

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА «ИЛМИЙ-
ТЕХНИК МАРКАЗ» МАСЪУЛИЯТИ ЧЕКЛАНГАН ЖАМИЯТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРИШ БЎЙИЧА
DSC.27.06.2017.Т.03. РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ИВАНОВА ВЕРА ПАВЛОВНА

**ТЎҒРИ ОҚИМЛИ ЧЎЗИШ УСКУНАСИНИНГ ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС
ТЕЖАМКОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.05.02 – «Электротехника. Электроэнергетик станциялар, тизимлар.
Электротехник мажмуалар ва ускуналар»
(техника фанлари)**

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)****Contents of dissertation abstract of doctor of
philosophy (PhD) on technical sciences****Иванова Вера Павловна**

Тўғри оқимли чўзиш ускунасининг энергия ва ресурс тежамкорлигини
ошириш..... 3

Иванова Вера Павловна

Повышение энерго- и ресурсосбережения прямоточных волочильных
станов..... 23

Ivanova Vera Pavlovna

Improvement of the efficiency of single-flow drawing
machine..... 41

Эълон қилинган ишлар рўйхати

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

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА «ИЛМИЙ-
ТЕХНИК МАРКАЗ» МАСЪУЛИЯТИ ЧЕКЛАНГАН ЖАМИЯТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРИШ БЎЙИЧА
DSC.27.06.2017.Т.03. РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ИВАНОВА ВЕРА ПАВЛОВНА

**ТЎҒРИ ОҚИМЛИ ЧЎЗИШ УСКУНАСИНИНГ ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС
ТЕЖАМКОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.05.02 – «Электротехника. Электроэнергетик станциялар, тизимлар.
Электротехник мажмуалар ва ускуналар»
(техника фанлари)**

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PhD/Т761 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Пирматов Нурали Бердиёрович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Ситдиқов Рашид Абдурахманович
техника фанлари доктори, профессор

Бобожанов Махсуд Каландарович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ва «Илмий-техник марказ» МЧЖ ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т. 03.03 рақамли илмий кенгашнинг 2019 йил «___» _____ соат _____ да ўтадиган мажлисида бўлади. (Манзил: 100095, Тошкент ш., Университет кўчаси, 2.Тел: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz)

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (регистрация рақами ____). (Манзил: 100095, Тошкент ш., Университет кўчаси, 2.Тел.: 246-03-41)

Диссертация автореферати «___» _____ 2019 йилда тарқатилди.
(«___» _____ 2019 йилдаги _____-сонли тарқатиш баённомаси)

К.Р. Аллаев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, академик,
техника фанлари доктори,
профессор

О.Х. Ишназаров

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари доктори,
катта илмий ходим

М.И. Ибадуллаев

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси,
техника фанлари доктори,
профессор

Кириш (фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда кабел-ўтказгич маҳсулотларни ишлаб чиқариш, технологик асбоб-ускуналарда энергия ва ресурс тежаш муаммолари ҳал этиш етакчи ўринни эгалламоқда. Дунё миқёсида «электр энергия узатишнинг эски тизимларини алмаштириш натижасида кабель саноатининг ривожланишига сезиларли таъсир кўрсатиши ҳамда электр кабель ишлаб чиқариш ва сотиш хажми 2016 йилда 80 миллиард АҚШ доллар миқдорида баҳоланган ва 2017 – 2024 йилларда йиллик кабель ишлаб чиқаришнинг ўсиши 9% ташкил этиши»¹ ни ҳисобга олсак, кабел-ўтказгич маҳсулотларни ишлаб чиқариш ускуналарида энергия ва ресурс тежаш муҳим вазифалардан ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, жаҳонда кабель ишлаб чиқаришнинг энергетик самарадорлигини ошириш вазифасининг ҳал этилиши технологик ускуналарни такомиллаштириш ва энергетик ресурслардан оқилона фойдаланиш орқали рақобатбардошлик ўсишини таъминлашга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда кабель ишлаб чиқариш технологияларини энергия самарадорлигива ресурс тежаш бўйича бир нечта технологик операцияларни ўз ичига олган чўзиш ускуналарини яратиш ҳамда ягона узулуксиз ишлайдиган линияларни бирлаштиришга йўналтирилган янги технологик ускуналарни яратиш, шунингдек ишлаб чиқарилаётган кабель маҳсулотларини, қўйилган талабларга тўлиқ жавоб беришини таъминлаш, частота ўзгартиргич орқали чўзиш ускунасининг электр юримасини бошқариш ва силлиқ ишга тушуриш ва ростлаш масалаларига қаратилган тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан чўзиш ускуналарини белгиланган нормал иш режимларда ишлатиш, улардаги технологик ўтишлар сонини қисқартириш ва маҳсулот тартибининг деформацияланишини камайтириш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу жиҳатдан юқори сифатли кабел маҳсулотларини ишлаб чиқиш зарур ҳисобланади.

Республикамызда кабель маҳсулотларини ишлаб чиқаришда энергия самарадорлигини ошириш бўйича қўйилган вазифани ҳал қилиш, ишлаб чиқариш технологияларига замонавий ускуналарни қўллаш ва такомиллаштириш, технологик жараён давомида электр моторнинг тезлигини раво бошқариш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш...»² вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш, жумладан чўзиш технологик ускунасининг энергия истеъмолини оптимал

¹<https://www.marketwatch.com/press-release/power-and-control-cable-market-analysis-industry-outlook-current-trends-and-forecast-by-2024-2018-11-12>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ – 4947-сонли «Ўзбекистон Республикасиниянада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони

ишлаш режимларини аниқлаган ҳолда деформацияни камайтириш ҳисобига кабелнинг ток ўтказувчи симларини узатиш қобилиятини ошириш, уларнинг сифат кўрсаткичларини яхшилаш, ҳамда чўзиш жараёни давомида ўтишлар сонини камайтириш долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ – 4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 5 майдаги ПҚ-2343-сон “2015-2019 йилларда иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия сарфи ҳажмини қисқартириш, энергияни тежайдиган технологияларни жорий этиш чора-тадбирлари Дастури тўғрисида”ги, 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017 - 2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Чўзиш технологиясининг назарий ва амалий масалаларини тадқиқ этиш, шунингдек кабелли технологик ускуналарнинг ишлаш режимларини ўрганиш бўйича илмий-тадқиқот ишларини ўтказиш масалалари билан Калифорния университети (АҚШ), Рейн-Вестфаль техник университети (Германия), Россия кабель саноати лойиҳа-конструкторлик ва технологик илмий-тадқиқот институти (Россия), Украина кабель саноати илмий-саноат институти (Украина), «Шанда» Шанхай давлат университети (Хитой), Тошкент давлат техника университети (Ўзбекистон) ва бошқа таълим муассасаларида кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Э.В. Сименс, А. Хиппель, В.Р. Баррет, В. Браун, Р.А. Хэдфилд, И.Б. Пешков, Г.И. Мешанов, Ан Ен Док, Ю.В. Образцов, Ю.Т. Ларин, И.Т. Туганбаев, А.К. Бульхин каби машҳур ва бошқа олимлар чўзиш назариясини ривожлантиришга ўз ҳиссаларини қўшиб, улар кабелли ускуналар ва технологик жараён самарадорлигини оширишга қаратилган. Я.З. Месенжник, Я.П. Алёхин, А.А. Хашимов, Н.Б. Пирматов, В.В. Цыпкина, О.Ш. Ахмедов каби маҳаллий олимлар чўзиш технологик жараёнини ва технологик параметрларни такомиллаштиришдан иборат илмий муаммоларни ҳал қилишда катта ҳисса қўшдилар. Ушбу тадқиқотларнинг аксарияти мураккаб, кўп меҳнат ва энергия сарфланадиган чўзиш ускунасининг ишлаш самарадорлигини ошириш ва хомашё сифатини ҳисобга олган ҳолда чўзиш жараёни технологияларини такомиллаштириш билан боғлиқ.

