ПГ-ФХ-800); 6- шакллантилган кукунсимон композицион материал (50% ПГ-ФБХ-6-2); 7- ВК8 қаттиқ қотишмаси; 8- Т15К10 қаттиқ қотишмаси; 9- Т15К6 қаттиқ қотишмаси; 10- ВК3 қаттиқ қотишмаси.

Схемадан (2-расм) кўриш мумкинки, икки ва бир ярим марта орттирилган ресурсга эга бўлган вал ва втулка машинада маълум муддат ишлагандан сўнг машина капитал таъмирлашга олиб келинади. Бунда ушбу деталларнинг қолдиқ ресурси кейинги таъмирлашгача етарли бўлмайди ва улар шу таъмирлашдаёқ яроқсизга чиқарилади.

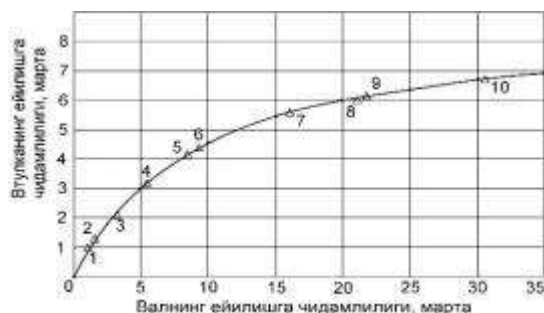
Яна юқоридаги схемадан (2-расм) ейилишга чидамлилиги уч марта

орттирилган детал бирикмасининг ресурси икки капитал таъмирлашлараро муддатга, ейилишга чидамлилиги тўрт марта орттирилган детал бирикмасининг ресурси эса, уч капитал таъмирлашлараро муддатга етишини кўриш мумкин.

Юқоридагилардан кўришиб турибдики, деталларнинг ейилишга чидамлилигини икки ярим мартагача орттириш билан, улардан икки ва ундан ортиқ таъмирлашлараро муддатда фойдаланиб бўлмас экан.

Олинган натижаларни сонлар ўқига жойлаштириб қуйидаги схемага эга бўламиз (4-расм). Ундан деталлар ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос қийматларини аниқлаш мумкин. Жумладан, қайта тикланган деталнинг ресурсини 1 дан 1,25 гача, 2,5 дан 2,75 гача, 4 дан 4,25 гача, 5,5 дан 5,75 гача каби ораликда ошириш иқтисодий мақсадга мувофиқ бўлади ва улар бирикманинг ресурсини машинанинг 1-, 2-, 3-, 4- таъмирлашлараро ресурсига мос ортишини таъминлайди. Ушбу чегаралар 2-расмдаги T_p ва $T_{чекли}$ қийматлар асосида белгиланди.

Бундан эса, детал бирикмасининг ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос равишда бошқариш мумкинлиги келиб чиқади. *Юқорида келтирилганлар детал бирикмасининг ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос равишда бошқариш услуги бўлиб хизмат қилади.*



3-расм. Пайвандлаб қопланган вал ва у билан ишқаланиш жуфтида бўлган чўяннинг ейилишга чидамлиликлари орасидаги боғланиш графиги.



4-расм. Таъмирлашлараро, чегаравий, бирикма ва детал ресурсларининг вақт ўқида жойлашиш схемаси.

Контакт пайвандлаб қоплашнинг режим ва технологик кўрсаткичларини асослаш. Машинасозликда деталларни пайвандлашда контакт пайвандлаш усули кенг қўлланилиши сабабли уни ейилган деталларни тиклашда ҳам қўллаш катта аҳамият касб этади.

Шакллантирилган кукунсимон композицион материаллардан фойдаланиш имкониятини берадиган контакт пайвандлаб қоплаш жараёнининг қувват баланси - жараённинг режим ва технологик кўрсаткичлари орасидаги аналитик боғланишни аниқлаш имконини берди.

$$U_{найв} \cdot I_{найв} = \pi \cdot d \cdot n \cdot P_c \cdot v_s \cdot (H_{км} - h_l) \quad (9)$$

бунда $U_{найв}$ - пайвандлаш токининг кучланиши, В; $I_{найв}$ - пайвандлашда ток

кучи, A ; d – деталнинг диаметри, м; n – деталнинг айланишлар сони, айл/с; v_s - араваачанинг бўйлама йўналишдаги тезлиги, м/айл; P_c – босим кучи, Н/м²; $H_{км}$ – кукунсимон композицион материалнинг қалинлиги, м; h_l – пайванд чокнинг қалинлиги, м.

Диссертациянинг «**Эксперименталь тадқиқотлар дастури ва услублари**» деб номланган учинчи бобида деталларнинг ейилишга чидамлилигини ошириш бўйича бажариладиган тадқиқот услублари келтирилган. Деталлар ресурсини ошириш самарадорлигини баҳолаш учун кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплашнинг технологик кўрсаткичларини аниқлаш бўйича лаборатория синовлари ўтказишнинг услублари белгиланди ва такомиллаштирилди. Хусусан, айланувчи деталларни мой муҳитида ейилишга синаш қурилмаси ҳамда пайванд қатлам мустаҳкамлигини аниқлаш усули ишлаб чиқилди. Тадқиқот натижалари математик статистика қоидалари асосида қайта ишланди.

Диссертациянинг «**Кукунсимон композицион материаллардан пайванд қатлам олиш технологиясини ва олинган қатламни лаборатория шароитида тадқиқ қилиш натижалари**» деб номланган тўртинчи бобида шакллантирилган кукунсимон композицион материаллардан пайванд қатлам олиш учун контакт пайвандлаш технологиясини такомиллаштириш, деталларнинг ресурсини оширишда контакт пайвандлаш усулини қўллашнинг истиқболларини асослаш, шакллантирилган кукунсимон композицион материални пайвандлаб олинган қатламнинг қалинлиги, пайвандланиш мустаҳкамлиги ва қаттиқлигини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган.

Шакллантирилган кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплаш усулини такомиллаштириш бўйича ўтказилган тадқиқотлар металл кукунларини маълум қалинликдаги лента шаклига келтириш мумкин эканлигини кўрсатди. Шакллантирилган кукунсимон композицион лентани тайёрлашда аввал полимер боғловчидан фойдаланилди. Келтирилган усулнинг ижобий томони шундаки, бунда ейилган детални винтсимон йўналиш бўйича тўхтовсиз пайвандлаб қоплаш мумкин. Кейинги тажрибалар кукунсимон композицион материални полимер боғловчисиз қиздириб шакллантирилган ҳолда пайвандлаш зонасига ингичка лента кўринишда узатиш мумкинлигини кўрсатди ва бунинг учун махсус мослама ишлаб чиқилди.

Одатда пўлат ленталарни контакт пайвандлашда ролик-электрод ишчи қисмининг кенглиги 4-6 мм оралиғида бўлади. Шакллантирилган кукунсимон композицион материалнинг хоссалари пўлат лента хоссаларидан фарқ қилгани учун бундай ўлчамдаги ролик-электродни қўллаб бўлмади.

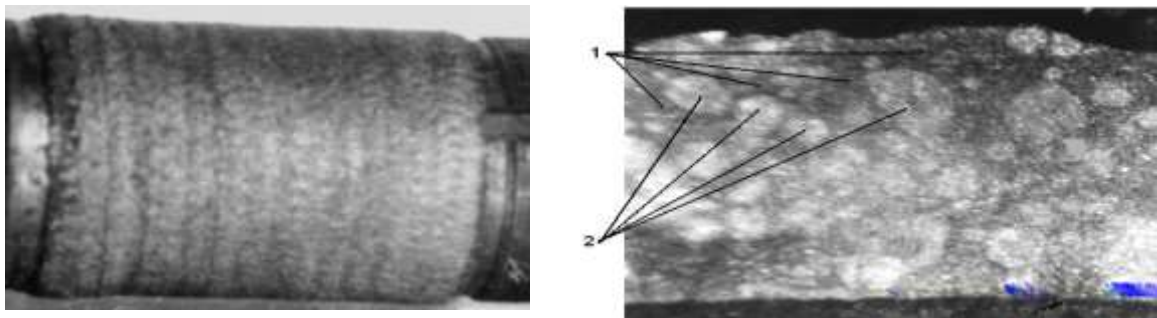
Ўтказилган тажрибалар асосида ролик-электрод ишчи юзасининг эни ва шакллантирилган кукунсимон композицион материалдан олинган лентанинг кенглиги ўртасидаги боғланиш аниқланди.

$$B_p \geq b_{кл} \left(\frac{0,5b_{кл} + 3}{b_{кл} - 0,6} + \frac{1}{2} \right), \quad (10)$$

бунда $b_{кл} < 10$ мм – шакллантирилган кукунсимон материал лентасининг эни, мм ($b_{кл} = 4-6$ мм), B_p - ролик-электрод ишчи юзасининг эни, мм.

Шакллантирилган кукунсимон композицион лентани пайвандлаб қоплаш натижасида детал намунасининг ишчи юзасида винтсимон шаклли юпка пайванд қатлам ҳосил бўлади (5-расм). Ҳосил бўлган металл қатлам боғловчи–матрицадан, тўлдирувчи ва пухталовчи фазалардан иборат бўлади.

Тадқиқотлар олиб бориш учун маълум марқадаги ва турдаги кукунсимон материаллар танлаб олинди. Уларнинг маълум нисбатдаги аралашмасидан композицион материал сифатида фойдаланилди. Улар никель асосли ўзи флюсланадиган металл кукунлари боғловчи-матрица сифатида (30% гача) – суюқланиш температураси 1450°C, темир кукуни тўлдирувчи сифатида (20% гача) – суюқланиш температураси 1480°C ва пухталовчи сифатида хром, титан ва вольфрам карбидлари (50% гача) асосидаги қаттиқ қотишмалардан - суюқланиш температураси мос равишда 1890°C, 3260°C, 2720°C иборат.



1- боғловчи - матрица; 2- пухталовчи қаттиқ қотишма заррачалари.

5-расм. Кукунсимон композицион лентани контакт пайвандлаб қопланган детал намунаси ва унинг кўндаланг кесим юзаси (x100)

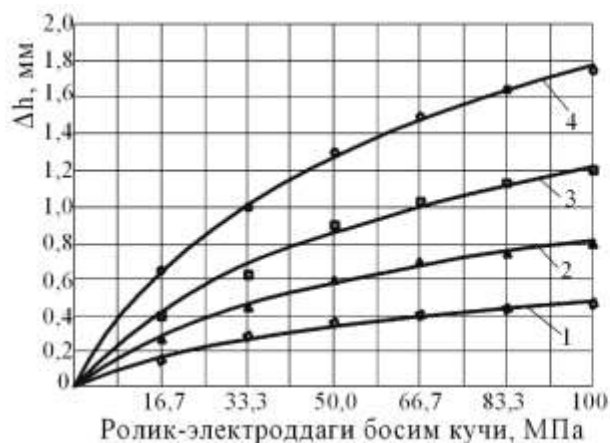
Пайвандлаб қоплаш жараёнида ҳосил қилинадиган пайванд чокнинг керакли структурасини ток кучи ва импульс вақти таъминлайди. Уларнинг танлаб олинган қийматларида пайвандлаш жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори пайванд чокдаги температура кукунсимон композицион материал таркибидаги боғловчи – матрица ва тўлдирувчи фазаларни суюқлантиради, қаттиқ қотишма зарраларини суюқлантириш учун етарли бўлмайди. Бу билан уларнинг бутунлиги сақлаб қолинади. Пайванд чокдаги суюқланган металл ролик-электродлардаги босим кучи ва температура таъсирида қаттиқ қотишма зарралари орасидаги бўшлиқни тўлдириб уларни ўзаро ва асосий металл билан мустаҳкам бирикишини таъминлайди.

Кукунсимон композицион материалнинг керакли таркибини, ташкил этувчи кукун зарраларининг ўлчамини, таркибнинг фазалардаги миқдорини белгилаш орқали олинган пайванд қатламнинг хоссаларини кенг доирада бошқариш мумкин.

Шакллантирилган кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб олинган қатламнинг режим ва технологик кўрсаткичларини

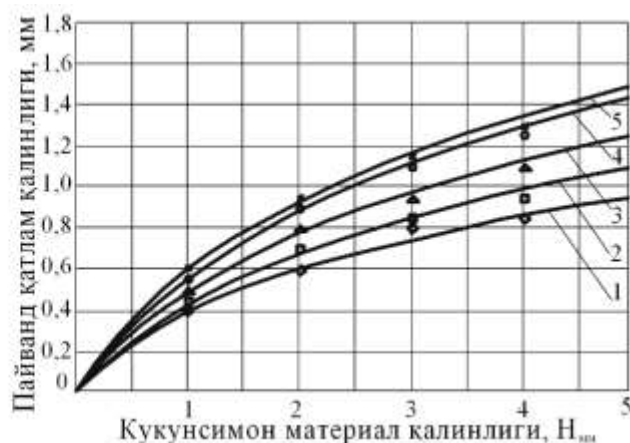
асослаш бўйича ўтказилган тажрибалар қуйидаги натижаларни кўрсатди.

Аввал полимер ёрдамида шакллантирилган кукунсимон композицион материалдан олинган пайванд қатламнинг қалинлиги ўрганилди. Қуйидаги 6-ва 7-расмларда полимер ёрдамида шакллантирилган кукунсимон композицион лентанинг қалинлиги билан ундан олинган пайванд қатлам қалинлиги орасидаги боғланишни аниқлаш устида олиб борилган тадқиқот натижалари келтирилган.



Полимер ёрдамида шакллантирилган кукунсимон композицион лентанинг қалинликлари, мм: 1 – 0,60; 2 – 1,10; 3 – 1,50; 4 – 2,40.

6-расм. Ролик-электроддаги босим кучи таъсирида полимер ёрдамида шакллантирилган кукунсимон композицион лентанинг деформацияланиш графиги



Кукунсимон материал заррачаларининг ўлчами, мм: 1 - 0,500...0,630; 2 - 0,400...0,500; 3 - 0,280...0,400; 4 - 0,160...0,280; 5 - 0...0,160.

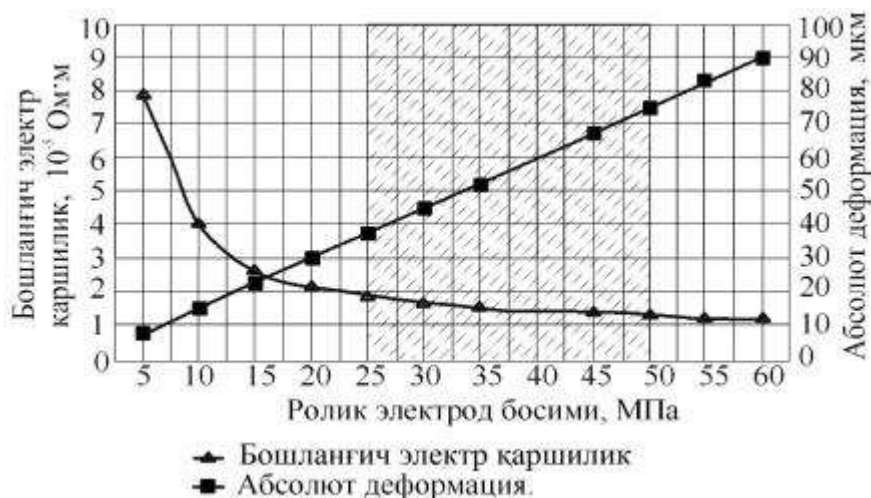
7-расм. Полимер ёрдамида шакллантирилган кукунсимон композицион лента қалинлиги билан пайванд қатлам қалинлиги орасидаги боғланиш

Ўтказилган тажрибалар олинган композицион пайванд қатламнинг қалинлиги 0,1 дан 1,5 мм гача бўлиши мумкинлигини кўрсатди. Шу билан бирга контакт пайвандлаш усулида олинган пайванд қатламнинг кесиб ишлов бериш учун қўйими бошқа усуллардагига қараганда анча кам бўлишини кўрсатди ва бунда унинг кесиб олиб ташланадиган қисмининг ҳажми бутун пайванд қатлам ҳажмининг 30-50 фоизини ташкил этиши аниқланди. Бу металдан фойдаланиш коэффицентини 50-70 фоиздан иборат бўлишини, контакт пайвандлаб қолаш усули металл сарфини бошқа усулларга нисбатан 3-4 мартага камайтиришини кўрсатди.

Қиздириб шакллантирилган кукунсимон композицион материал таркибида полимер боғловчининг йўқлиги ва зарралар ўзаро жипс контактда бўлгани учун ҳам унга босим кучининг таъсири юқоридагилардан фарқ қилади. Шунинг учун пайвандлаш жараёнининг турғунлигини таъминлашда босим кучининг минимал қийматини белгилаб олиш етарли бўлади (8-расм).

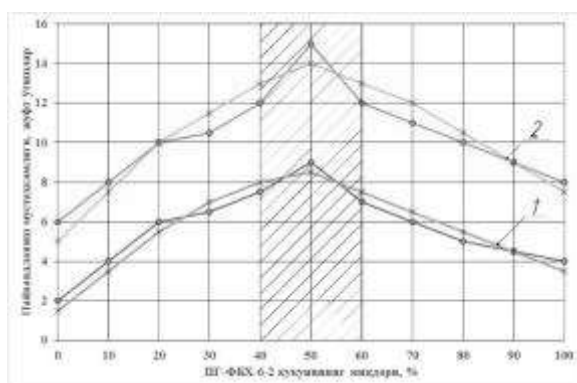
Олинган боғланишнинг таҳлили кўрсатдики, босимнинг 25 МПа га қадар ортиши билан электр қаршилик камайиб борди. Босимнинг 25 МПа дан кейинги ортиши электр қаршиликнинг турғунлашувиغا олиб келди, унинг

миқдори $2 \cdot 10^{-5}$ Ом·м билан $1,2 \cdot 10^{-5}$ Ом·м орасида бўлди. Электр қаршилиқнинг бу миқдори контакт пайвандлаш жараёнининг сифатли ўтишини таъминлади. Ўтказилган тажрибалардан контакт пайвандлаб қоплашда босимнинг минимал қиймати $P \geq 25$ МПа дан кам бўлмаслиги кераклиги аниқланди.



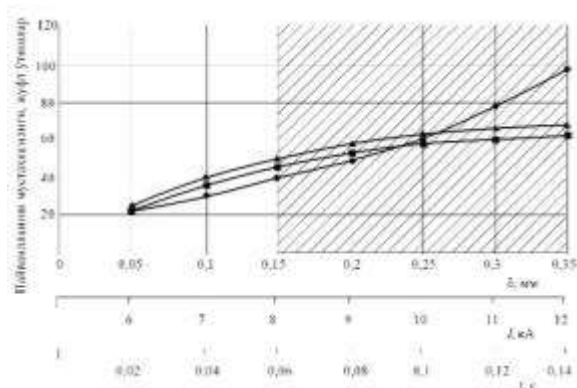
8-расм. Кукунсимон композицион материал электр солиштирма қаршилиги ва абсолют деформациясининг босимга боғлиқлик графиги

Кейинги тажрибаларда қиздириб шакллантирилган кукунсимон композицион материалларнинг пайвандланиш мустаҳкамлиги обкатка усулида синовдан ўтказилди. Унда кукунсимон композицион материал таркибидаги ташкил этувчиларнинг миқдори қатламнинг пайвандланиш мустаҳкамлигига таъсири ўрганилди (9-расм). Натижада композицион материал таркибидаги қаттиқ қотишма кукунининг миқдори 50% атрофида бўлганда пайвандланиш мустаҳкамлиги энг юқори бўлиши аниқланди.



- 1 -емирилишнинг бошланиши;
- 2 –шиддатли емирилишнинг бошланиши; × - назарий эгри чизик;
- -тажрибавий эгри чизик.

9- расм. Пайвандланган қатламнинг пайвандланиш мустаҳкамлигини қаттиқ қотишма миқдорига боғлиқлик графиги



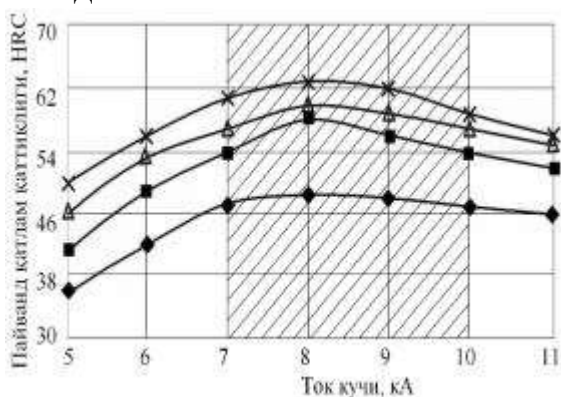
- ◆ - қатлам қалинлиги бўйича;
- - ток кучи бўйича;
- ▲ - ток импулси вақти бўйича.

10-расм. Пайванд қатламнинг пайвандланиш мустаҳкамлигини пайвандлаш режимига боғлиқлик графиги

Шакллантирилган кукунсимон композицион материалларнинг пайвандланиш мустаҳкамлигини пайванд қатлам қалинлигига, пайвандлашдаги ток кучи ва ток импульси вақтига боғлиқлик графиклари 10-расмда келтирилган.

Ток кучининг $I_{\text{пайв}} = 5$ дан 11 кА гача, ток импульси вақтини эса, $t_{\text{имп}} = 0,02$ дан 0,14 с гача ортиб бориши натижасида қатламнинг пайвандланиш мустаҳкамлиги аввал ортиб борувчи ва кейин камайиб борувчи эгри чизик бўйлаб ўзгаришини кўрсатди. Қатлам қалинлигининг ортиши билан эса пайвандланиш мустаҳкамлиги маълум қонуният асосида ортиб бориши аниқланди. Натижада пайвандланиш мустаҳкамлиги етарли бўлган пайванд чок олишни таъминловчи ток кучи ва ток импульси вақтининг $I_{\text{пайв}} = 8$ кА; $t_{\text{имп}} = 0,08$ с. каби минимал қийматлари аниқланди.

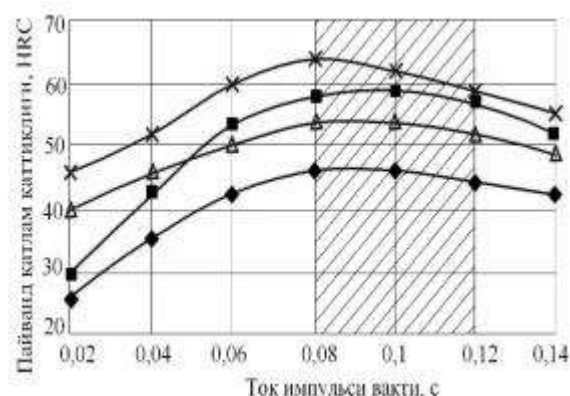
Пайванд қатлам қаттиқлигига ток кучи ва импульс вақтининг таъсири ўрганилганда (11- ва 12-расмлар) иккала ҳолатда ҳам ўзгарувчининг ортиши билан аввал қаттиқликнинг ортиши, кейин эса, уларнинг қиймати маълум миқдорга етгандан кейин, қаттиқликнинг камайиб бориши кузатилди. Бунинг сабаби температура ортиши билан аввал матрица пластик ҳолга келади, кейин суюқлана бошлайди, ундан кейин пухталовчи қаттиқ қотишма ҳам суюқланиб, матрица билан аралашиб кетади ва структура ўзгариши рўй бериб пайванд қатлам гетероген структурадан гомоген структурага ўтиб кетади.



- ▲ Тадқиқот лентаси
- ◆ ЛС-70Х3НМ лентаси

Босим -25 МПа; ток импульси вақти-0,08 с.; пауза вақти-0,14 с.; ленталарнинг қалинлиги -1 мм.

11-расм. Пайванд қатлам қаттиқлигининг ток кучига боғлиқлик графиги



- ЛС-5Х4В2МФС лентаси
- ▲ Ст45 лентаси

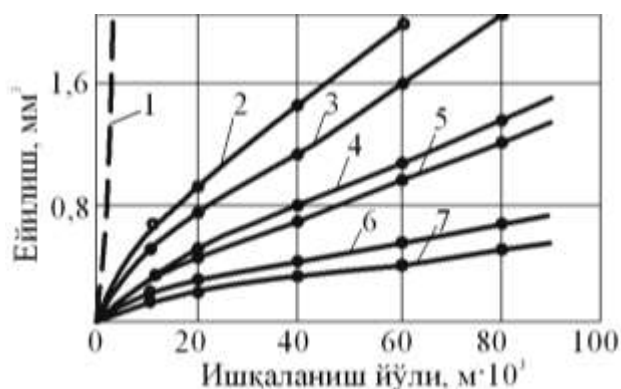
Босим-25 МПа; ток кучи-8 кА; пауза вақти-0,14 с.; ленталарнинг қалинлиги -1 мм.

12-расм. Пайванд қатлам қаттиқлигининг ток импульси вақтига боғлиқлик графиги

Ўтказилган тадқиқотлардан шакллантирилган кукунсимон композицион материалларни деталларнинг ейилган ишчи юзаларига контакт пайвандлашда сифатли пайванд чок олиш режимлари белгилаб олинди, булар босим кучи $P_{\text{пайв}} \geq 25$ МПа, ток кучи $I_{\text{пайв}} = 8-10$ кА, ток импульс вақти $t_{\text{пайв}} = 0,08-0,12$ с.

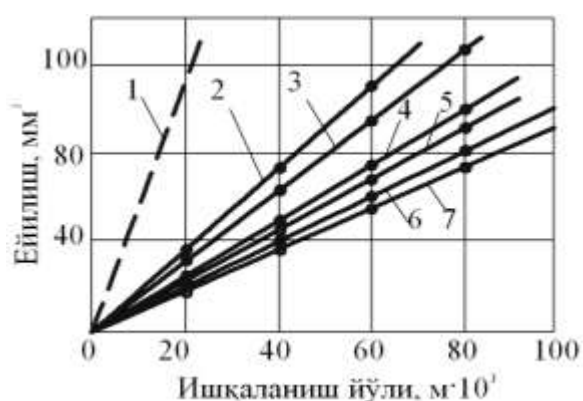
Диссертациянинг "Шакллантирилган кукунсимон композицион материаллар таркиби, улардан олинган қатламнинг структураси ва хоссаларини асослаш" деб номланган бешинчи бобида олинган қатламнинг структураси ва хоссаларини ўрганиш натижалари келтирилган.

Турли ейилишга чидамли материаллар билан пайвандлаб қопланган ва эталон сифатида қабул қилинган намуналарни, ҳамда улар билан ишқаланиш жуфтида ишлаган чўяннинг белгиланган тартибда ейилишга чидамлиликка синовдан ўтказиш натижалари қуйидаги 13- ва 14-расмларда келтирилган. Синовдан ўтказилган намуналарнинг ейилишга чидамлиликлари тобланган пўлат намунасининг ейилишга чидамлиликгига нисбатан солиштирилди.



1- 45 маркали пўлат; 2 - тадқиқот материали (30% ФХ–800) 3 - тадқиқот материали (50% ФБХ-6-2) 4 - ВК8 қотишмаси; 5 - Т5К10 қотишмаси; 6-Т15К6 қотишмаси; 7 - ВК3 қотишмаси.

13-расм. Қаттиқ қотишмалар ва пўлатнинг ейилиш жадалликлари



1- 45 маркали пўлат; 2 - тадқиқот материали (30% ФХ–800); 3 - тадқиқот материали (50% ФБХ-6-2); 4 - ВК8 қотишмаси; 5 - Т5К10 қотишмаси; 6 - Т15К6 қотишмаси; 7 - ВК3 қотишмаси билан.