Тўғри оқимли чўзиш ускуналари технологик параметрларини ва ток узатувчи симнинг сифат мезонларини ҳисобга олган ҳолда чўзиш технологик жараёнининг автоматлаштирилган мониторингини бошқариш, технологик ва симнинг техник кўрсаткичларни инобатга олган ҳолда ростланадиган электр юритма орқали симни чўзиш маршрути ҳамда ток ўтказувчи кабел симининг сифатини яхшилаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертацион тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертацион тадқиқоти Тошкент давлат техника университети илмий-тадқиқот режасининг №02/1-925 «Электр ва иссиқлик энергия ишлаб чиқаришнинг энергетик самарадорлигини ошириш, уларни узатишда ва фойдаланишда, шунингдек етказиб беришдаги йўқотишларни камайтириш, энергетик ва ёқилғи-энергетика мажмуаларини ривожлантириш чоралари» мавзусидаги (2016-2017) лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тўғри оқимли чўзиш ускунасининг энергия самарадорлиги ва ресурс тежамкорлигини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

мавжуд ресурс ва энергия тежамкорлик усулларини таҳлил қилиш асосида тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг энергия самарадорлигини ошириш вариантларини аниқлаш;

чўзиш технологиясидаги фойдали машина вақти, рангли металл чиқиндилари миқдори ва ток ўтказувчи симнинг сифатини ҳисобга олиш асосида тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг энергия самарадор иш режимларини ишлаб чиқиш;

алоҳида узеллар, механизмлар ва элементли базаси ҳамда бутун машинанинг асосий технологик, техник ва эксплуатация параметрларини ҳисобга олувчи тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг математик моделини ишлаб чиқиш;

тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг технологик параметрларини ва ток узатувчи симнинг сифат мезонларини ҳисобга олган ҳолда чўзиш технологик жараёнининг автоматлаштирилган мониторингини бошқариш тизимини ишлаб чиқиш;

ҳаракатдаги чўзиш ускуналарини чўзиш маршрутини қайта кўриб чиқиш, ўтишлар сонини камайтириш (мис сим микротузилиши деформациясини қисқартириш) ҳисобига такомиллаштириш ва танлаб олинган усулини технологик талабларга мослигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида кабел саноатида қўлланиладиган тўғри оқимли чўзиш машинаси олинган.

Тадқиқотнинг предмети чўзиладиган сим микротузилиши деформациясини камайтириш ҳисобига яхшиланган эксплуатацион тавсифларга эга чўзилган материаллар ташкил этади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида белгиланган вазифаларни ҳал қилишда электротехниканинг асосий қонунлари, чўзиш назарияси, рангли металлларнинг пластиклиги ва деформация ўзгаришлари, электромеханика тизимлар режимларини математик моделлаштиришни

ҳисоблаш усуллари, тенгламалар тизимини аналитик ва сонли усуллардан, дифференциал, интеграл ҳисоблашлардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

чўзиш жараёнидаги фельераларнинг диаметрини ўзгартириш асосида сим чўзишнинг қисқартирилган маршрути асосланган;

ишчи узеллари, электромеханика тизими, чўзиладиган симнинг параметрларини ҳисобга олувчи тўғри оқимли чўзиш ускунасининг математик модели ишлаб чиқилган;

технологик ва симнинг техник кўрсаткичларини инобатга олган ҳолда чўзиш ускунаси электр юритмасининг энергия тежамкор иш режмлари ишлаб чиқилган;

тўғри оқимли чўзиш ускунасининг тезлигини назорат қилиш асосида автоматлаштирилган бошқариш ва мониторинг қилиш тизими такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

чўзиш жараёнининг ресурс тежамкорлик кўрсаткичларини ва энергия самарадорлигини оширишни, шунингдек ток узатувчи чўзилган симнинг сифатини ва эксплуатацион параметрларини яхшилашини таъминлайдиган чўзиш маршрути ишлаб чиқилган;

тўғри оқимли чўзиш ускуналарида ўтишлар сонини камайтириш орқали ресурсларни тежайдиган ва сим сифатини оширувчи чўзиш технологияси ишлаб чиқилган;

чўзилган ток узатувчи симнинг эксплуатацион тавсифлари яхшиланган;

чўзиш ускуналарининг конструкциясига ўзгартириш киритмасдан хомашё сифатини ҳисобга олган ҳолда танланган чўзиш жараёнининг технологик ва техник параметрларини таъминлайдиган, тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг математик модели ва алгоритми ишлаб чиқилган;

қайта кўриб чиқилган чўзиш маршрутида танланган технология асосида тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг технологик параметрларини меъёрий қийматларини таъминловчи тизим ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларини ишончлиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги замонавий услуб ва воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, технологик ва техник параметрларини назарий жиҳатдан асослашда электротехниканинг фундаментал қонунлари, чўзиш назариясининг асосий қоида ва усулларига амал қилинганлиги, тажрибалар натижаларига математик статистика усуллари билан ишлов берилганлиги, назарий ва амалий тадқиқот натижаларининг ўзаро адекватлиги, бажарилган тадқиқот асосида ишлаб чиқилган чўзиш маршрутида ва синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти чўзиш жараёнида ўтишлар сонини қисқартириш орқали чўзиш технологияси ва маршрутини ҳисоблашнинг асосланган методикаси, шунингдек, чўзиш жараёни ва объектнинг технологик ва техник параметрларини ҳисобга олиш имконини берувчи

чўзиш технологиясининг математик моделини ишлаб чиқиш, шунингдек, тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг технологик параметрларини автоматлаштирилган мониторинг қилиш ва бошқариш тизимини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти чўзиш маршрути бўйлаб ўтишлар сонини қисқартириш ва чўзилган ток узатувчи симнинг деформациясини камайтириш натижасида унинг эксплуатацион параметрларини яхшилаш йўли билан, шунингдек тўғри оқимли чўзиш ускуналарининг технологик параметрларини автоматлаштирилган мониторинг қилиш ва бошқариш тизимини жорий қилиш билан чўзиш ускунасининг ресурс тежамкорлигини ва энергия самарадорлиги эришилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларинининг жорий қилиниши. Чўзиш ускунасининг ресурс тежамкорлигини ва энергия самарадорлигини ошириш бўйича олинган натижалар асосида:

чўзиш жараёнидаги ўтишлар сонини қисқартирилган маршрути «NAVOI CABLE CONNECTOR» МЧЖда (Навоий ш.) жорий этилган («Ўзэлтехсаноат» Ассоциациясининг 2018 йил 6 апрелдаги 01-786-сон маълумотномаси). Натижада узатувчи симнинг деформациясини 10% камайтиришга эришилган;

тўғри оқимли чўзиш ускунасининг технологик параметрларини автоматлаштирилган мониторинг қилиш ва бошқариш тизими «NAVOI CABLE CONNECTOR» МЧЖ да (Навоий ш.) жорий этилган («Ўзэлтехсаноат» Ассоциациясининг 2018 йил 6 апрелдаги 01-786-сон маълумотномаси). Натижада чўзиш ускунасида мисни 10 %га (1,2 тонна) тежаш имкони яратилган;

сифати яхшилانган симнинг эксплуатацион хоссалари «NAVOI CABLE CONNECTOR» МЧЖ да (Навоий ш.) жорий этилган («Ўзэлтехсаноат» Ассоциациясининг 2018 йил 24 декабрдаги 01-2867-сон маълумотномаси). Натижада симнинг ўтиш сонлари 7 дан 5 тагача қисқартирилиб, чўзиланган симнинг электр ўтказувчанлигини 5%га ошириш имкони яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 9 та илмий-техник конференцияларда, жумладан 5 та халқаро ва 4 та Республика илмий-амалий конференцияларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 5 та илмий иш, шу жумладан хорижий нашрларида 1 та мақола, Республика журналларида 4 та мақола чоп этилган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 101 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Киришда ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва юқори аҳамиятлилиги асослаб берилади, мақсади ва вазифалари берилади, объекти ва предмети тавсифланади, илмий тадқиқотнинг Республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари ёритилади, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти, уларни амалиётга татбиқ этиш, чоп этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар очиб берилади.