14-расм. Чўяннинг қаттиқ қотишма ва пўлатга ишқаланишдаги ейилиш жадалликлари

Олинган натижалар қаттиқ қотишмали кукунсимон композицион материаллардан олинган пайванд қатламларнинг ейилишга чидамлилиги тобланган пўлатга нисбатан 31 мартагача юқори эканлигини кўрсатди. Шу билан бирга чўян колодкаларнинг қаттиқ қотишмалар билан қопланган намуналар билан ишқаланиш жуфтида ишлагандаги ейилиш жадаллиги тобланган пўлат билан ишлагандагига нисбатан 3-4 марта камлиги аниқланди. Ушбу натижалар ишқаланиш жуфтидаги деталнинг ейилиш тезлигининг камайиши, аввал тадқиқот олиб борган олимларнинг ишқаланиш жуфти учун энг қулай жуфтлик: қаттиқ қотишма-цементитланган пўлат ва қаттиқ қотишма-чўян материаллари деган хулосасини тасдиқлади.

Кукунсимон композицион материалларни пайвандлаб олинган қатламнинг структураси ва абразив ейилиш механизми ўрганилди. Натижада

пайванд қатламнинг гетероген структураси асосланди. Олинган пайванд қатлам таркибидаги қаттиқ қотишма заррасининг қаттиқлиги ва ўлчамларини абразив заррасининг қаттиқлиги ва ўлчамларига нисбатан асосланди. Пайванд қатлам структурасини ўрганиш натижалари олинган пайванд қатлам таркибидаги қаттиқ қотишмаларнинг ҳажмий миқдори 40-60% бўлиши кераклигини кўрсатди. Унинг оз ёки кўп миқдори ишқаланиш жуфти ва бирикманинг ишлаш шароитига боғлиқ бўлади. Шу билан бирга маълум турдаги бирикмалар учун ейилишга чидамли қатламнинг таркибидаги қаттиқ қотишма - 50% атрофида, никель асосли боғловчи - 30% атрофида ва тўлдирувчи - 20% атрофида бўлган таркиби асосланди (№1584276 ихтирочилик гувоҳномаси).

Диссертациянинг «**Ресурси оширилган деталларни ишлаб чиқариш синовидан ўтказиш натижалари ва уларнинг техник-иқтисодий самарадорлиги**» деб номланган олтинчи бобида деталларнинг ресурсини ошириш технологиясини ишлаб чиқиш ва уни техник-иқтисодий баҳолаш келтирилган.

Тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган технология асосида қайта тикланган деталлар ишлаб чиқариш синовларидан ўтказилди.

Ушбу мақсадда турли ишқаланиш ва ейилиш шароитида ишловчи ҳар хил шакл ва ўлчамдаги деталлар қайта тикланди ва синовдан ўтказилди. Масалан, олти йил давомида 30 кН классдаги тракторнинг пухталантирилган ғилдирак ўқи (8 дона), Т-28х4 трактори узатмалар қутисининг оралик ўқи (3 дона), ишчи юзасида шпонка уяси бор валлар (7 дона), МТЗ-80 ва ТТЗ-80 тракторларининг вал ва ўқлари (22 дона) каби деталлар ишлаб чиқариш синовидан ўтказилди. Ўтказилган синов даврида пухталантирилган ўқларнинг ейилиши белгиланган жоизлик доирасида бўлди. Тобланган пўлатдан тайёрланган ғилдирак ва каток ўқлари юқоридаги муддат ичида икки марта алмаштирилди ва ейилишнинг йиғинди қиймати 1,6 мм ни, узатмалар қутиси бирламчи валиники эса 1,1 мм ни ташкил этди. Шу ерда таъкидлаб ўтиш кераки, пухталантирилган ўқлар билан ишқаланиш жуфтида ишлаган втулкалар тобланган пўлатдан тайёрланган стандарт ўқлар билан ишлаган втулкаларга нисбатан 2-4 марта кам ейилган.

Олинган натижалар юқорида баён қилинган абразив ейилиш механизмини ва ейилишга чидамлилиқ бўйича тўпланган маълумотларнинг тўғрилигини тасдиқлади.

Ўтказилган лаборатория ва ишлаб чиқариш синовлари натижасида турли ишқаланиш шароитида ишлайдиган, турли шакл ва ўлчамларга эга бўлган ейилган деталларни юқори ейилишга чидамли шакллантирилган кукунсмон композицион материаллар билан қайта тиклаш технологиялари ишлаб чиқилди. Ушбу технологиялар асосида қайта тикланган деталларнинг ресурси машинанинг икки ва ундан ортиқ таъмирлашлараро ресурсга ортади.

Ушбу технологияни ишлаб чиқаришга тадбиқ этишдан олинадиган иқтисодий самарага қайта тикланган деталларни машинада бир неча таъмирлашлараро муддат ишлаши ҳисобига эришилади. Натижада

таъмирлаш учун эҳтиёт қисмлар сарфи камаяди, машиналарни таъмирлаш таннархи камаяди, машиналардан фойдаланиш самарадорлиги ортади, маҳсулот таннархи камаяди. Бир йилда 1000 дона ейилган детални шакллантирилган кукунсимон композицион материал билан контакт пайвандлаш усулида қайта тиклаш натижасида олиниши кутиладиган йиллик иқтисодий самара: янги эҳтиёт қисмга нисбатан 104186000 сўмни, 50ХФА пўлат лента билан қайта тиклашга нисбатан эса 23453000 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСАЛАР

«Қишлоқ хўжалиги техникалари деталлари ресурсини оширишнинг технология ва воситаларини такомиллаштириш» мавзусидаги техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Машиналарни таъмирлашда эҳтиёт қисмлар сарфини камайтириш мақсадида жаҳоннинг ривожланган мамлакатларида машиналарни эҳтиёт қисмлар билан таъминлашнинг 35-40 фоизгача қисми ейилган деталларни тиклаш хиссасига тўғри келгани ҳолда Республикамизда бу кўрсаткич жуда паст бўлиб қолмоқда ва бундан деталларнинг ресурсини янгисига нисбатан ортиқ бўлишини таъминлайдиган янги технологиялар ва технологик жиҳозларни яратиш, мавжудларини эса такомиллаштириш вазифаси вужудга келди.

2. Ейилган деталларни тиклашнинг бугунги кундаги ҳолатини ва ривожланиш истиқболларини ўрганиш, уларни тиклашда, олинган пайванд қатламнинг асосланган таркиби ва структураси орқали, деталларнинг ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мослигини таъминлашга доир илмий муаммони ҳал этиш йўлини белгилаб олиш имконини берди.

3. Ейилишга чидамлилиги бир неча марта орттирилган детали бўлган ишқаланиш жуфти бирикмасининг ресурси машинанинг таъмирлашлараро ресурсига солиштирилганда ресурснинг ҳар қандай ортиши ҳам кутилган самарани бермаслигини кўрсатди ва бу детал ва унинг ишқаланиш жуфти ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос равишда ортишини таъминлайдиган 1 дан 1,25 гача, 2,5 дан 2,75 гача, 4 дан 4,25 гача, 5,5 дан 5,75 гача каби қийматларини асослаш имконини берди.

4. Чокли контакт пайвандлаш усулининг бажарган иши, сарфланадиган энергия ва қуввати, иш унуми каби энергетик кўрсаткичларини таҳлил қилиш ейилган деталларни контакт пайвандлаб қоплаш жараёнининг режим ва технологик кўрсаткичлари орасидаги аналитик боғланишни аниқлаш ва бунинг натижасида деталларнинг ейилган юзаларига пайвандлаш материалларини сифатли қопланишини таъминлайдиган асосий режим кўрсаткичларини асослаш имконини берди.

5. Ейилган деталларни тиклаш учун кукунсимон материаллар аралашмасини полимер ёрдамида ёки қиздириб прокатлаш орқали шакллантириб кукунсимон композицион лента шаклида қўллаш усуллари ишлаб чиқилиб, ушбу кукунсимон композицион материалларни валсимон

деталларнинг ейилган ишчи юзасига контакт пайвандлаб қоплаш имкони яратилди.

6. Пайванд қатламнинг қалинлиги, пайвандланиш мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги каби технологик кўрсаткичларини контакт пайвандлаб қоплашнинг режим кўрсаткичларига боғланишларини аниқлаш натижасида пайвандлашдаги босим кучининг $P_{\text{пайв}} \geq 25$ МПа, ток кучининг $I_{\text{пайв}} = 8-10$ кА, ток импульси вақтининг $t_{\text{пайв}} = 0,08-0,12$ с га тенг бўлган режим кўрсаткичлари асосланди.

7. Шакллантирилган кукунсимон композицион материаллардан олинган пайванд қатламнинг ейилишга чидамлилигига таъсир этадиган қаттиқ қотишма зарраларининг ишқаланиш юзасида эгаллаган майдони 50 фоиздан ортиқ, пайванд қатлам таркибидаги қаттиқ қотишма зарраларининг ўлчами 200-400 мкм га тенг ва пайванд қатламнинг қаттиқлиги 12000 МПа дан юқори бўлиши кераклиги асосланди.

8. Ишқаланиш жуфти деталларидан бирининг ишчи юзасига таркибида турли қаттиқ қотишмалари бўлган композицион материалларни контакт пайвандлаб қоплаш натижасида олинган қатламларнинг ейилишга чидамлилиги тобланган пўлатга нисбатан 31 мартагача юқори бўлишига ҳамда қаттиқ қотишмаларнинг таъсирида абразив зарралар тез майдаланиб кетиши натижасида ишқаланиш жуфтидаги иккинчи детал юзасининг ҳам ейилишини оддий тобланган пўлат билан жуфтликда ишлагандагига қараганда 2-4 марта камайишига эришилади.

9. Олинган пайванд қатламларнинг макро- ва микроструктураси, ейилиш тезлиги, қалинлиги, қаттиқлиги ва пайвандланиш мустаҳкамлиги каби қатор технологик кўрсаткичлари ва уларга пайвандлаш режимларининг таъсирини ўрганиш кукунсимон композицион материалларнинг қишлоқ хўжалиги техникаларини тез ейилувчи деталлари бирикмасининг ресурсини машинанинг таъмирлашлараро ресурсига мос даражада ортишини таъминлайдиган таркибини асослаш имконини берди.

10. Ишлаб чиқилган "Вал" шаклидаги ейилган деталларни ва ишчи юзасида шпонка уяси каби чуқурчаси бор деталларни шакллантирилган кукунсимон композицион материал билан контакт пайвандлаб қоплаб тиклаш технологияларини ишлаб чиқаришга жорий этишдан, бир йилда битта қурилмада 1000 дона детални тиклаш ҳисобига, олиниши кутиладиган йиллик иқтисодий самара: янги эҳтиёт қисмга нисбатан 104186000 сўмни, 50ХФА пўлат лента билан тиклашга нисбатан эса 23453000 сўмни ташкил этишига эришилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК DSc 03/30.12.2019.Т.10.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

КОСИМОВ КАРИМЖАН

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ
УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ**

**05.07.02 – Эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной и
мелиоративной техники**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2020

Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2020.4.DSc/T314

Докторская диссертация выполнена в Андижанском машиностроительном институте и Андижанском институте сельского хозяйства и агротехнологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице по адресу: www.tiame.uz. и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу: www.ziynet.uz.

Научный консультант:

Худайбердиев Талибжан Салиевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Нуриев Карим Катибович,
доктор технических наук, профессор

Абралов Махмуд Абралович,
доктор технических наук, профессор

Рустамов Рахматали Муродович,
Доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский государственный транспортный университет

Защита состоится «__» _____ 2020 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.01 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по адресу: 100000, г. Ташкент, ул. Кари - Ниязи, 39. Тел./факс: (99871) 237-46-68,

e-mail: admin@tiame.uz

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства за № __, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кари - Ниязи, 39. Тел.: (+99871) 237-09-45; факс: (+99871) 237-46-68), e-mail: admin@tiame.uz.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2020 года
(Протокол рассылки № __ от «__» _____ 2020 года)



Б.С. Мирзаев,
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор.

Дж. Алижанов,
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, к.т.н., доцент.

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

Введение (аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мировой практике ведущее место занимает эффективное использование энергии и ресурсов, разработка и внедрение в практику технологии и технических средств, обеспечивающих их сбережение. Для возделывания различных сельскохозяйственных культур каждый год по всему миру с помощью различных машин по несколько раз обрабатывается более 1,6 миллиарда гектаров земли⁴, для этого используется много сельскохозяйственной техники, при этом расходуются горюче-смазочные материалы, трудовые ресурсы и запасные части. Поэтому снижение этих расходов и эффективное использование имеющегося парка машин является важной задачей.

Для эффективного использования машин внедрена система технического обслуживания и ремонта, при котором особое внимание уделяется количеству и качеству ремонта тракторов и сельскохозяйственной техники. В связи с различной надежностью, прочностью и ресурса деталей машины, высокой запыленности воздуха, прямым контактом деталей с почвой, сложности своевременного и качественного технического обслуживания возникает потребность ремонта сельскохозяйственной техники.

Основной причиной возникновения потребности ремонта машин является износ их деталей. В результате износа деталей снижается мощность и производительность машины, повышается расход горюче-смазочных материалов. При достижении определенного значения этих показателей, для их восстановления эти машины подвергаются ремонту. Основную часть ремонтных расходов составляет расходы на запасные части. Основным средством их снижения при ремонте машин является восстановление изношенных деталей. Поэтому в мире год за годом увеличивается объем восстановления изношенных деталей машин⁵.

Процесс восстановления изношенных деталей заключается в нанесении более износостойкого материала на их рабочие поверхности чем материал самой детали, эта дает возможность повышения ресурса восстановленной детали. Однако, на практике этой возможностью не пользуются в связи с научной необоснованности ресурса детали с учетом межремонтного ресурса машины. Поэтому **актуальным является** разработка и совершенствование технологии и средств восстановления, с нанесением износостойкого слоя на изношенные рабочие поверхности этих деталей, позволяющие увеличит их ресурс.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по

⁴ www.fao.org/docrep/018/i1688ri1688r03.pdf

⁵ www.agroru.com/blog/novinki_agromislennogo_kompleksa

дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлении ПП-2694 от 23 декабря 2016 года «О мерах дальнейшего реформирования и развития научно-технической базы сельского хозяйства в период 2016-2020 гг.», ПП-3117 от 7 июля 2017 года «О мерах дальнейшего развития научно-технической базы машиностроительной отрасли в сельском хозяйстве» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации⁶. Исследования, над проблемой снижения расхода запасных частей при ремонте машин, проводятся в мире в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях, в том числе в США, Англии, Германии, Италии, Австрии, Венгрии, Швеции, Швейцарии, России и Японии. В результате при ремонте машин доля восстановленных деталей в расходе запасных частей составляет в Японии – 40%, в США, Англии, Германии и Австрии – 30-35%. Для наплавки изношенных поверхностей деталей машин металлургическими заводами и объединениями, таких как “Castolin+Eutectic”, “Тулачермет”, “Торез”, “Бровари”, “Выкса” выпускаются различные по маркам и составу порошковые композиционные материалы, проволоки и ленты. Американская фирма «Caterpillar» восстановлением изношенных деталей получают большую прибыль.

Над проблемой повышения ресурса изношенных деталей при ремонте сельскохозяйственной техники широкомасштабную научно-исследовательскую работу ведут такие научные центры, как Всероссийский научно-исследовательский технологический институт эксплуатации и ремонта машино-тракторного парка, институт электросварки имени Патона на Украине, Башкирский государственный аграрный университет, Белорусский государственный агротехнический университет, Ташкентский государственный технический университет, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологии, Гулистанский государственный университет, Ташкентский государственный транспортный университет и др.

Для повышения эффективности использования тракторов высокой мощности и сложных сельскохозяйственных машин в мире проводятся исследования по следующим приоритетным направлениям: модернизация систем технического обслуживания и ремонта машин; улучшение быстроизнашиваемых деталей в конструктивном, технологическом и

⁶Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации осуществлялся на основе: <http://www.greatplainsag.com/ru /354/vertical-tillage-fall>; <https://www.uni-hohenheim.de/institution/institut-fuer-agrartechnik>; <http://study.com/ agriculture schools.html>; http:// www.agr. unizg.hr/en/article/337/department_of_agricultural_engineering; https:// en.wikipedia. org/wiki/ Texas_A%26M_University; <https://www.tamu.edu/>; <http://english.cau.edu.cn/col/col5408/ index.html> и других источников.

материаловедческом направлении; разработка перспективных технологий восстановления деталей работающих в условиях трения с целью увеличения их ресурса; разработка новых видов наплавочных материалов.

Степень изученности проблемы. Для снижения расхода запасных частей при ремонте машин весомую роль играет восстановление изношенных деталей, разработаны ряд способов восстановления изношенных деталей машин. Разработкой технологий восстановления изношенных деталей немалый вклад внесли такие ученые как М.Спенсер, Д.Хейнз, братья Студди, Dj.C.Taylor, M.M.Tenenbaum, V.N.Tkachov, А.И.Селиванов, В.И.Черноиванов, А.В.Поляченко, Е.Л.Воловик, В.М.Кряжков, И.С.Левитский, Н.Н.Дорожкин, Ю.Н.Петров, И.Е.Ульман и многие другие.

В нашей Республике над модернизацией систем технического обслуживания и ремонта машин, изучением причин, видов и количества износа деталей, разработкой мер борьбы против изнашивания и технологии восстановления изношенных деталей машин проводили исследования Ш.У.Юлдашев, Т.С.Худайбердиев, Ш.А.Шообидов, К.К.Нуриев, Г.Р.Рахманов, Т.У.Абдурахимов, П.С.Мамаджанов и другие.

Несмотря на проведенные плодотворные работы республиканских и зарубежных ученых в области изучения причин изнашивания деталей, работающих в условиях трения и разработки способов восстановления для повышения ресурса деталей, из-за проблем при разработке перспективных технологии восстановления, технологического оборудования, способов, выбора состава наплавочных материалов и необоснованности ресурса восстановленных деталей в отношении межремонтного ресурса машин не нашли широкое применение в производстве. Недостаточно изучены научно-практические задачи увеличения ресурса восстанавливаемых деталей в соответствии с межремонтным ресурсом машины, с нанесением износостойкого слоя в несколько раз превышающий износостойкость новой детали и поэтому исследования проводимые по этому направлению является актуальной.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры «Технология металлов и детали машин» Андиганского сельскохозяйственного института по госбюджетной теме «Разработка технологии восстановления и повышения прочности изношенных деталей машин с применением перспективных порошковых материалов» (2001-2005), по научным проектам в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики П. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение» под номером № ЗИ-5-04 «Освоение технологии повышения износостойкости деталей сельхозмашин» (2003-2004), а также ИК-2014-5-19. «Внедрение в производство технологии увеличения износостойкости деталей сельскохозяйственной техники» (2014–2015).

Целью исследования является совершенствование технологии и средств восстановления и увеличения ресурса изношенных деталей сельскохозяйственной техники контактной приваркой порошковых композиционных материалов на их рабочие поверхности.

Задачи исследования:

с целью совершенствования технологию увеличения ресурса деталей сельскохозяйственной техники изучения и анализ видов и величин износа деталей;

разработка теоретических основ повышения ресурса изношенных деталей сельскохозяйственной техники и методики определения уровня повышения ресурса восстановленных деталей в отношении с межремонтным ресурсом этих машин;

определение зависимостей режимных и технологических показателей наплавленных слоев порошковыми композиционными материалами контактной приваркой на изношенные рабочие поверхности деталей;

изучение и анализ состава и структур наплавленных слоев композиционными материалами, а также обоснование их технологических показателей;

разработка технологий восстановления деталей машин контактной приваркой, обеспечивающих снижение себестоимости ремонта и увеличение ресурса деталей и сопряжений;

оценка экономических показателей разработанной технологии.

Объектом исследований являются детали сельскохозяйственной техники, работающие в условиях трения, порошковые композиционные материалы для восстановления изношенных поверхностей деталей и технологические процессы восстановления изношенных деталей.

Предметом исследований являются процессы изнашивания деталей сельскохозяйственной техники, аналитические зависимости процесса изнашивания, режимные и технологические показатели процесса восстановления изношенных деталей, а также закономерности их изменения, ресурсные показатели восстановленных деталей.

Методы исследований. При проведении исследований использовались показатели надежности машин, основы трения и изнашивания, фундаментальные законы и положения математики и физики. Научные исследования проводились на основе правил классической механики, математического анализа и методов, экспериментальные исследования по правилам и методикам установленные по стандартам ГОСТ 5640-68, ГОСТ 10243-75, ГОСТ 23.224-86, ГОСТ 27611-88, ГОСТ 18895-97, ГОСТ 9013-59. Полученные результаты оценивались с помощью правил математической статистики и компьютерных программ Word и Excel.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана технология восстановления рабочих поверхностей изношенных деталей контактной приваркой порошковых композиционных материалов;

обоснован состав порошкового композиционного материала для восстановления рабочих поверхностей изношенных деталей с учетом управления толщины, структуры и износостойкости наплавленного слоя

разработан способ восстановления деталей тел вращения наплавкой твердосплавных порошковых композиционных материалов;

определена ширина рабочей поверхности ролика-электрода в зависимости от ширины ленты спеченного порошкового композиционного материала при восстановлении поверхностей изношенных деталей контактной приваркой;

обоснована гетерогенная структура наплавленного порошковым композиционным материалом слоя, обеспечивающий увеличения ресурса деталей сельскохозяйственной техники;

разработана методика определения уровня повышения ресурса изношенных деталей машин в отношении с их межремонтным ресурсом.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

обоснован состав порошкового композиционного материала, предназначенный для получения наплавленного слоя с гетерогенной структурой обеспечивающий увеличения ресурса восстановленной детали;

разработаны способы восстановления изношенных деталей машин контактной приваркой порошковыми композиционными материалами в виде узкой ленты;

разработан способ восстановления деталей, работающие в условиях абразивного изнашивания, наплавкой композиционного материала с определенным составом, обеспечивающим увеличение ресурса восстановленной детали;

внедрение в производство разработанной технологии обеспечивает сокращение простоев машины из-за износа деталей, увеличивает эффективности использования машины, повышает уровень условия работы рабочих;

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что теоретические исследования проведены на основе фундаментальных закономерностей и правил теоретической механики и высшей математики; применением в практику выводов, предложений и рекомендации, полученных в результате лабораторных и производственных опытов, адекватностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке научно-технологических основ восстановления изношенных деталей, обеспечивающих увеличение ресурса деталей пары трения в соответствии с межремонтным ресурсом машины.

Практическая значимость результатов исследования заключается во внедрении в производство технологии восстановления изношенных деталей наплавкой порошковых композиционных материалов, обеспечивающих

сокращение простоев машин из-за износа деталей, увеличивающих эффективности использования машины, сокращение расходов запасных частей и в результате снижается себестоимость ремонта машин.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по повышению ресурсов деталей сельскохозяйственной техники:

разработанная технология восстановления изношенных деталей контактной приваркой порошковых композиционных материалов внедрены в производство в МТП Андижанского района и ООО «Ак-яр XXI (Справка Министерства сельского хозяйства под № 02/023-433 от 10.02.2020 г.). В результате создана возможность восстановления и повышения ресурса изношенных деталей при ремонте сельскохозяйственной техники.

разработанная технология восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники контактной приваркой внедрены в производство в МТП Пахтаабадского и Избосканского районов (Справка Министерства сельского хозяйства под № 02/023-433 от 10.02.2020 г.). В результате создана возможность снижения себестоимости восстановленных деталей на 20-60 % по сравнению со стоимостью новой детали, повышения ресурса восстановленных деталей на 2-3 раза;

получено авторское свидетельство на способ электроконтактной наплавки порошкообразных материалов (“Способ электроконтактной наплавки порошкообразных материалов” А.С. № 1459859 – 1988 г.). В результате этого получена возможность разработать технологию восстановления изношенных деталей типа “вал” контактной наплавкой с применением сформованных порошковых композиционных материалов;

получено авторское свидетельство на состав для наплавки (“Состав для наплавки” А.С. № 1584276 – 1990 г.). В результате этого получена возможность увеличения ресурса детали пары трения до 6 раз, снижения расхода наплавочных материалов до 3-4 раз.

разработанная технология восстановления изношенных деталей контактной приваркой порошковых композиционных материалов внедрена в производство акционерным обществом «БМКБ Агромаш» (Справка Министерства сельского хозяйства под № 02/023-433 от 10.02.2020 г.) для разработки деталей машин работающие в условиях трения с наплавленными рабочими поверхностями. В результате создана возможность при проектировании сельскохозяйственной техники проектировать и изготавливать детали, работающие в условиях трения, с повышенным ресурсом.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований были обсуждены на 18 научно-практических конференциях, в том числе 6 международных и 12 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 43 научных работах, из них 2 монографии, 2 рекомендации, 3 авторских изобретения, в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации

основных научных результатов докторских диссертаций – 12, в том числе 6 – в республиканских и 6 – в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, список использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 190 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы его цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрываются их научная и практическая значимость, приводятся сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов работы по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Постановка проблемы и задачи исследований»** проведены анализы условий работы сельскохозяйственной техники, состояния работ по техническому обслуживанию и ремонта машин, виды и количество износа деталей машин, технологии восстановления изношенных деталей и наплавочные материалы, основных направлений повышения ресурса деталей и научно-практические работы, проводимые в нашей республике и за рубежом, по этому направлению, а также сформированы цель и задачи исследований.

В настоящее время, научно-практические вопросы снижения расходов запасных частей за счет восстановления изношенных деталей, а также повышения ресурса деталей за счет обеспечения необходимой износостойкости наплавленного слоя при ремонте сельскохозяйственной техники комплексно не исследованы. В результате, в республике, до сих пор сохраняется высокий уровень расхода запасных частей и низкий уровень восстановления изношенных деталей, при ремонте сельскохозяйственной техники.

Проведенные анализы показали, что в процессе ремонта сельскохозяйственной техники, для повышения качества ремонта, снижения трудовых ресурсов и запасных частей можно достичь, совершенствованием технологии и средств восстановления изношенных деталей и применением перспективных композиционных материалов.

Во второй главе «Теоретические основы увеличения ресурса деталей и показателей износостойкого наплавленного слоя» приведены теоретические основы увеличения ресурса изношенных деталей и аналитические зависимости между режимными и технологическими показателями способа контактной приварки.

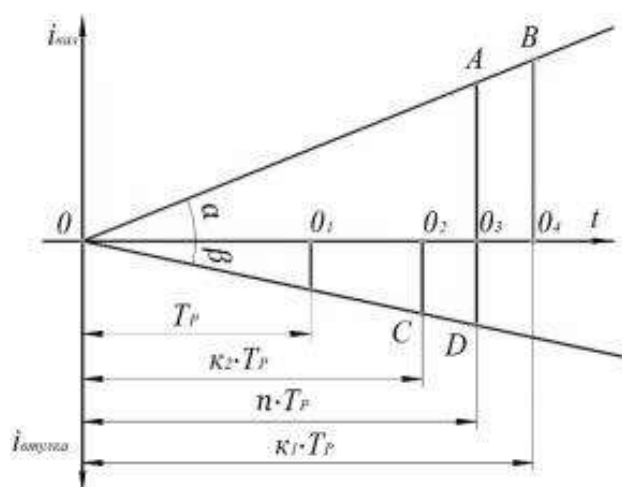
Существует два направления в процессе восстановления и упрочнения изношенных деталей машин в решениях задач повышения их ресурса.

Первое состоит в повышении ресурса наиболее быстро изнашиваемых деталей машин до уровня превышающего весь срок службы машины, второе состоит в том, что средние сроки службы различных деталей одной и той же машины должны быть кратными между собой и межремонтному периоду работы машины.

Анализы показали, что решить задачу второго направления, задачу обеспечения необходимого ресурса быстро изнашиваемых деталей машин, можно более эффективным путем, путем кратного увеличения ресурса упрочняемой детали, в отношении межремонтного ресурса машины.

Если другие свойства деталей кроме износостойкости не приводят к истощению срока службы, то износостойкость отражает их ресурс. Поэтому во многих случаях в равной мере используются понятия износостойкость или ресурс деталей машин.