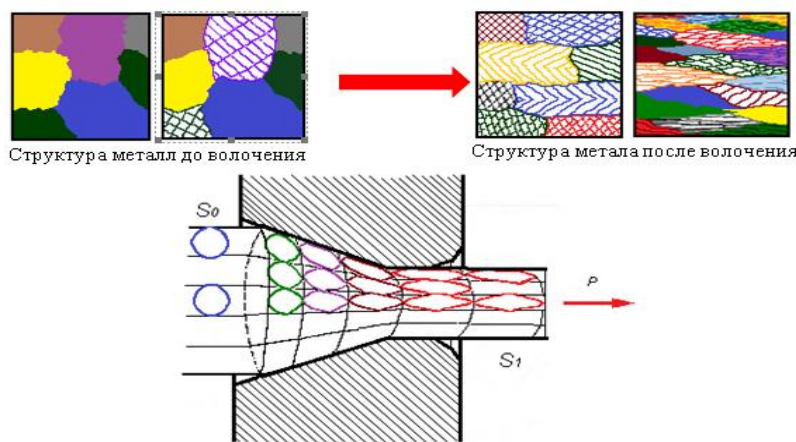
Диссертациянинг **«Ресурстежамкор чўзиш ускунасининг энергия самарадорлиги масаласининг ҳолати ва уни ошириш вазифасининг қўйилиши»** деб номланган биринчи бобида чўзиш ускунасининг турлари ҳақидаги назарий маълумотлар кўриб чиқилади. Энергия самарадорлигини ва ресурс тежамкорликни таъминлайдиган чўзиш ускуналарини қўллашнинг хорижий ва миллий тажрибасидан фойдаланиш таҳлил қилинган, шунингдек чўзиш ускунасининг иш самарадорлигини пасайиш сабаблари санаб ўтилган.

Чўзиш технологик занжирдаги бошланғич операция бўлиб, у барча турдаги кабелли сим маҳсулот учун ток узатувчи томирнинг сифатини аниқлайди, ва ушбу технология ва технологик режимларга қўйиладиган катъий талабларни тушунтиради. Чўзиш операциясини тўққизта турли усуллар билан амалга ошириш мумкин. Мазкур тадқиқотда тўғри оқимли турга тегишли кўпмарталик чўзиш машиналари кўриб чиқилган бўлиб, уларда технологик жараён индивидуал электр юритмага эга тортувчи блоклар тизими томонидан амалга оширилади.

Ишлаб чиқариш самарадорлигининг пасайиш сабабларини таҳлил қилиш, узилувчанлик – бу технологик ускунасининг унумдорлигини ва унинг чиқиндисизлигини аниқловчи асосий технологик параметр эканлиги тўғрисида хулоса чиқариш имконини берди. Ишда шунингдек, технологик ва энергия кучи параметрларининг ўзаро таъсир кўрсатиш масаласи ўрганилган, чўзиш назариясига биноан эса барча технологик, техник ва энергия кучи омиллари ўзаро боғланган. Баён этилганлар асосида тадқиқот вазифасининг қўйилиши ифодаланган, ва бу ушбу йўналишдаги бўлажак илмий ишни аниқлаб берди.

Диссертациянинг **«Чўзиш жараёнини такомиллаштириш бўйича техник ечимни асослаш»** деб номланган иккинчи бобида совуқ пластик деформациянинг, унинг асосий сифат параметрларига таъсири нуктаи назардан, чўзиш объекти сифатида ток узатувчи томир тўғрисидаги маълумотлар келтирилган. Чўзиш жараёнининг электр узатиш сифатига таъсир кўрсатувчи технологик омиллари, чунончи ўтказгичнинг бутун узунлиги бўйлаб электр магнит энергияси тарқалишининг бир текислиги ва қаршиликсизлиги ҳисобидан симнинг эксплуатацион тавсифларини яхшилаш масаласи ўрганилган. Бунга қиряланган сим тузилишида деформация парчаланганлигини чўзишдан ўтувлар сонини камайтириш ҳисобига

қисқартириш йўли билан ток узатувчи томирнинг электр қаршилигини камайтириш орқали эришилади.



1-расм. Кирылаш жараёни давом этганда ишлов берилаётган объект яхлит кесимининг ўзгариш жараёни

Чўзилган мис ва алюмин сим намуналарининг микро-тузилиши бўйича ўтказилган тадқиқот ўтувлар бўйича металлларнинг тузилиши деформациянинг парчаланганлиги ҳисобига қалинлашишини ва намунанинг электр механик хоссалари тегишлича ёмонлашишини кўрсатди (1-расм).

Мис ва алюмин симлар учун жараён сифатида чўзишнинг технологик параметрлари бўйича муҳандислик ҳисоблари таҳлил қилиниб, у шуни кўрсатдики, тўғри оқимли ЧУнинг унумдорлигини яхшилаш кўп жиҳатдан, энг аввало, техник узилувчанликни камайтириш, чўзилган симнинг йўл кўйиладиган деформацияланиш даражасини ва чўзиш маршрутнинг ўтувлари бўйича волокаларнинг ишчи бурчаги ўзгаришини тўғри ҳисоблаш, ва кўриб чиқиладиган технологик жараён ва ЧУ тури (техник тавсифлари) учун чўзиш кучланишини аниқлайдиган тўғри ҳисобланган қувватлар баланси (1) билан аниқланади.

$$N = N_l + N_k + N_{cp} \quad (1)$$

Шундай қилиб, чўзишнинг технологик параметрларини ҳисоблаш учун қўлланилаётган муҳандислик методикаси умумлаштирилган бўлиб, чўзилган материал хусусиятлари технологиясига ЧУнинг техник тавсифлари ва ишчи параметрларининг қўшма таъсирини, шунингдек технологик инструментнинг конструктив хусусиятларини ҳисобга олмайди.

Диссертациянинг «**Чўзиш техник жараёнининг математик моделини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида мавжуд методикалар: чўзиш машинасининг карралиги бўйича ҳисоблаш; деформациянинг бирлик даражаси бўйича ҳисоблаш; фильеранинг бурчагини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаш методикалари асосида тўғри оқимли кўпўтувлик чўзиш ускунани иши технологик жараёнини ҳисоблашнинг умумлашган методикасини куриш масаласи кўриб чиқилган.

Тўғри оқимли чўзиш машинсининг технологик параметрларини ҳисобга олувчи чўзиш маршрутларининг оптимал карралигини, ишлов берилаётган

металлнинг хусусиятларини ва технологик инструмент (фильер) конструкциясини ҳисоблаш учун блок схема ишлаб чиқилган ҳамда чўзиш жараёнининг кириш ва чиқиш параметрлари аниқланган.

Синовли дастур режимида амалга оширилган ҳисоблаш натижалари бўйича «NIEHOFF» - MSM-85, ВПЦ3-4-550 тўғри оқимли чўзиш учкунасида чўзиш жараёнининг реал параметрлари ва паспорт маълумотларини ҳисобга олган ҳолда ҳаракатдаги технологик ускуна учун чўзиш маршрутининг ҳисоби бажарилган (1,2-жадваллар). Дастурни синовдан ўтказиш мис ва алюмин қотишма учун ҳаракатдаги чўзиш маршрутининг киритиш параметрлари бўйича амалга оширилди.

«NIEHOFF» - MSM-85 тўғри оқимли кўпўтувлиқ чўзиш ускунаси иши технологик жараёнини умумлашган ҳисоблаш методикасини ҳисоблаш натижалари

1-жадвал

Материал:	Alu-Alloy 6101/6201												Чиқувчи диаметр, мм
Кирувчи катталиқ, тайёрлаш диаметри, мм	Чўзиш ўтувлари												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	9,52	8,2	7,2	6,2	5,4	4,7	4,2	3,8	3,3	3,0	2,6	2,3	2,1

ВПЦ 3-4-

550тўғриоқимликўпўтувлиқчўзишускунаси иши технологик жараёнини умумлашган ҳисоблаш методикасини ҳисоблаш натижалари

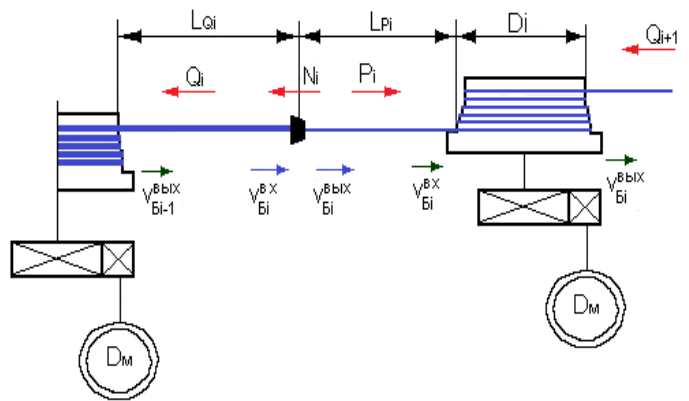
2-жадвал

Тайёрлаш диаметри, мм	Чўзиш							Чиқувчи диаметр, мм
	1,16			1,12				
	1	2	3	4	5	6	7	
8	7,3	6,36	5,47	4,72	4,21	3,76	3,36	3,0

Кўпўтувлиқ тўғри оқимли чўзиш ускунасининг умумлашган математик моделини қуриш учун, тўғри оқимли чўзиш машинасининг иш самарадорлигини ошириш учун технологияга ва электр юритмага кўйиладиган асосий талаблар таърифланди.