Известно, что процесс износа деталей изучается в три периода. Первый из них период приработки, второй период нормальной работы, третий период интенсивного (катастрофического) изнашивания. Период нормальной работы происходит равномерно и долго. Поэтому считается, что второй период работы деталей графически можно изобразить прямолинейно. Исходя из этого, для определения ресурса детали и сопряжения пары трения в отношении с межремонтным ресурсом машины рассмотрим нижеследующую условную схему (рис.1).



где
 $i_{вал}$ – величина износа вала, мм;
 $i_{штулка}$ – величина износа втулки, мм;
 t – время работы деталей, час;
 T_p – межремонтный ресурс машины;
 k_1 – износостойкость вала, раз;
 k_2 – износостойкость втулки, раз;
 n – коэффициент, отражающий ресурс соединения пары трения.

Рис.1. Схема определения скорости изнашивания деталей пары трения.

Из треугольника $OB O_4$ видно, что в период работы детали OO_4 количество износа будет равно BO_4 . Тогда скорость износа вала определяется по формуле:

$$\epsilon_{вал} = \frac{BO_4}{OO_4} = \frac{i_{вал}}{k_1 \cdot T_p} \quad (1)$$

Также из треугольника $OC O_2$ можно определить скорости износа втулки:

$$\epsilon_{втулка} = \frac{CO_2}{OO_2} = \frac{i_{втулка}}{k_2 \cdot T_p} \quad (2)$$

На основе изучения и анализа схем изображающие ресурсы деталей

пары трения, составленные известными учеными А.И.Селивановым, Ш.У.Юлдашевым и А.С.Прониковым, составлена схема для определения эффективности использования деталей с повышенным ресурсом (рис.2).

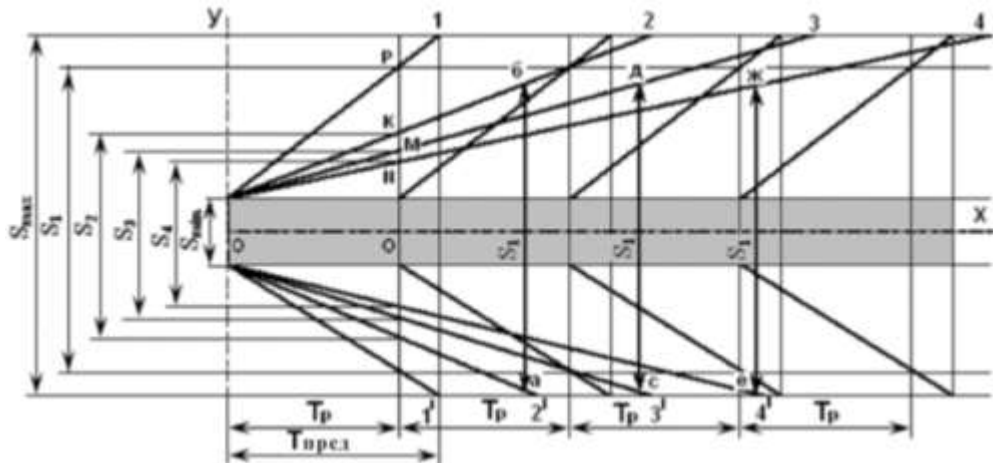


Рис.2. Схема для определения эффективности использования деталей с повышенным ресурсом.

Если при ремонте изношенная деталь заменена новой, то после проработки до предельного срока службы $T_{пред}$ зазор между парой трения увеличится от S_{min} до S_{max} . Однако, обычно зазор не достигает до значения S_{max} и машину отправляют на следующий ремонт. В этом случае зазор будет равен S_1 при ресурсе $-T_p$. По установленным нормам среднее значение межремонтного ресурса машины будет равен $T_p \approx 0,8 \cdot T_{пред}$. При этом значения износов пары трения будут равны соответственно $i_{вал}$ и $i_{втулка}$.

Если с помощью наплавки нанесен на рабочую поверхность вала износостойкий слой и тем самым увеличен его ресурс на k_1 , то соответственно ресурс втулки увеличится на k_2 . При этом ресурс втулки увеличивается из-за правильно выбранного соответствующей марки чугуна или закаленной стали для второй детали пары трения. Иначе скорость изнашивания втулки может увеличиться. Тогда на основе вышеприведенных рисунков 1 и 2, также выражений (1) и (2) суммарное значение износа сопряжения будет равно:

$$i_{сопр} = S_1 - S_{min} = i_{вал} + i_{втулка} = k_1 \cdot T_p \cdot tg\alpha + k_2 \cdot T_p \cdot tg\beta = T_p(k_1 \cdot tg\alpha + k_2 \cdot tg\beta) \quad (3)$$

Определения ресурса сопряжения при использовании упрочненной детали. Для этого вносится новый коэффициент износостойкости сопряжения n . Тогда суммарное значение износа сопряжения будет равно:

$$i_{сопр} = n \cdot T_p(tg\alpha + tg\beta) \quad (4)$$

Из выражения 3 и 4 получим:

$$T_p(k_1 \cdot tg\alpha + k_2 \cdot tg\beta) = n \cdot T_p(tg\alpha + tg\beta) \quad (5)$$

Из этого равенства определяем коэффициент n :

$$n = \frac{k_1 \cdot tg\alpha + k_2 \cdot tg\beta}{tg\alpha + tg\beta} \quad (6)$$

После преобразований с помощью выражений 3 и 4 получим:

$$n = \frac{k_1 \cdot k_2 (i_{\text{вал}} + i_{\text{штулка}})}{k_2 \cdot i_{\text{вал}} + k_1 \cdot i_{\text{штулка}}} \quad (7)$$

Рассмотрены некоторые частные случаи.

1. Если скорости износа вала и втулки пары трения принять равным $i_{\text{вал}} = i_{\text{штулка}}$, тогда коэффициент интенсивности изнашивания сопряжения будет равен:

$$n = \frac{2 \cdot k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \quad (8)$$

Используя выражения (8) и при условии $k_1 = 2$, $k_2 = 1,5$ определен коэффициент износостойкости сопряжения

$$n = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1,5}{2 + 1,5} = 1,72, \text{ или } T_1 = n \cdot T_p = 1,72 \cdot T_p$$

Из полученного результата можно заключить, что при двух кратном увеличении износостойкости одной детали невозможно достичь двукратного увеличения ресурса сопряжения пары трения.

Теперь рассмотрим вариант, когда износостойкость вала увеличена в 3 раза ($k_1 = 3$, $k_2 = 2$).

$$n = \frac{2 \cdot 3 \cdot 2}{3 + 2} = 2,4, \text{ или } T_1 = n \cdot T_p = 2,4 \cdot T_p$$

Также можно продолжать эти расчеты при следующих значениях увеличения износостойкости деталей пары трения.

Анализ результатов полученных на основе вышеприведенной схемы (рис.2) показал, что при капитальном ремонте первый изношенный деталь заменяется деталью, износостойкость которого увеличена двукратно, ресурс этой детали увеличится двукратно. При этом ресурс сопряженной второй детали увеличивается 1,5 кратно (эти результаты приведены в соответствии с 3-рисунком, полученный на основе лабораторных исследований). На рис. 3 приведены материалы упрочненной поверхности вала: 1-сталь 45; 2-сталь 65Г; 3- сталь У10; 4-порошковый материал «Сормайт-27»; 5- композиционный материал (30% ПГ-ФХ-800); 6- композиционный материал (50% ПГ-ФБХ-6-2); 7- твердый сплав ВК8; 8-твердый сплав Т15К10; 9- твердый сплав Т15К6; 10- твердый сплав ВК3.

Из рис. 2 видно, что эти детали с двух и полтора кратным увеличенным ресурсом работают в машине до следующего капитального ремонта. При этом из-за недостаточности этих ресурсов до следующего капитального ремонта машины эти детали выбраковывают при этом же ремонте.

Также из рис. 2 видно, что ресурс сопряжения с деталями трехкратной увеличенной износостойкостью хватает до второго межремонтного ресурса машины, а ресурс сопряжения с деталями четырехкратной увеличенной износостойкостью хватает до третьего межремонтного ресурса.

Из вышеприведенного можно сделать вывод, что увеличивая износостойкость деталей до 2,5 раза, невозможно использовать сопряжения

этой детали двух и более межремонтного ресурса машины.

Расположив эти полученные результаты в числовую ось можно получить следующую схему (рис.4). Из этой схемы можно определить соответствующие значения ресурса деталей с межремонтным ресурсом машины. В частности, целесообразные значения износостойкости детали соответствуют от 1,0 до 1,25; от 2,5 до 2,75; от 4,0 до 4,25; от 5,5 до 5,75 и т.д. и они обеспечивают увеличения ресурса сопряжения в соответствии с 1-, 2-, 3- и 4- межремонтным ресурсом машины. Эти границы установлены в соответствии с значениями T_p и $T_{пред}$ (рис.2).

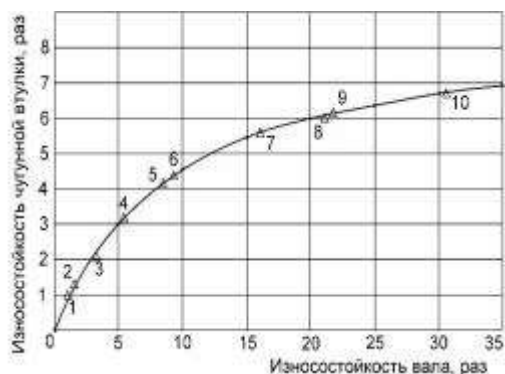


Рис. 3. Зависимость износостойкости упрочненного наплавкой вала и чугунной втулки в паре трения.

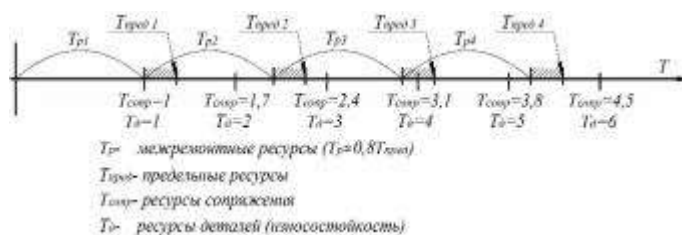


Рис.4. Схема расположения ресурсов детали, сопряжения, предельного и межремонтного в оси времени.

Этим создается возможность управления ресурсом деталей сопряжения в соответствии с межремонтным ресурсом машины. Все эти вышеприведенные служат методикой управления ресурсами деталей сопряжения в соответствии с межремонтным ресурсом машины.

Обоснование режимных и технологических показателей контактной приварки. В машиностроении широкое применение получил способ контактной сварки. Поэтому при восстановлении изношенных деталей машин способ контактной приварки металлического слоя имеет большое значение.

При изучении мощностного баланса электроконтактной приварки спеченного порошкового композиционного материала получена аналитическая зависимость между режимными и технологическими показателями процесса наплавки.

$$U_{св} \cdot I_{св} = \pi \cdot d \cdot n \cdot P_c \cdot v_s \cdot (H_{км} - h_1) \quad (9)$$

где $U_{св}$ - напряжение сварочного тока, В; $I_{св}$ - сила сварочного тока, А; d - диаметр детали, м; n - число оборотов детали, об/с; v_s - продольная скорость каретки, м/об; P_c - сила давления, Н/м²; $H_{км}$ - толщина порошкового композиционного материала, м; h_1 - толщина наплавленного слоя, м.

В третьей главе приведены «Программа и методика экспериментальных исследований» по восстановлению изношенных

деталей машин и увеличению их износостойкости. Для оценки эффективности увеличения ресурсов восстановленных деталей выбраны методы, определены и модернизированы методики проведения лабораторных и производственных испытаний по определению технологических показателей контактной приварки порошковых композиционных материалов. В частности, разработаны установка для износных испытаний вращающихся деталей в масляной среде, и методика обкатки для определения прочности сцепления наплавленного слоя. Результаты испытаний обработаны по правилам математической статистики.

В четвертой главе под названием «Результаты исследований технологии получения наплавленного слоя из порошковых композиционных материалов и изучения свойств этих слоев в лабораторных условиях» приведены вопросы, совершенствования технологии контактной приварки сформованных порошковых композиционных материалов, обоснование перспектив использования способа контактной приварки для повышения ресурса деталей, результаты изучения прочности сцепления и твердости покрытия, полученные наплавкой порошкового композиционного материала.

Исследования по совершенствованию технологии контактной приварки спеченных порошковых композиционных материалов показал, что при подаче порошковых материалов в зону сварки их можно использовать в виде узкой ленты. При изготовлении сформованного порошкового композиционного материала сначала использовали полимерного связующего. Преимуществом приведенного способа является непрерывное восстановление изношенной поверхности детали по винтовой линии. В последующих исследованиях установлено, что порошковый композиционный материал можно подать в зону сварки без полимерного связующего, в виде спеченной узкой ленты. Для подачи этой ленты в зону сварки разработано специальное приспособление.

Обычно при восстановлении наружных поверхностей деталей вращения контактной приваркой стальной ленты рабочая ширина ролика-электрода принимают 4-6 мм. Из-за различия свойств спеченной порошковой композиционной ленты и свойств стальной ленты, при приварке спеченной ленты использовать такого ролика-электрода не удалось. В результате проведенных исследований для решения этой задачи получена зависимость между шириной спеченной порошковой композиционной ленты и шириной рабочей части ролика-электрода:

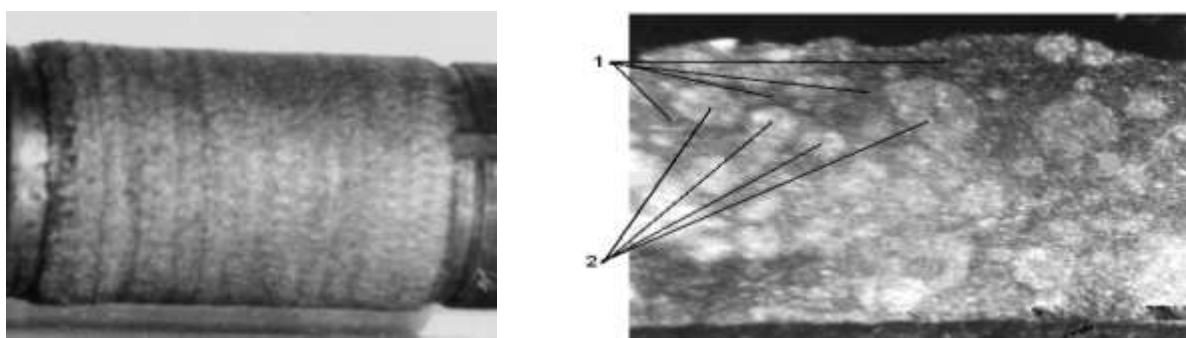
$$B_p \geq b_{кл} \left(\frac{0,5b_{нл} + 3}{b_{нл} - 0,6} + \frac{1}{2} \right), \quad (10)$$

где $b_{нл} < 10$ мм – ширина спеченной порошковой композиционной ленты, мм ($b_{нл} = 4 \dots 6$ мм), B_p – ширина рабочей поверхности ролика-электрода, мм.

При приварке спеченной композиционной ленты на наружной поверхности детали образуется тонкий наплавленный по винтовой линии

слой (рис.5). Полученный металлический слой состоит из связующей-матрицы, функционального наполнителя и упрочняющей фазы.

Для проведения исследований выбраны несколько марок и типов порошкового материала. Из смесей этих порошков в определенной пропорции изготовлены сформованные композиционные материалы. Например, для связующей-матрицы (до 30%) использовали самофлюсующиеся сплавы на основе никеля-с температурой плавления около 1450°C , в виде функционального наполнителя (около 20%) порошки железа – с температурой плавления до 1480°C и как упрочняющей фазы (до 50%) сплавы хрома, титана и вольфрама – с температурой плавления соответственно 1890°C , 3260°C , 2720°C .



1- связующий - матрица; 2- частицы упрочняющего твердого сплава.

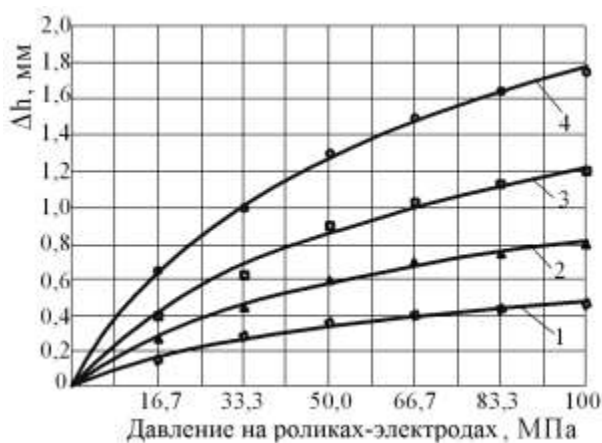
Рис.5. Образец детали с наплавленной спеченной порошковой композиционной лентой и его поперечное сечение (x100)

При наплавке сила сварочного тока и время импульса выбирается таким образом, чтобы выделяемая тепловая энергия обеспечивала такую температуру в сварочной ванне, которая достаточна для плавления только связующей-матрицы и функционального наполнителя. Такая температура намного ниже чем температура плавления частиц твердого сплава. Этим сохраняется их целостность. Под действием давления на роликах-электродах и температуры расплавленная матрица обеспечивает прочное сцепление частиц твердого сплава между собой и наплавленного слоя с основной деталью.

Выбирая состава порошкового композиционного материала, размеры частиц порошка, процентное содержание каждого составляющего можно в широком диапазоне управлять свойством наплавленного слоя.

Проведенные эксперименты по изучению закономерностей взаимосвязи между режимными и технологическими показателями наплавленного слоя, полученный контактной приваркой спеченных порошковых композиционных материалов показали следующие результаты.

Сначала изучались толщина наплавленного слоя полученного контактной приваркой порошково-полимерного материала. В нижеследующих 6- и 7- рисунках приведены результаты изучения зависимости между толщинами сформованного с помощью полимера порошковой композиционной ленты и полученного из них наплавленного слоя.



Толины лент:

1 – 0,60 мм; 2 – 1,10 мм;

3 – 1,50 мм; 4 – 2,40 мм.

Рис.6. График деформации порошково-полимерной ленты от давления на роликах-электродах



Размеры частиц порошкового

материала: 1 - 0,500...0,630 мм; 2 -

0,400...0,500 мм; 3 - 0,280...0,400 мм; 4 -

0,160...0,280 мм; 5 – 0...0,160 мм.

Рис.7. Зависимость между толщинами порошково-полимерной ленты и наплавленного слоя

Проведенные исследования показали, что толщина наплавленного слоя может быть от 0,1 до 1,5 мм. При этом припуски на механическую обработку наплавленного слоя полученной контактной приваркой составляет 30-50% всей толщины слоя. Этим обеспечивается 50-70% ный коэффициент использования металла. Таким образом при восстановлении изношенных деталей способ контактной приварки обеспечивает в 3-4 раза меньше расхода металла и соответственно снижает припуски на механическую обработку.

При применении спеченной порошковой композиционной ленты из-за отсутствия полимерного связующего и более компактного расположения частиц порошков давление на роликах-электродах оказывает более меньшее влияние на толщину ленты. Поэтому при наплавке минимальное значение давления на роликах-электродах будет достаточным для обеспечения стабильности процесса (рис.8).

Полученная зависимость показала, что электрическое сопротивление спеченного порошкового композиционного материала обратно пропорционально давлению на роликах-электродах. При увеличении давления до 25 МПа наблюдалось резкое снижение электрического сопротивления. При дальнейшем увеличении давления выше чем 25 МПа изменение электрического сопротивления стабилизируется от $2 \cdot 10^{-5}$ Ом·м до $1,5 \cdot 10^{-5}$ Ом·м. Эти значения электрического сопротивления $R \geq 25$ МПа обеспечивают качественное прохождения процесса контактной приварки.

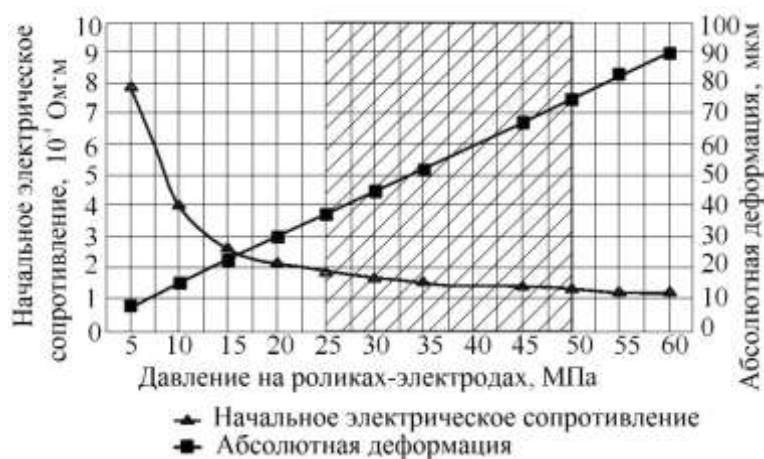
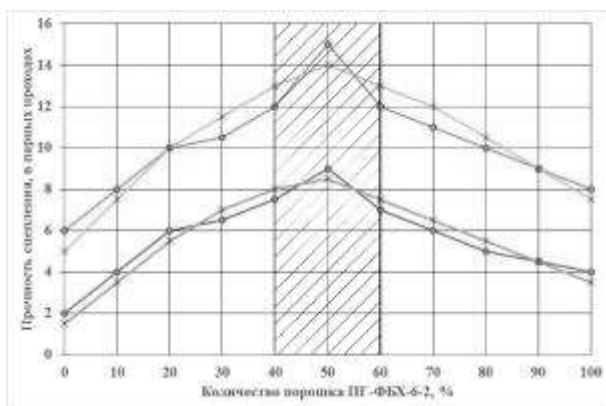


Рис.8. График зависимости электрического сопротивления и абсолютной деформации порошкового композиционного материала от давления на роликах-электродах

Последующие эксперименты проводились для определения прочности сцепления наплавленных слоев способом обкатки. Изучена влияния количества составляющих, в порошковом композиционном материале, на прочность сцепления наплавленного слоя получена следующая зависимость (рис.9).

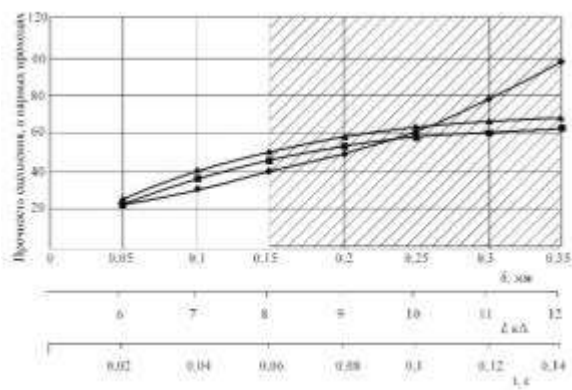
Из графика видно, что при количестве твердого сплава около 50% в составе порошкового композиционного материала прочность сцепления наплавленного слоя будет самой высокой.

Графики прочности сцепления наплавленного слоя в зависимости от толщины слоя, силы тока и времени импульса тока приведены на рис. 10.



- 1 –начало разрушения;
- 2 –начало интенсивного разрушения;
- × - теоретическая кривая;
- –экспериментальная линия.

Рис.9. Графики зависимости прочности сцепления наплавленного слоя от количества твердых сплавов



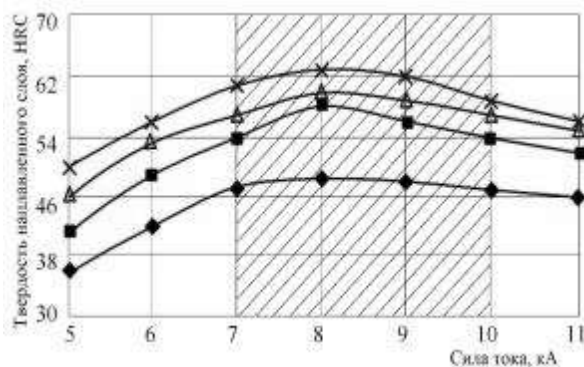
- ◆ - в зависимости от толщины слоя;
- - в зависимости от силы тока;
- ▲ - в зависимости от времени импульса тока.

Рис.10. Графики зависимости прочности сцепления наплавленного слоя от режима наплавки

С увеличением силы тока с 5 до 11 кА и времени импульса тока с 0,02 до 0,14 с. прочность сцепления наплавленного слоя сначала увеличивается, а

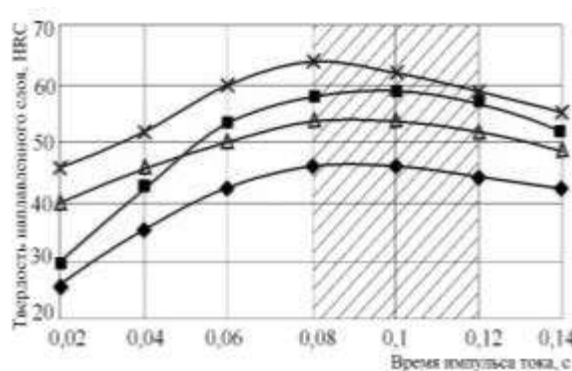
потом начинает уменьшаться. С увеличением толщины слоя прочность сцепления увеличивается по определенной закономерности. В результате определены минимальные значения силы и импульса тока ($I_{св} = 8 \text{ кА}$; $t_{имп} = 0,08 \text{ с.}$) обеспечивающие необходимую прочности сцепления наплавленного слоя с основным металлом восстанавливаемой детали.

Изучены твердости приваренных покрытий с различным составом присадочного материала (рис. 11 и 12) в зависимости от силы тока и времени импульса тока. При этом установлено, что с увеличением силы и времени импульса тока твердость наплавленного слоя с начала увеличивается, а потом начинает уменьшаться. Это объясняется таким образом, что при постепенном увеличении факторов температура в сварочной ванне увеличивается и вместе этим матрица композиционного материала сначала переходит в пластическое состояние, а потом начинает плавиться. В последующем увеличении температуры упрочняющая фаза также начинает плавиться и смешивается с жидкой матрицей. Происходит нежелательное структурное изменение с переходом гетерогенной структуры в гомогенную.



▲ Экспериментальная лента
 ■ ЛС-5Х4В2МФС
 ◆ ЛС-70ХЗНМ
 Давление -25 МПа; время импульса тока-0,08 с.; время паузы-0,14 с.; толщина ленты- 1 мм.

Рис.11. График зависимости твердости наплавленного слоя от силы тока



◆ ЛС-70ХЗНМ
 ■ ЛС-5Х4В2МФС
 ✕ Сталь 45
 Давление-25 МПа; сила тока-8 кА; время паузы-0,14 с.; толщина ленты – 1 мм.

Рис.12. График зависимости твердости наплавленного слоя от времени импульса тока

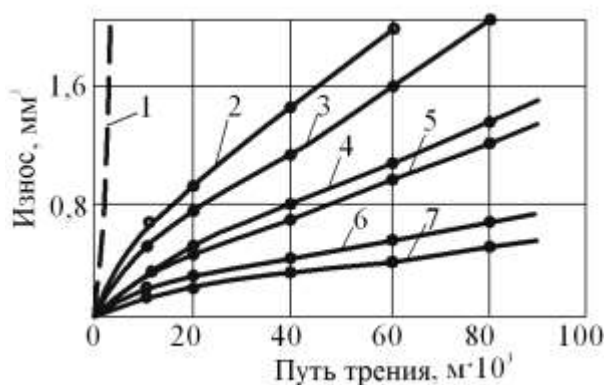
По результатам проведенных исследований получены режимы (давление на ролик-электроды $P_{пайв} \geq 25 \text{ МПа}$, сила тока $I_{пайв} = 8-10 \text{ кА}$, время импульса тока $t_{пайв} = 0,08-0,12 \text{ с.}$) и составы композиционных материалов, обеспечивающие получения качественного покрытия.

В пятой главе под названием «Обоснование состава спеченных порошковых композиционных материалов, структуры и свойств наплавленного слоя» приведены результаты изучения износостойкости, структуры и свойств наплавленного слоя.