Автоматлаштирилган бошқарув объекти сифатида тўғри оқимли кўпўтувлиқ чўзиш ускунасининг мумкин бўлган иш режимларини ишлаб чиқиш, эҳтимол, С.А.Линьков томонидан таклиф этилган базавий дифференциал тенгламалар ёрдамида амалга оширилган бўлиб, бунда тўғри оқимли чўзиш машинаси юритувчи электр двигателларга, технологик инструмент (фильер)га ва симга эга тортувчи блоклар электр-механик тизимни ўзаро боғланган объектларининг биргаликдаги иши сифатида кўриб чиқилади (2-расм).

Бу ерда, Q_i – тортувчи шайбалар тизимининг акс тортишиши; $V_{\text{бых}}$ – тортувчи шайбалар тизимининг чиқиш тезлиги; $V_{\text{вх}}$ – тортувчи шайбалар тизимининг кириш тезлиги; P_i – чўзиш кучи; L_{Q_i} – акс тортишиш таъсир участкасининг узунлиги; L_{P_i} – чўзиш кучи таъсир участкасининг узунлиги; D_i – тортувчи барабаннинг диаметри.



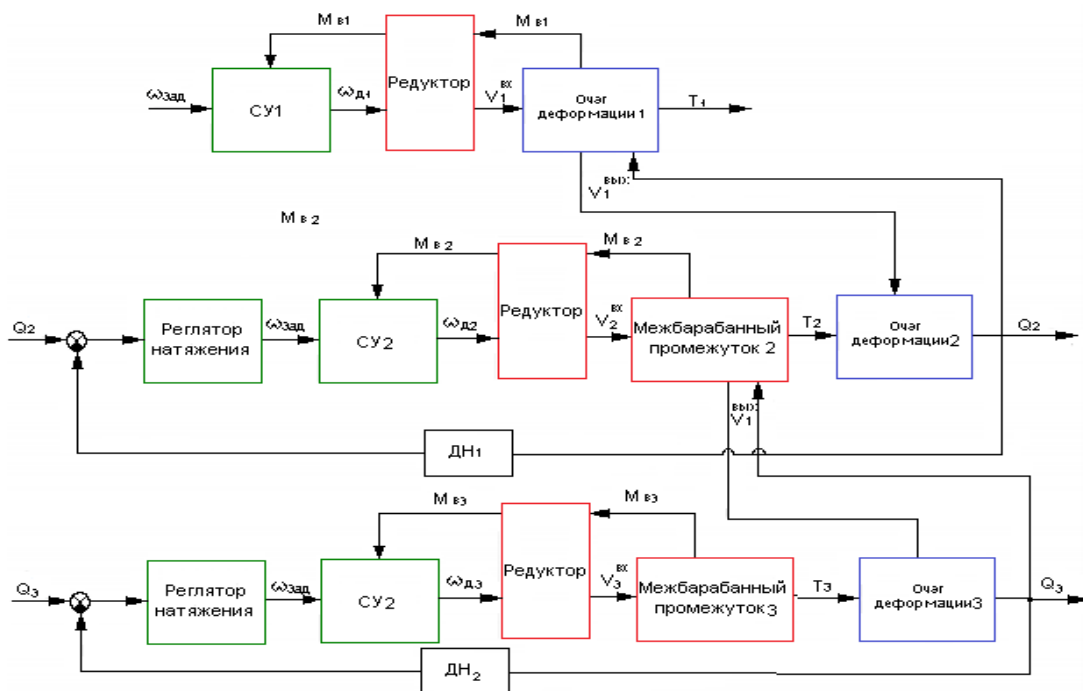
2-расм. Тўғри оқимли қирялаш стани барабанлараро оралиғининг базавий схемаси

i -барабанлараро оралиғи ЭМСни тавсифлаб берувчи дифференциал тенгламалар тизими (2) кўринишда ифодаланади, бу ерда, $M_{\text{дин } i}$ –тўғри оқимли КС ЭМСнинг динамик моменти; $V_{\text{вх}}$ – тортувчи шайбалар тизимининг кириш тезлиги; $V_{\text{бых}}$ – тортувчи шайбалар тизимининг чиқиш тезлиги; P_i – чўзиш кучи; Q_i – тортувчи шайбалар тизимининг акс тортишиши.

$$\begin{aligned}
 M_{\text{дин } i}(p) &= M_{\text{дв } i}(p) - P_i(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{вх}}}{j_{\text{ред } i}} + Q_{(i+1)}(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{бых}}}{j_{\text{ред } i}} - M_{\text{хх } i}(p); \\
 \omega_{\text{дв } i}(p) &= M_{\text{дин } i}(p) \frac{1}{J_{\Sigma_i} p}; \\
 V_{\delta_i}^{\text{вх}}(p) &= \omega_{\text{дв } i}(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{вх}}}{j_{\text{ред } i}}; \\
 V_{\delta_i}^{\text{бых}}(p) &= \omega_{\text{дв } i}(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{бых}}}{j_{\text{ред } i}}; \\
 P_i(p) &= (V_{\delta_i}^{\text{вх}} - V_{\text{в } i}^{\text{бых}}) \frac{EF_i}{L_{P_i} p}; \\
 V_{\text{в } i}^{\text{бых}} &= V_{\text{в } i}^{\text{вх}} \mu; \\
 V_{\text{в } i}^{\text{вх}} &= Q_i(p) \frac{L_{Q_i} p}{EF_{(i-1)}} + V_{\delta_{(i-1)}}^{\text{бых}}; \\
 Q_i(p) &= P_i(p) - N_i(p).
 \end{aligned} \tag{2}$$

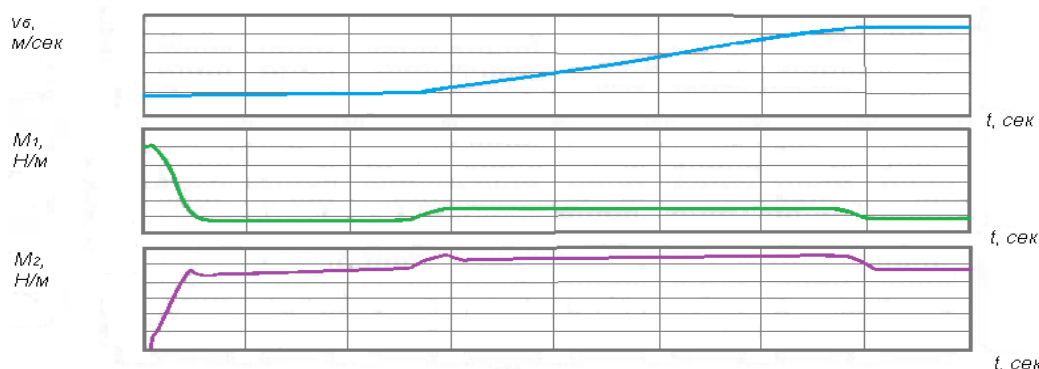
С.А.Линьков томонидан таклиф этилган уч карралик тўғри оқимли чўзиш ускунаси умумлашган математик моделининг блок-схемаси методика томонидан таклиф этилган чўзиш маршрути карралигининг ҳисоблаш параметрларини акс эттирмайди, у қайта кўриб чиқилгандан сўнг у тўлдирилди ва ҳисобланган маълумотларни ҳисобга олган ҳолда n -карралик

тўғри оқимли КСни бошқарув тизимининг тузилмавий схемаси ишлаб чиқилди (3-расм).



3-расм. Уч карралик тўғри оқимли қирялаш стани умумлашган математик моделининг таклиф этилаётган блок-схемаси

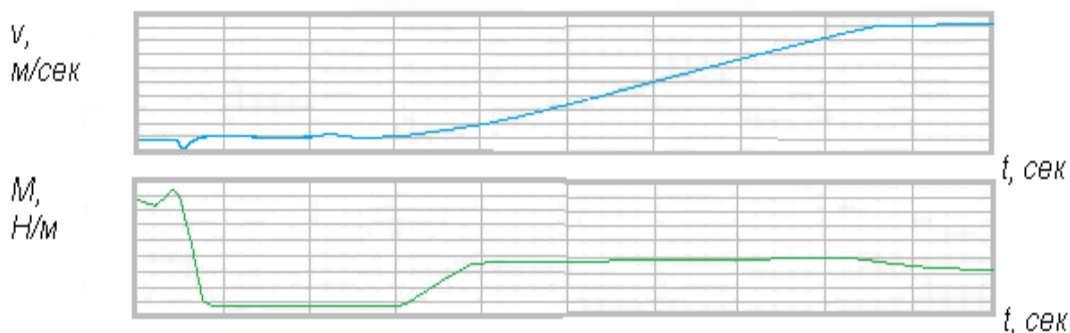
Бошланғич объект сифатида ВПЦ-3-4-550, «НИЕНОFF» - MSM-85 туридаги тўғри оқимли кўп карралик КМлари олинди. Умумлашган модели синовдан ўтказиш n -карралик КСда чўзиш маршрути бўйича тўғри оқимли чўзиш ускунаси иш режимларини ҳисобга олган ҳолда олиб борилди (4-расм).



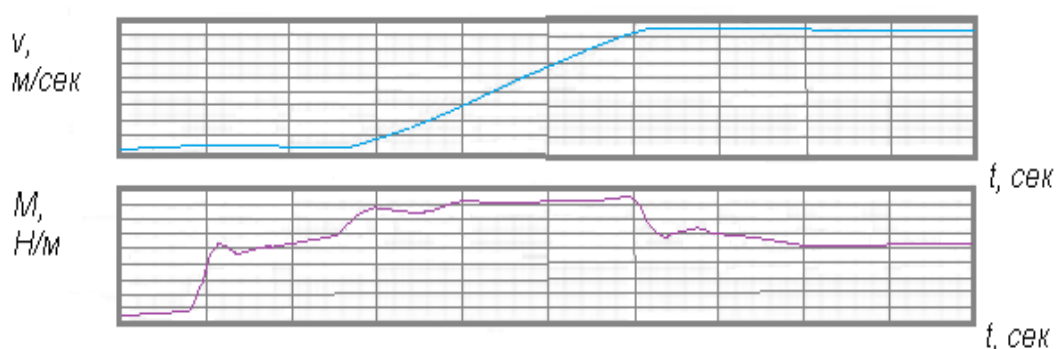
4-расм. n -карралик қирялаш станида ҳаракатдаги қирялаш маршрути бўйичатўғри оқимли қирялаш машинаси учун натижалар фрагментлари

«НИЕНОFF» - MSM-85 туридаги тўғри оқимли чўзиш ускунаси ишининг тўлиқ цикли -10 га тенг чўзиш жараёни карралиги ҳисобида ва

ВПЦ-3-4-550 ускунаси учун -6 га тенг чўзиш жараёни карралиги ҳисобида моделлаштирилди (6-расм).



5-расм. Қайта ҳисобланган маршрут учун «NIEHOFF» - MSM-85 учун моделлаштириш натижаларининг фрагментлари ва -10 карралик



6-расм. Қайта ҳисобланган маршрут учун ВПЦ-3-4-550 учун моделлаштириш натижаларининг фрагментлари ва -10 карралик

Юқорида айтилганлардан келиб чиқиб, шундай хулосага келиш мумкинки, тортувчи блокларни чиқариб ташлаш йўли билан чўзиш жараёнининг энергия самарадорлиги ошишини таъминловчи n -карралик тўғри оқимли чўзиш ускунасининг математик моделини қуриш ишлаб чиқилган чўзиш маршрути карралигини ҳисоблаш методикасиз имконсиздир.

Диссертациянинг «**Чўзиш жараёнининг тажриба тадқиқотлари**» деб номланган тўртинчи бобида «NAVOI CABLE CONNECTOR» МЧЖ (Навоий ш.) кабель корхонасида ўрнатилган ВПЦ 3-4-550 ва «NIEHOFF» - MSM-85 туридаги кўпкарралик тўғри оқимли ЧУда ўтказилган тадқиқотларнинг, тажрибаларнинг натижалари келтирилган.

Намунавий тўғри оқимли кўп карралик чўзиш машинаси бергич (отдатчик), қабул қилгич (приёмник) ва тортувчи блоклар тизимидан, шунингдек, “Бергич – Қабул қилгич” электр механик тизимида талаб қилинувчи тарангликни қўллаб-қувватлашни таъминлайдиган асосий электр юритмадан, чўзиш ўтувлари бўйича симни, берилган оралик диаметрлари билан тортиб маҳкамлашни амалга оширадиган тортувчи блокларда ўрнатилган индивидуал электр юритмалар тизимидан ташкил топган.

ВПЦ 3-4-550 туридаги чўзиш машинасида ўтказилган тажриба: чўзиш маршрутини ҳисоблашда битта ва иккита фильларни чиқариб ташлаш

вариантлари кўриб чиқилди, натижада чўзиш карралиги олти ва беш ўтувларга қабул қилинди (3,4-жадваллар).

Тақдим этилаётган чўзиш карралигини ҳисоблаш методикаси бўйича олинган олтига ўтув учун ВПЦ-3-4-550 КС учун ҳисобланган чўзиш маршрути

3-жадвал

Тайёрлаш диаметри, мм	Чўзиш							Чиқувчи диаметр, мм
	1,17			1,12				
	1	2	3	4	5	6	7	
8	6,74	5,76	4,92	4,21	3,76	3,36		3,0

Тақдим этилаётган чўзиш карралигини ҳисоблаш методикаси бўйича олинган бештага ўтув учун ВПЦ-3-4-550 КС учун ҳисобланган чўзиш маршрути

4-жадвал

Тайёрлаш диаметри, мм	Чўзиш							Чиқувчи диаметр, мм
	1,19			1,16				
	1	2	3	4	5	6	7	
8	6,61	5,56	4,70	4,03	3,48			3,0

Чўзиш ўтувларини 7 тадан 6 тагача тажрибавий қисқартириш (5-жадвал) жараённинг энергия самарадорлиги бўйича ижобий натижалар берди. Бироқ, яна бир двигател ўчирилганда ва олинган 5 ўтувлик чўзиш маршрутида ишлаб турган двигателларнинг орқтича юкланиши қайд этилган ва чўзиш жараёнида симнинг бир неча марта узилиши кузатилди.

Тўғри оқимли ВПЦ-3-4-550 ЧУ ишини 7 карралик ва 6 карралик чўзиш маршрутлари бўйича тажрибавий ўрганиш натижалари

5-жадвал

КМ параметрлари	Рн, Вт	Ршт.р., Вт	7 та ўтувлар учун Ршт.р.,Вт	cosφ	Рпр., кВт	6 та ўтувлар учун Ршт.р.,Вт	cosφ	Рпр., кВт
Вақт	315	75	266	0,8444	64	260,	0,8267	62
10=00	315	75	265	0,84127	63	260	0,8254	62
10=30	315	75	265	0,84127	63	261	0,82857	62
11=00	315	75	263	0,83492	62	260	0,8254	61
11=30	315	75	261	0,82857	62	260	0,8254	61
12=00	315	75	263	0,83492	62	260	0,8254	62
12=30	315	75	261	0,82857	62	259	0,82222	61
13=00	315	75	261	0,82857	63	260	0,8254	61
13=30	315	75	264	0,8381	63	259	0,82222	60
14=00	315	75	262	0,83175	63	259	0,82222	60
14=30	315	75	261	0,82857	62	258	0,81905	62
15=00	315	75	106	0,33651	64	104	0,33016	62
15=30	315	75	263	0,83492	63	258	0,81905	60
16=00	315	75	264	0,8381	63	259	0,82222	61
16=30	315	75	264	0,8381	62	261	0,82857	61
17=00	315	75	264	0,8381	62	260	0,8254	60
Иқтисод			49			5,6		

«NIEHOFF» - MSM-85 чўзиш машинасида ўтказилган тажриба: чўзиш маршрутини қайта санашнинг ишлаб чиқилган умумлаштирилган методикаси чўзиш карралигини, жараённинг оптимал кечиши – акс тортишишнинг зарурий катталигини ва жараён сифати ошишишни сақлаш мажбурий шарти билан, волокадан чиқиш жойида симнинг осилиб қолиши ёки узилиши каби авария ҳолатлари пайдо бўлишига йўл қўймасдан, амалдаги чўзиш технологияси талабларига риоя қилган ҳолда ҳисоблаш имконини берди. чўзиш маршрутини ҳисоблашда, аввалги тажрибада бўлганидек, бита ва иккита филерларни чиқариб ташлаш вариантлари кўриб чиқилган бўлиб, натижада чўзиш карралиги ўн иккита ва ўн битта ўтувларга қабул қилинди (6-жадвал).