Здесь приводятся результаты изучения интенсивности изнашивания образцов на рабочие поверхности которых наплавлены различные по составу

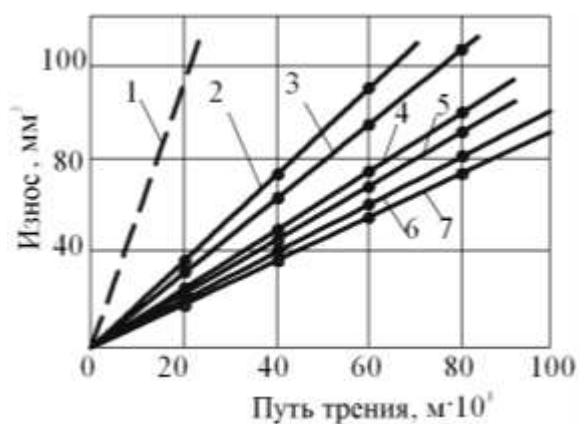
материалы и образцы из стали 45, а также износостойкости второй чугунной детали пары трения (рис. 13 и 14). Они сопоставлены с интенсивностью изнашивания закаленного стального образца.

Результаты показали, что износостойкость некоторых деталей с покрытием из композиционного твердосплавного материала до 31 раза выше, чем закаленной стали. При этом результаты показали, что интенсивность изнашивания чугунных колодок работавшие в паре трения с образцами наплавленными твердыми сплавами 3-4 раза ниже, интенсивности изнашивания этих колодок работавшие с закаленными сталями. Этими результатами подтверждены выводы ученых, работающие по этому направлению, что для деталей, наплавленных твердыми сплавами, самыми подходящими материалами для пары трения являются твердый сплав – цементованная сталь и твердый сплав –чугун.



- 1- закаленный сталь 45;
- 2 – спеченный композиционный материал (30% ФХ–800);
- 3 – спеченный композиционный материал (50% ФБХ-6-2); 4 – сплав ВК8; 5 – сплав Т5К10; 6 – сплав Т15К6; 7 – сплав ВК3.

Рис.13. Интенсивности изнашивания твердых сплавов и стали



- 1- закаленный сталь 45;
- 2 – спеченный композиционный материал (30% ФХ–800);
- 3 – спеченный композиционный материал (50% ФБХ-6-2); 4 – сплав ВК8; 5 – сплав Т5К10; 6 – сплав Т15К6; 7 – сплав ВК3.

Рис.14. Интенсивности изнашивания чугуна при трении об твердый сплав и стали

В этой же главе изучены структуры и механизм абразивного изнашивания наплавленных слоев. В результате обоснованы гетерогенные структуры наплавленных покрытий выбранного состава спеченных композиционных присадочных материалов. Также обоснованы твердости и размеры частиц упрочняющей фазы покрытия по отношению с твердостью и размерами частиц абразива. Содержания их в составе покрытия установлены в пределах 30-80 % в объемных единицах в зависимости от условия работы соединения детали. При этом для некоторых соединений установлены составы износостойкого наплавленного слоя в количестве -50% твердого сплава, до 30% связующий на основе никеля и около 20% наполнитель в

виде железного порошка (А.С. №1584276).

Шестая глава диссертации под названием **«Результаты эксплуатационных испытаний деталей с увеличенным ресурсом и их технико-экономические эффективности»** посвящены разработке технологии восстановления и упрочнения изношенных деталей машин и оценке технико-экономических показателей.

Восстановленные детали по разработанной технологии прошли эксплуатационные испытания.

С этой целью были восстановлены разные по форме и размерам детали, работающие в разных условиях трения и изнашивания и поставлены на эксплуатационные испытания. К примеру, упрочненные оси колес тракторов класса 30 кН (8 штук), промежуточные валы коробки передач трактора Т-28х4 (3 штук), валы, имеющие на рабочей поверхности шпоночные пазы (7 штук), валы и оси тракторов ТТЗ-80 и МТЗ-80 (22 штук) и другие восстановленные детали в паре трения проходили эксплуатационные испытания. В течении прохождения испытаний на поверхностях трения деталей следы износа, выходящие за пределы допуска не обнаружены. За этот срок оси колес и катков изготовленные из закаленной стали были заменены два раза и суммарный износ их составил 1,6 мм, а износ валов коробки передач составил 1,1 мм. Следует отметить, что за этот период втулки работавшие в паре трения с восстановленными деталями 2-4 раза меньше изнашивались по сравнению с стандартными втулками из закаленной стали.

Полученные результаты эксплуатационных испытаний подтвердили правильность вышеописанный механизм абразивного изнашивания и собранные в лабораторных испытаниях сведения по износостойкости восстановленных деталей.

По результатам проведенных лабораторных и эксплуатационных испытаний разработаны новые технологии восстановления изношенных деталей, работающие в разных условиях трения и имеющие разные формы и размеры, контактной приваркой спеченных порошковых композиционных материалов. Ресурс соединения пары трения с восстановленными деталями по этим технологиям увеличивается два и более раза в отношении с межремонтным ресурсом машины.

Экономическая эффективность обеспечивается за счет увеличения ресурсов восстановленных деталей в несколько межремонтных сроков службы машины. В результате сокращаются расходы запасных частей, снижается себестоимость ремонта машин, увеличивается эффективность использования машины, снижается себестоимость продукции. Ожидаемая годовая экономическая эффективность восстановления 1000 изношенных деталей составляет: в сравнении с новой деталью - 104186000 сумов, в сравнении с наплавкой стальной лентой марки 50ХФА - 23453000 сумов.

ВЫВОДЫ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора технических наук (DSc) на тему «Совершенствование технологии и средств увеличения ресурса деталей сельскохозяйственной техники» были представлены следующие выводы:

1. С целью сокращения расходов запасных частей при ремонте машин в развитых странах мира в обеспечении запасными частями ремонтируемых машин доля восстановленных деталей составляет 35-40%, этот показатель в нашей республике, намного ниже и в связи с этим при восстановлении изношенных деталей возникли необходимость в разработке новых, а также совершенствовании существующих технологий и технологических оборудований для восстановления изношенных деталей машин.

2. Изучение и анализ современного состояния и перспектив развития работ по восстановлению изношенных деталей позволило определить пути решения научной проблемы по обеспечению соответствия ресурсов восстановленных деталей к межремонтному ресурсу машины, через обоснованному состав и структуру наплавленного слоя.

3. При сопоставлении ресурсов сопряжения пары трения, с восстановленными износостойкими материалами, с межремонтным ресурсом машины выявлено, что не все значения износостойкости дают требуемый эффект и это дало возможность научно обосновать такие - от 1,0 до 1,25; от 2,5 до 2,75; от 4,0 до 4,25; от 5,5 до 5,75 и т.д. показатели износостойкости восстановленной детали, обеспечивающие повышение ресурса сопряжения в соответствии с межремонтным ресурсом машины.

4. Анализ показателей работы, мощности и производительности метода шовной контактной сварки позволил обосновать аналитическую зависимость между режимным и технологическим показателями процесса контактной приварки и на их основе обоснованы основные режимные показатели, обеспечивающие качественную приварку наплавочных материалов на изношенные поверхности деталей.

5. Для осуществления контактной приварки смеси выбранных порошковых материалов разработаны способы их формирования, в виде порошковой композиционной ленты, с помощью полимерного связующего или горячей прокатки и этим получена возможность контактной приварки этих сформованных порошковых композиционных материалов на изношенные рабочие поверхности деталей типа “вал”

6. В результате изучения изменения технологических показателей, таких как толщина, твердость и прочность сцепления наплавленного слоя, в зависимости от режимным показателям способа контактной приварки спеченных порошковых композиционных материалов, обоснованы основные режимы приварки: сила давления - $P_{св} \geq 25$ МПа, сила тока - $I_{св} = 8...10$ кА, время импульса тока - $t_{св} = 0,08...0,12$ с.

7. Обоснованы площадь, занимающая поверхность трения, размеры, количество и твердость частиц твердого сплава, влияющие на

износостойкость наплавленного слоя, полученного приваркой спеченного порошкового композиционного материала: более 50% площади поверхности слоя, размеры частиц твердого сплава 200-400 мкм и твердость наплавленного слоя выше чем 12000 МПа.

8. Результаты проведенных износных испытаний образцов наплавленных порошковых композиционных материалов в составе которых входили твердые сплавы различного типа показали износостойкость до 31 раза выше в сравнении с закаленным сталем, при этом, из-за быстрого измельчения абразивных частиц при трении о частицы твердого сплава наплавленного слоя, наблюдался снижение скорости изнашивания в 2-4 раза второй детали пары трения по сравнению с трением о закаленную сталь.

9. Результаты изучения технологических показателей наплавленного слоя таких как, макро и микроструктура, скорость изнашивания, толщина, твердость и прочность сцепления позволили получить состав износостойкого композиционного материала, позволяющий в несколько раз увеличить ресурс сопряжения быстроизнашивающихся деталей сельскохозяйственной техники по сравнению с межремонтным ресурсом машины.

10. Разработаны технологии восстановления изношенных деталей типа “Вал” и деталей имеющие на рабочей поверхности шпоночные пазы наплавкой спеченного порошкового композиционного материала, ожидаемая годовая экономическая эффективность от внедрения в производство разработанной технологии, на одной установке в количестве восстановления 1000 штук в год, составляет: в отношении с новой деталью - 104186000 сумов, в отношении с восстановлением стальной лентой 50ХФА - 23453000 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc 03/30.12.2019.T.10.01 AT THE TASHKENT INSTITUTE OF
IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

ANDIZHAN MACHINE BUILDING INSTITUTE

QOSIMOV KARIMJAN

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY AND MEANS OF
INCREASING THE RESOURCE OF AGRICULTURAL MACHINERY
PARTS**

**07.05.02 – Exploitation, reconstruction and repair of agricultural and meliorative
machinery**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2020

The theme of the doctoral dissertation was registered at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for B2020.4.DSc / T314

The doctoral dissertation was carried out at the Andijan Machine building Institute and the Andijan Institute of agriculture and agrotechnology.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the web page at: www.tiame.uz and the Information and Education Portal "ZiyoNet" at: www.ziyo.net.

Scientific consultant:

Xudoyberdiyev Tolibjan Soliyevich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Nuriyev Karim Katibovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Abralov Mahmud Abralovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Rustamov Rahmatali Murodovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization:

Tashkent State Transport University

The defense of the dissertation will be held on "___" _____ 2020 year at 14:00 hours at the meeting of the DSc Scientific Council 03/30.12.2019.T.10.01 at the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (at the address: 100000, Tashkent, st. Kari - Niyazi, 39. Tel / Fax: (99871) 237-46-68, e-mail: tosh_timi@qxsv.uz.)

The doctoral dissertation was registered at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers under No. __, which can be found at the IRC (address: 100000, Tashkent, 39 Kari-Niyazi str., Tel.: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-46-68), e-mail: admin@tiame.uz.

The abstract from the thesis is distributed "___" _____ 2020
(Mailing Protocol No. ___ of "___" _____ 2020)



B.S. Mirzaev

Chairman of the Scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor.

Dj. Alijanov,

Scientific secretary of the scientific council for awarding of scientific degrees, applicant of technical sciences, associate professor

A.A. Akhmedov,

Chairman of the Academic seminar under the Scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work improvement of technology and means of restoring and increasing the resource of worn-out parts of agricultural machinery by contact welding of powder composite materials on their working surfaces.

The object of research: details of agricultural machinery operating under friction conditions, powder composite materials for the restoration of worn-out surfaces of parts and technological processes for the restoration of worn-out parts.

The scientific novelty of the research is as follows:

a technology has been developed for restoring the working surfaces of worn parts by contact welding of powder composite materials;

substantiated the composition of the powder composite material for the restoration of the working surfaces of worn parts, taking into account the control of the thickness, structure and wear resistance of the deposited layer

a method for restoring parts of bodies of rotation by surfacing of hard-alloy powder composite materials has been developed;

the width of the working surface of the roller-electrode is determined depending on the width of the tape of the sintered powder composite material during the restoration of the surfaces of worn parts by contact welding;

substantiated the heterogeneous structure of a layer deposited with a powder composite material, which provides an increase in the resource of agricultural machinery parts;

a method for determining the level of increasing the resource of worn out machine parts in relation to their overhaul life has been developed.

Implementation of research results. Based on the results obtained to increase the resources of agricultural machinery parts:

the developed technology for the restoration of worn-out parts by contact welding of powder composite materials was introduced into production at the MTP Andijan and the region and LLC "Ak-yar XXI (Reference from the Ministry of Agriculture under No. 02 / 023-433 of 02/10/2020). As a result, an opportunity has been created to restore and increase the resource of worn-out parts during the repair of agricultural machinery;

the developed technology for the restoration of worn-out parts of agricultural machinery by contact welding was introduced into production at the MTP of the Pakhtaabad and Izboskan regions (Reference from the Ministry of Agriculture No. 02 / 023-433 dated 02/10/2020). As a result, an opportunity has been created to reduce the cost of remanufactured parts by 20-60% in relation to the cost of a new part, increase the resource of remanufactured parts by 2-3 times;

the author's certificate for the method of electrocontact surfacing of powdered materials was obtained ("Method for electrocontact surfacing of powdered materials" AS No. 1459859 - 1988). As a result, it became possible to develop a technology for the restoration of worn parts of the "shaft" type by contact surfacing with the use of formed powder composite materials;

the author's certificate for the composition for surfacing was received ("Composition for surfacing" AS No. 1584276 - 1990). As a result, it is possible to increase the resource of a friction pair part by up to 6 times, to reduce the consumption of surfacing materials by up to 3-4 times;

the developed technology for the restoration of worn parts by contact welding of powder composite materials was introduced into production by the joint-stock company "BMKB Agromash" (Certificate of the Ministry of Agriculture No. 02 / 023-433 dated 02/10/2020) for the development of machine parts operating in friction conditions with welded working surfaces. As a result, an opportunity has been created in the design of agricultural machinery to design and manufacture parts operating under friction conditions with an increased resource.

Approbation of research results. The results of this research were discussed at 18 scientific and practical conferences, including 6 international and 12 national scientific and practical conferences.