Тўғри оқимли «NIEHOFF» - MSM-85 ЧУ ишини 12 карралик ва 11 карралик чўзиш маршрутлари бўйича тажрибавий ўрганиш натижалари

6-жадвал

Тайёрлаш диаметри, мм	Чўзиш												Чиқувчи диаметр, мм	
	1,33				1,13									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
9,52	9,3	8,7	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,8	2,5	242	2,0	1,95		1,95
	8,4	7,5	6,7	5,9	4,5	4,0	3,6	3,2	2,8	2,5	1,95			1,95

Чўзиш ўтувларининг 13 тадан 11 тагача тажрибавий қисқариши (7-жадвал) жараённинг энергия самарадорлиги бўйича ижобий натижаларни берди. Бироқ, таклиф этилаётган методика бўйича янги чўзиш маршрутига мувофиқ, фақат битта ўтув чиқарилганда ва мос равишда битта электр юритма ўчирилганда энергияни тежаш самараси аниқланмади.

Тўғри оқимли «NIEHOFF» - MSM-85 ЧУ ишини 13 карралик ва 12 карралик чўзиш маршрутлари бўйича тажрибавий ўрганиш натижалари

7-жадвал

ВМ параметрлари	Рн, Вт	Ршт.р., Вт	І, А	cosφ	Р _{ю12} дона	І, А	cosφ	Р _{ю11} дона	І, А	cosφ
Вақт	496	436	1,13	0,879	437	1,15	0,881	422	1,1105	0,8508
10=00		437	1,14	0,88105	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
10=30		436	1,15	0,87903	435	1,14474	0,87702	420	1,10526	0,84677
11=00		437	1,14	0,87903	435	1,14474	0,87702	421	1,10789	0,84879
11=30		436	1,12	0,87903	435	1,14474	0,87702	422	1,11053	0,85081
12=00		437	1,1	0,88105	435	1,14474	0,87702	421	1,10789	0,84879
12=30		437	1,1	0,88105	436	1,14737	0,87903	420	1,10526	0,84677
13=00		436	1,14	0,87903	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
13=30		436	1,13	0,87903	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
14=00		432	1,14	0,87097	436	1,14737	0,87903	421	1,10789	0,84879
14=30		427	1,12	0,86089	436	1,14737	0,87903	420	1,10526	0,84677
15=00		158	0,42	0,86089	157	0,41316	0,31653	153	0,40263	0,30847
15=30		430	1,13	0,86694	437	1,15	0,88105	420	1,10526	0,84677
16=00		436	1,14	0,87903	437	1,15	0,88105	422	1,11053	0,85081
16=30		435	1,14	0,87702	437	1,15	0,88105	423	1,11316	0,85282
17=00		436	1,14	0,87903	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
Иқтисод					Йўк			14 кВт		

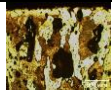
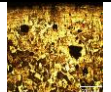
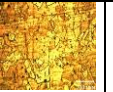
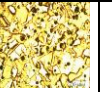
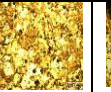
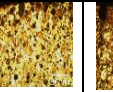
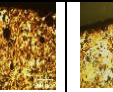
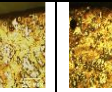
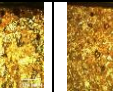
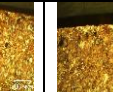

Чўзиш маршрутини қайта санашнинг таклиф этилаётган методикаси ва уни турли чўзиш ускунасига мослаб оптималлаштириш имконияти туфайли деформация парчаланганлигининг чўзилаётган металлга таъсирини камайтириш имконияти пайдо бўлади, бу эса ўз навбатида, симнинг микротузилишини яхшилади ва олинаётган маҳсулотнинг (ток узатувчи томирнинг) сифат-эксплуатация кўрсаткичларини оширади.

Саноат тажрибаси шунингдек, асосий электр юритмага эга чўзиш машиналари (ВСК-13 типдаги) учун ҳам ўтказилди, бироқ, фақат қиряланган мис сим намуналари сифат параметрларини яхшилаш бўйича ижобий натижалар (ом қаршилигини камайиши) олинди, ушбу аниқ ҳолат учун жараённинг энергия самарадорлигини ошириш борасида – параметрлар ўзгаришсиз қолди, чунки чўзиш машинасида бита асосий электр юритма мавжуд бўлиб, у кинематик жихатдан тортувчи барабанлар билан боғланган, ва демак, маршрутни берилган чиқиш диаметрига ўзгартириш тайёрлаб кўйилган тортувчи шайбалар сонига бориб тақалади.

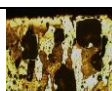
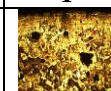
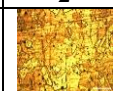


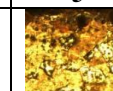

Юмалоқ ток узатувчи томирни ҳисоблаш учун ўтувлар сони камайишини ҳисоблаш, конструктор томирнинг эквивалент диаметри билан аниқланади деган фараз билан амалга оширилади.

ВСК-13 да қиряланган юмалоқ сим тузилишининг ўзгариши
чўзиш маршрутини қайта ҳисоблашгача

8-жадвал

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										
8,00 мм	6,8 мм	5,9 мм	5,2 мм	4,6мм	4,0 мм	3,5 мм	3,05 мм	2,75 мм	2,43 мм	2,14 мм
Ом қаршилиги 20°Сда 1 м,									0,0051 Ом	

чўзиш маршрутини қайта санашдан сўнг

0	1	2	3	4	5	6
						
8,00 мм	6,8 мм	5,1 мм	4,8 мм	3,25мм	3.50 мм	2.14 мм
Ом қаршилиги 20°Сда 1 м,					0,004947Ом	

Чўзиш ускуналарида (ВПЦ-3-4-550, ВСК-13М, MSM-85) ўтказилган тажрибалар натижасида ўтувлар сонининг камайиши ҳисобига (ЧУнинг тайёрланиши (заправкаси) таклиф этилаётган методика бўйича ҳисобланган чўзиш маршрутига амалга оширилган) мис сим намуналари сифат кўрсаткичларининг 5%га, алюмин сим ва алюмо-қотишмадан тайёрланган симнинг ўртча 2-2,5 %га яхшиланиши натижаси олинган, бу эса деформация парчаланганлигининг таъсирини камайишига ва шунга мос равишда мис микротузилишининг яхшиланишига олиб келади. чўзиш маршрутини камроқ ўтувлар сонига қайта санаш, технологиядан иккита ишлатилмаётган, ўз таркибида технологик инструмент – фильерларга эга бўлган тортувчи

блокларни чиқариш имконини берди, бу эса асосий технологик инструментдан фойдаланишда иқтисод қилишга олиб келади. Ҳар бир тортувчи блок учун индивидуал электр юритмага эга ЧУ (ВПС-3-4-550 MSM-85) учун ҳам олинган сим сифатининг яхшиланганлигидан ташқари энергия тежайдиган самара ҳам қайд этилган.

Чўзиш жараёни параметрларининг таққослама таҳлили

9-жадвал

Чўзиш жараёни параметрлари	КС учун умумий ЭП		Ҳар бир ТБ учун индивидуал электр юритмалар	
	Ҳаракатдаги	Ҳисобланган	Ҳаракатдаги	Ҳисобланган
1	2	3	4	5
Ўтувлар сони, дона.	10	6	7	5
Электр двигателлар сони	1		7	5
Истеъмол қилинадиган қувват, кВт	252		45	33,2
Материал	Мис			
Киряланган буюм	Юмалоқ сим		Юмалоқ сим	

Олинган ҳисобланган маълумотлар ва саноат тажрибаси натижалари таклиф этилаётган чўзиш маршрутини оптималлаштириш ва қайта санаш методикасининг ва бунинг натижаси сифатида таклиф этилган чўзиш маршрутида КМ тортувчи блокларининг ишлатилмаётган электр двигателларини ўчириш тўғрисидаги қарорнинг тўғрилигини тасдиқлади (9-жадвал).