Publication of research results. 43 scientific papers were published on the topic of the dissertation, including 2 monographs, 2 recommendations, 3 author's inventions, in scientific journals recommended by the Higher attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publication of the main scientific results of doctoral theses – 12, including 6 – in national and 6 – in foreign journals.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of management, six chapters, conclusion, list of references and applications. The total volume of the dissertation is 190 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Список опубликованных работ

List of published works

I бўлим (I часть; I part)

1. Худойбердиев Т.С., Қосимов К.З. Машина деталлари ресурсини оширишнинг илмий асослари. Монография. – Андижон, 2020.– 164 б.
2. Қосимов К. Ейилган деталларни қайта тиклаш ва пухталигини ошириш. Монография / проф. Т.С.Худойбердиев тахрири остида. – Тошкент: ТТЕСИ, 2006. – 90 б.
3. Косимов К. Новый способ восстановления деталей // Сельское хозяйство Узбекистана. – Ташкент, 2001. – № 2. – С. 31. (05.00.00; №8).
4. Худойбердиев Т.С., Қосимов К., Мамажонов П., Юсупов Х., Пўлатов С. Электроконтакт пайвандлаш усули билан ейилган деталларни қайта тиклаш кўрсаткичларининг назарий асослари // Механика муаммолари. – Тошкент, 2005. – № 2. – Б. 16-20. (05.00.00; №6).
5. Худойбердиев Т.С, Қосимов К., Юсупов Х. Илмий изланишларда кўрсаткичлардан фойдаланиш ҳақида. // Механика муаммолари.–Тошкент, 2005. – № 2. – Б.63-66. (05.00.00; №6).
6. Мамажонов П., Юсупов Х., Қосимов К., Пўлатов С. Ейилган деталларни қайта тиклаш // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Тошкент, 2005. – № 9. – Б. 37-38. (05.00.00; №8).
7. Косимов К. Структурные составляющие поверхностных покрытий при восстановлении изношенных деталей машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Москва, 2006. – №10. – С. 28-29. (05.00.00; №54).
- 8 Косимов К. Восстановление изношенных поверхностей деталей со шпоночным пазом // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Москва, 2006. – № 11. – С. 35-36. (05.00.00; №54).
9. Косимов К., Юсупов Х., Косимова М.К. Композиционные материалы для восстановления деталей машин. // Техника в сельском хозяйстве.– Москва, 2006. – №6. – С.36-37. (05.00.00; №79).
10. Косимов К. Технологическое обеспечение поверхностной прочности деталей // Техника в сельском хозяйстве. – Москва, 2007. – №4. – С. 27-29. (05.00.00; №79).
11. Қосимов К. Ейилган деталларни қайта тиклашда қўлланиладиган каттик қотишмаларнинг ейилиш механизми // Фарғона политехника институтининг илмий-техникавий журнали. – Фарғона: ФарПИ, 2009. – № 3. – Б. 12-16. (05.00.00; №20).
12. Косимов К. Теоретические предпосылки кратного увеличения ресурса восстановленных деталей машин / Труды ГОСНИТИ. – Москва: ГОСНИТИ, 2011. – Том-108. – С. 260-265. (05.00.00; №84).
13. Қосимов К., Усмонов Ж. Турли материаллар билан пайвандлаб копланган деталларнинг ейилишга чидамлилиқ кўрсаткичлари // Механика муаммолари. –Тошкент, 2014. – № 3-4. – Б. 269-272. (05.00.00; №6).

14. Bases of Increasing the Resource of Wire Details in Accordance With the Inter-Repair Resource of the Machine // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2020. – vol. 7, Issue 4 , pp.13265-13272. (05.00.00; №8).

15. Поляченко А.В., Косимов К., Кричевский Е.М., Ламин А.Б., Макаров О.Ф., Поклонов Г.Г., Пеньков Ю.Г. Способ восстановления поверхностей деталей вращения. А.С. № 1493418. – Москва, 1989.

II бўлим (II часть; II part)

16. Рогинский Л.Б., Поляченко А.В., Косимов К. Способ электроконтактной наплавки порошкообразных материалов. А.С. № 1459859. – Москва, 1988.

17. Косимов К., Поляченко А.В., Агафонов А.Ю., Мамаджанов П.С. Состав для наплавки. А.С. № 1584276. – Москва, 1990.

18. Косимов К. Разработка технологии электроконтактной наварки порошковых сплавов с полимерным связующим // Труды ГОСНИТИ. – Москва: ГОСНИТИ, 1988. – № 83. – С. 82-85.

19. Косимов К., Агафонов А.Ю. Восстановление и упрочнение деталей контактной приваркой порошковых покрытий // Научно-технический бюллетень ВИМ. – Москва: ВИМ, 1988. – № 71. – С. 33-35.

20. Поляченко А.В., Агафонов А.Ю., Косимов К. Физико механические и эксплуатационные свойства покрытий, полученных электроконтактной приваркой композиционных порошковых твердых сплавов. // Тезисы докладов на научно технической конференции стран членов СЭВ. Пятигорск, 1988. – С 36-37.

21. Абдурахимов Т.У., Агафонов А.Ю., Косимов К. Оптимизация начального электрического сопротивления при электроконтактной приварке порошковых твердых сплавов// Тезисы докладов на научно технической конференции : “Повышение долговечности и надежности деталей машин методами упрочняющей обработки”. Мордовия: Саранск, 1988. – С 28-29.

22. Қосимов К. Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган машиналарни қайта тиклаш ва чидамлилигини оширишда металл куқунларидан фойдаланиш муаммолари // “Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган машина қисмларини тиклаш ва чидамлилигини оширишда металл куқунларидан фойдаланиш” мавзусидаги республика илмий-техник конференция материаллари. – Андижон: АҚХИ, 2003. – Б. 5-8.

23. Мамажонов П., Қосимов К., Пулатов С.И., Игамбердиев Ў.Р., Назаров Ш., Юсупов Х. Шакллантирилган куқунсимон композицион материалларни таркиби ва хусусиятлари таҳлили // “Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган машина қисмларини тиклаш ва чидамлилигини оширишда металл куқунларидан фойдаланиш” мавзусидаги республика илмий-техник конференция материаллари. – Андижон: АҚХИ, 2003. – Б. 9-10.

24. Қосимов К., Пўлатов С.И., Мамажонов П., Қоххоров Ў., Назаров Ш., Юсупов Х. Ейилган деталларни қайта тиклашда ишчи юзаларига қоплаб

пайвандлаш технологик режимларининг таҳлили // “Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган машина қисмларини тиклаш ва чидамлилигини оширишда металл куқунларидан фойдаланиш” мавзусидаги республика илмий-техник конференция материаллари. – Андижон: АҚХИ, 2003. – Б. 14-17.

25. Абдурахимов Т.У., Пўлатов С.И., Қосимов К., Мамажонов П., Қоххоров Ў., Юсупов Х., Назаров Ш., Бурхонов З. Вал типидagi деталларнинг ейилиши ва уларни қайта тиклашга қўйиладиган асосий талаблар // “Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган машина қисмларини тиклаш ва чидамлилигини оширишда металл куқунларидан фойдаланиш” мавзусидаги республика илмий-техник конференция материаллари.– Андижон: АҚХИ, 2003. – Б. 23-25.

26. Қосимов К., Пўлатов С.И., Юсупов Х., Мўйдинов А., Жўраев А. Композицион материалларнинг умумий хусусиятлари ва турлари // Аграр ислохотларни чуқурлаштириш ва фермер хўжаликларини ривожлантиришнинг устивор йўналишлари мавзусидаги республика илмий-амалий анжуманининг мақолалар тўплами. – Андижон: АҚХИ, 2007. – Б. 207-211.

27. Қосимов К., Мамажонов П., Юсупов Х., Мусабоев Б. Электрoконтaк пайвандлаш усулида берилган қатламнинг асосий металл билан пайвандлаш мустахкамлигини аниқлаш усуллари // “Аграр ислохотларни чуқурлаштириш ва фермер хўжаликларини ривожлантиришнинг устивор йўналишлари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуманининг мақолалар тўплами. – Андижон: АҚХИ, 2007. – Б. 297-299.

28. Худойбердиев Т.С., Қосимов К. Автотрактор ва кишлок хўжалик техникаларининг ейилган деталларини қайта тиклашда контакт пайвандлаш усулини қўллаш бўйича тавсиялар. – Тошкент: ТИМИ, 2007. – 38 б.

29. Қосимов К. Контакт пайвандлаш усулида олинган пайванд қатламнинг ейилишга чидамлилигини тадқиқ қилиш натижалари // “Қишлоқ хўжалик маҳсулотини етиштириш ва қайта ишлаш ҳажмини кўпайтиришнинг табиий-экологик, ташкилий-ҳуқуқий, техник-технологик ва ижтимоий-иқтисодий омиллари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуманининг мақолалар тўплами.– Андижон: АҚХИ, 2008. – Б. 172-176.

30. Қосимов К., Назаров Ш., Мусабоев Б., Жўраев А., Тўрақулов А. Пайвандланган қатламнинг механик ишловга мойиллигининг таҳлили // “Қишлоқ хўжалик маҳсулотини етиштириш ва қайта ишлаш ҳажмини кўпайтиришнинг табиий-экологик, ташкилий-ҳуқуқий, техник-технологик ва ижтимоий-иқтисодий омиллари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуманининг мақолалар тўплами. – Андижон: АҚХИ, 2008. – Б. 176-178.

31. Худойбердиев Т.С., Қосимов К. Восстановление и упрочнение изношенных деталей машин контактной приваркой износостойких порошковых материалов // Материалы Международной научно-практической конференции “Актуальные вопросы аграрной науки и образования. Ульяновск: УГСХА. – 2008. – С.163-168

32. Худойбердиев Т.С., Қосимов К. Машина деталларини қайта

тиклашда уларнинг хизмат муддатига қўйиладиган талаблар // Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришида юқори малакали кадрлар тайёрлаш муаммолари мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани илмий мақолалар тўплами. – Тошкент: ТИМИ, 2009. – 1-қисм. – Б. 86-89.

33. Қосимов К. Машина деталларининг ресурсини ошириш истиқболлари // Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг рақобатбардошлигини оширишда ресурсларни тежайдиган технологиялардан фойдаланиш ва экологик муаммолар ечими мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. – Андижон: АҚХИ, 2010. – Б. 144-147.

34. Қосимов К., Мусабоев Б., Муталова М. Қишлоқ хўжалигини техник ва технологик янгилашнинг аҳамияти // Қишлоқ хўжалигида хусусий тадбиркорликни ривожлантириш истиқболлари номли республика илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. – Андижон: АҚХИ, 2011. – Б. 141-143.

35. Қосимов К., Сайдалиев И. Композиционные порошковые материалы для упрочнения поверхности деталей машин // Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: “Современные материалы, техника и технологии в машиностроении”. – Андижан: АндМИ, 2012. – С. 139-143.

36. Қосимов К., Абдурахимов Т. Пути обеспечения кратности срока службы деталей машин // Материалы Международной научно-технической конференции «Достижения науки-агропромышленному производству». – Челябинская Государственная Агроинженерная Академия. Россия: Челябинск, 2013. – 4-часть. – С. 125-130

37. Қосимов К., Мамаджанов П.С. Пути обеспечения кратности срока службы восстановленных деталей машин между собой и межремонтному ресурсу машины // Материалы IV Международной конференции «Ремонт. Восстановление. Реновация». – Россия, БГАУ, 2013. – С. 72-75.

38. Қосимов К., Сайдалиев И.Н. Кукунсимон композицион материалларни контакт пайвандлаб олинган қатламнинг ейилишга чидамлик кўрсаткичлари // Ишлаб чиқариш ва олий таълимда инновациялар ва инновацион технологиялар номли республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Андижон: АндМИ, 2013. – 1-қисм. – Б.174-177.

39. Қосимов К., Мамажонов П.С., Мирзаахмедов М., Мадазимов М., Хидирова Б. Контакт пайвандлаб қоплаш усулини ейилган деталларни қайта тиклашда қўллашнинг истиқболлари // Қишлоқ хўжалигида экологик тоза маҳсулотлар етиштиришнинг ташкилий-ҳуқуқий ва ижтимоий-иқтисодий механизмларини такомиллаштириш мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани мақолалари тўплами. – Андижон: АҚХИ, 2014. – Б. 246-253.

40. Қосимов К., Мамажонов П.С., Орипов Г., Юлдашев А. Деталларнинг ишчи юзаларига қоплаш учун шакллантирилган кукунсимон композицион материал таркибини асослаш // “Ресурстежамкор қишлоқ хўжалик машиналарини яратиш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш”

мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Янгийўл: Ўз.ҚХМЭИТИ, 2014. – Б. 346-350.

41. Қосимов К. Қишлоқ хўжалик техникалари деталларининг ейилишга чидамлилигини ошириш технологиясини ишлаб чиқаришга жорий этиш бўйича тавсиянома. – Андижон: АҚХИ, 2015. – 48 б.

42. Қосимов К., Исабоев Т., Мамажонов Б. Машина деталлари ишчи юзаларини пайвандлаб қоплашда контакт пайвандлаб қоплаш усулини қўллашнинг истиқболлари // Машинасозликда замонавий материаллар, техника ва технологиялар мавзусидаги халқаро илмий-техникавий анжуман мақолалар тўплами. – Андижон: АндМИ, 2016. – Б. 353-356.

43. Kosimov K., Usmonov J. Tarkibida 100% matritsa qotishmasi va 100% puxtalovchi qotishmasi bo'lgan kukunsimon material bilan qayta tiklangan namunalarning makro va mikrotuzilishini tahlili // “Инновацион ривожланиш муаммолари: ишлаб чиқариш, таълим, илм-фан” мавзусидаги вазирлик миқёсидаги илмий-техникавий анжуман материаллари тўплами. – Андижон: АндМИ, 2017. – Б. 84-85.

Автореферат «Irrigatsiya va melioratsiya» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз (тезис) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (15.11.2020 й).

Босишга рухсат этилди: 03.11.2020 й.
Бичими 60x45 ¹/₈, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,75 Адади: 100. Буюртма: № 262.
ТТЕСИ босмаҳонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шохжахон кўч., 5-уй.