ХУЛОСА

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун “Тўғри оқимли чўзиш ускунасининг энергия ва ресурс тежамкорлигини ошириш” мавзусидаги **илмий иш натижалари бўйича** куйидаги хулосалар тақдим этилган:

1. Чўзиш усули, чўзиш маршрути бўйича чўзиш жараёнида ўтишлар сони камайтирилган ҳолда чўзиш ускунаси такомиллаштирилган. Натижада ўртача 5% ток узатувчи симнинг эксплуатацион тавсифларини ошириш ва чўзилган сим деформациясини камайтириш имконияти яратилди.

2. Чўзиш жараёни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда чўзиш машиналарини такомиллаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган. Натижада чўзиш жараёнининг иқтисодий параметрларини яхшилаш – технологик ускунанинг энергия истеъмолини 15% камайтириш имконияти яратилди.

3. Чўзиш ускунасининг конструкцияга, технологияга ва чўзишускунаси иш режимларини текширишга киритилган ўзгартишларни ҳисобга олувчи чўзишускунасининг математик модели ишлаб чиқилди. Натижада симлар узилишининг олдини олиш имкони яратилди.

3. Чўзишускунасининг технологик параметрларини автоматлаштирилган мониторинг қилиш ва бошқариш тизими ишлаб чиқилган. Натижада чўзиш маршрутларини технологик параметрларни ҳисобга олган ҳолда қайта ҳисоблаш универсал модели олинган, бу эса чўзишускунасида унумдорликни 20% (2400 кг мис бир кунда) ошириш ва чиқиндилар миқдорини 15% (1800 кг мис бир кунда) камайтириш имконини берди.

4. Чўзишускунасида битта электр юритмани узиш йўли орқали маршрут такомиллаштирилди. Натижада, металл сиғимини 10% камайтириш ва электр энергия сарфини 20% га (17 гача кВт•ч) тежаш имкони яратилди.

Чўзишускунасини такомиллаштириш куйидаги кўринишдаги натижани берди: мис чиқиндиларининг камайиши, ускунанинг фойдали иш вақтини кўпайиши. Технологик параметрлар ва электромеханика тизимининг параметрлари, ишчи узеллар ва механизмлар, электромеханика тизимлари ва чўзиш жараёнининг технологик параметрларини ва конструктив ўзгартишларни ҳисобга олган ҳолда оптималлаштирилган. Бунда, такомиллаштирилган чўзишускунасини амалиётга татбиқ этишдан олинган умумий иқтисодий самарадорлик бир йилда 71 050 000 сўмни ташкил қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.27.06.2017.Т.03. ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА
И ОБЩЕСТВЕ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

ИВАНОВА ВЕРА ПАВЛОВНА

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ
ПРЯМОТОЧНЫХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ**

**05.05.02 – «Электротехника. Электроэнергетические станции, системы.
Электротехнические комплексы и установки»
(технические науки)**

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

Ташкент —2019 г.

Тема диссертации доктора философии (DPh) зарегистрирована за В2019.2.PhD/Т761 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Пирматов Нурали Бердиярович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Сытдыков Рашид Абдурахманович**
доктор технических наук, профессор

Бобожанов Махсуд Каландарович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2019г. ____ часов на заседании научного совета DSc.27.06.2017.Т. 03.03 при Ташкентском государственном техническом университете и ООО «Научно-технический центр». (Адрес: 100095, г.Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (регистрационный номер ____). (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: 246-03-41)

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2019 года.
(протокол рассылки № ____ от « ____ » _____ 2019 г.)

К.Р. Аллаев
Председатель Научного совета по присуждению ученых степеней,
академик, доктор технических
наук, профессор

О.Х. Ишназаров
Ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученых степеней, доктор технических наук, старший
научный сотрудник

М.И. Ибадуллаев
Председатель научного семинара при Научном совете по
присуждению ученых степеней,
доктор технических наук,
профессор.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире опыт производства кабельно-проводниковой продукции свидетельствует об огромных экономических выгодах вложения средств в повышение эффективности технологического оборудования. Работа в данном направлении ориентирована на переход к рациональному использованию энергетических ресурсов и создание дополнительных условий для повышения конкурентоспособности, финансовой устойчивости, энергетической безопасности отечественной экономики, роста уровня и качества жизни населения. При этом, согласно оценки экспертов CRU, в 2017 году Германия являлась крупнейшим производителем и потребителем кабельной продукции среди стран Западной Европы, а в Восточной Европе аналогичное положение занимает Российская Федерация. При этом в развитых странах мира (США, Германия, Япония) «...в ближайшей перспективе ожидается ежегодное увеличение производства кабельной продукции и проволоки примерно на 3,2%»¹. Решения задач повышения энергетической эффективности кабельного производства направлены на обеспечение роста конкурентоспособности за счет реализации потенциала энергосбережения путем модернизации технологического оборудования и перехода к рациональному использованию энергетических ресурсов.

Мировой опыт производства кабельной продукции, в части повышения эффективности технологии, предусматривает внедрение технологического кабельного оборудования, ориентированного на совмещение нескольких технологических операций; использование многоручьевых машин, способных за один проход обработать до 56 проволок, а также жесткое соблюдение установленных режимов работы технологического оборудования и конструкций выпускаемой кабельной продукции.

На сегодняшний день в Республике Узбекистан кабельное производство очень сильно развивается. Решение поставленной задачи повышения энерго-эффективности кабельного оборудования реализуется в принятии большого количества мер по техническому перевооружению, модернизации промышленного производства. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены основные задачи «...на ближайшую перспективу, как приоритетная задача, сокращение расходов энергии и ресурсов экономики, широкого внедрения энергосберегающих технологий в производство...»². Такие задачи в исследовании решаются путем совместного рассмотрения вариантов уменьшения энергопотребления волоочильного технологического оборудования, определения оптимальных режимов работы и увеличения

¹<http://proxima.com.ua/articles/articles.php?clause=3370>

²Указ Президента Республики Узбекистан № УП - 4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

пропускной способности токопроводящих жил кабеля за счет уменьшения дробности деформации.

Таким образом данное диссертационное исследование актуально и служит выполнению задач, предусмотренных в вышеупомянутом Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года, Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-2343 от 5 мая 2015 года «О Программе мер по сокращению энергоемкости, внедрению энергосберегающих технологий в отраслях экономики и социальной сфере на 2015-2019 годы» и №ПП-3012 от 26 мая 2017 года «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной области.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий в республике - II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Вопросами исследования теоретических и практических задач теории волочения, а также проведением научно-исследовательских работ по изучению режимов работы кабельного технологического оборудования занимались в Калифорнийском университете (США), в Рейнско-Вестфальском техническом университете (Германия), Российском проектно-конструкторском и технологическом научно-исследовательском институте кабельной промышленности, Украинском научно-промышленном институте кабельной промышленности, Шанхайском государственном университете «Шанда» (Китай).

Известные учёные Э.В. Сименс, А. Хиппель, В.Р. Баррет, В. Браун, Р.А. Хэдфилд, И.Б. Пешков, Г.И. Мешанов, Ан Ен Док, Ю.В. Образцов, Ю.Т. Ларин, И.Т. Туганбаев, А.К. Бульхин и другие внесли свой вклад в развитие теории волочения, направленный на повышение эффективности кабельного оборудования и технологического процесса. В Узбекистане совершенствованием технологического процесса волочения и технологических параметров занимались учёные Я.З. Месенжник, Я.П. Алёхин, О.Ш. Ахмедов.

Несмотря на имеющиеся положительные результаты, совместное решение проблем увеличения эффективности работы волочильного оборудования и повышения качества отволоченной медной проволоки в достаточной степени не изучено. В данной диссертационной работе рассмотрены вопросы, позволяющие одновременно улучшить пропускную способность токоведущей жилы кабеля и увеличить эффективность работы волочильного технологического оборудования с обеспечением ресурсосбережения всего технологического процесса.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, где выполнена

диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета на тему № 02/1-925 «Повышение энергетической эффективности производства электрической и тепловой энергии, уменьшение потерь при передаче и использовании, а также при их доставке, меры развития энергетических и топливно-энергетических комплексов» (2016-2017).

Целью исследования является повышение энергоэффективности и ресурсосбережения прямогочного волочильного оборудования при производстве кабельной продукции.

Задачи исследования:

- определение вариантов повышения эффективности прямогочных волочильных машин (ВМ) на основе анализа существующих методов ресурсо- и энергосбережения;

- разработка способа повышения энергоэффективности прямогочных ВМс указанием основных этапов, учитывающих особенности технологии волочения: технико-экономические параметры процесса, полезное время работы оборудования, количество отходов цветного металла и качество токопроводящей жилы;

- разработка математической модели прямогочной ВМ, учитывающей основные технологические, технические и эксплуатационные параметры как отдельных узлов, механизмов и элементной базы, так и всей машины в целом;

- разработка системы управления автоматизированного мониторинга технологического процесса волочения с учетом технологических параметров прямогочной ВМ и критериев качества токоведущей жилы; энергосберегающего выбранного способа модернизации действующей ВМ за счет пересмотра маршрута волочения, уменьшения количества проходов (сокращение дробности деформации микроструктуры медной проволоки), что позволило обеспечить высокое качество отволоченной проволоки (уменьшение омического сопротивления), без внесения конструктивных изменений электромеханической системы прямогочной ВМ.

Объектом исследования является энергоэффективная работа прямогочной волочильной машины и ее электромеханической системы, обеспечивающей поддержание высокого качества отволоченного изделия, постоянства геометрических параметров токоведущей части кабеля по всей длине, отсутствие овальности и эксцентриситета токоведущей жилы.

Предметом исследования является отволоченное изделие, имеющее улучшенные эксплуатационные характеристики, полученные за счет уменьшения дробности деформации микроструктуры проволоки при наличии энерго- и ресурсосберегающего эффекта.

Методы исследования. Исследования базируются на законах электротехники, теории волочения, пластичности и деформационных изменений микроструктуры цветных металлов, методах расчётов технологических параметров волочения и конструкций кабельно-

проводниковой продукции, математического моделирования режимов электромеханических систем, методах решения систем уравнений, с использованием аналитических и численных методов и методах структурного моделирования.

Научная новизна исследования заключается в:

- усовершенствовании метода волочения, путем сокращения количества проходов волочения с обеспечением и поддержанием требуемых технологических режимов, согласно нормативной документации по качеству отволооченной продукции (проволоки) при уменьшении энергопотребления;
- разработке математической модели технологии прямоточного волочения, учитывающей технологические и технические параметры прямоточной ВМ (рабочих узлов, механизмов и электромеханической системы, параметров отволооченной проволоки) с разработкой системы автоматизированного мониторинга и управления технологическими параметрами прямоточной ВМ;
- проведении модернизации прямоточной ВМ, путем отключения незадействованных электроприводов согласно результатам пересмотра маршрута волочения, с обязательным соблюдением требований технологии и технологическим параметрам продукции;
- разработке научно-обоснованных рекомендаций по повышению энергоэффективности процесса волочения и ресурсосбережения прямоточных ВМ.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана методика расчета маршрута волочения, обеспечивающая повышение параметров ресурсосбережения и энергоэффективности процесса волочения, а также улучшение качества и эксплуатационных параметров отволооченной токоведущей жилы;

разработана ресурсосберегающая технология волочения путем уменьшения проходов волочения в прямоточной ВМ;

улучшены параметры и характеристики отволооченной токоведущей жилы;

разработаны методика и алгоритм построения математической модели прямоточной ВМ, обеспечивающие технологические и технические параметры выбранного процесса волочения с учетом качества сырья без внесения изменений в конструкцию ВМ;

разработана система автоматизированного мониторинга и управления технологическими параметрами прямоточной ВМ, обеспечивающая поддержание выбранной технологии, построенной на предлагаемом маршруте волочения.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обосновывается законами электротехники, проведенными и полученными результатами полномасштабных теоретических и экспериментальных исследований, их взаимной согласованностью,

практикой их внедрения, а также подтверждается совпадением теоретических и экспериментальных результатов, основанных на применении теории волочения и методах сравнительных расчетов технологических параметров процесса волочения.

Научное и практическое значение результатов исследования. Научное значение результатов исследования характеризуется обоснованной методикой расчета маршрута и технологии волочения приводящим к сокращению количества проходов с энергосберегающим эффектом, а также разработкой математической модели технологии волочения, позволяющей учитывать технологические и технические параметры процесса и объекта волочения; разработкой системы автоматизированного мониторинга и управления технологическими параметрами прямоточной ВМ.

Практическая значимость результатов исследования состоит в повышении ресурсосбережения и энергоэффективности волочильного оборудования путем сокращения количества проходов по маршруту волочения и улучшении эксплуатационных параметров отволоченной токоведущей жилы вследствие уменьшения дробности её деформации, а также внедрении системы автоматизированного мониторинга и управления технологическими параметрами прямоточной ВМ.

Внедрение результатов исследования. Проведенные исследования работы прямоточной ВМ, её системы управления и модели процесса волочения позволили внедрить их результаты:

на ООО «NAVOICABLECONNECTOR» (г.Навои) разработан и внедрен программный продукт системы автоматизированного мониторинга и управления технологическими параметрами волочильной машины (Акт внедрения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, г.Навои, 2018г. – Справка Ассоциации «Узэлтехсаноат» №01-786 от 6 апреля 2018г.) - повышено ресурсосбережение в работе волочильного оборудования не менее, чем на 10%;

на ООО «NAVOICABLECONNECTOR» (г.Навои) разработаны и внедрены рекомендации по улучшению эксплуатационных свойств токопроводящей жилы (Акт внедрения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, г.Навои, 2018г. – Справка Ассоциации «Узэлтехсаноат» №01-2867 от 25 декабря 2018г.) - сокращено количество проходов проволоки с 7 до 5, за счет этого увеличена электрическая проводимость отволоченной проволоки на 5%.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования апробированы на 9 научно-практических конференциях, из них на 5 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 5 научных трудов, из них 1 статья в иностранном журнале и 4 статьи в республиканских журналах, рекомендованных ВАК РУз.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 101 страницах печатного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, представляются цель и задачи, характеризуются объект и предмет, показано соответствие проведенного научного исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследований, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение их в практику, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Состояние вопроса и постановка задачи по повышению энергоэффективности ресурсосберегающего волочильного оборудования»** рассматриваются теоретические сведения о видах волочильного оборудования. Проведен анализ использования зарубежного и отечественного опыта применения волочильных машин, обеспечивающих энергоэффективность и ресурсосбережение, также перечислены причины снижения эффективности работы волочильного оборудования.

Волочение, являясь начальной операцией в технологической цепочке, определяет качество токоведущей жилы для всех видов кабельно-проводниковой продукции, чем и объясняются жёсткие требования к технологии и технологическим режимам. Осуществить операцию волочения можно девятью различными способами. В настоящем исследовании рассматриваются многократные волочильные машины прямоточного типа, где технологический процесс осуществляется системой тянущих блоков, имеющих индивидуальные электропривода.

Анализ причин снижения производственной эффективности, позволили сделать вывод о том, что обрывность — это основной технологический параметр определяющий производительность технологического оборудования и его безотходность. Также в работе изучен вопрос взаимного влияния технологических и энергосиловых параметров, где согласно теории волочения, все технологические, технические и энергосиловые факторы взаимосвязаны. На основании изложенного сформулирована постановка задачи исследования, которая определила дальнейшую научную работу в этом направлении.

Во второй главе диссертации **«Обоснование технического решения по совершенствованию процесса волочения обеспечивающего энерго- и ресурсосбережение»** приведена информация о токопроводящей жиле, как объекте волочения с точки зрения влияния холодной пластической деформации на ее основные качественные параметры. Изучен вопрос улучшения эксплуатационных характеристик проволоки за счет технологических факторов процесса волочения. Это достигается уменьшением электрического сопротивления токопроводящей жилы, путем сокращения дробности деформации в структуре отволоченной проволоки, при сокращении количества проходов волочения.

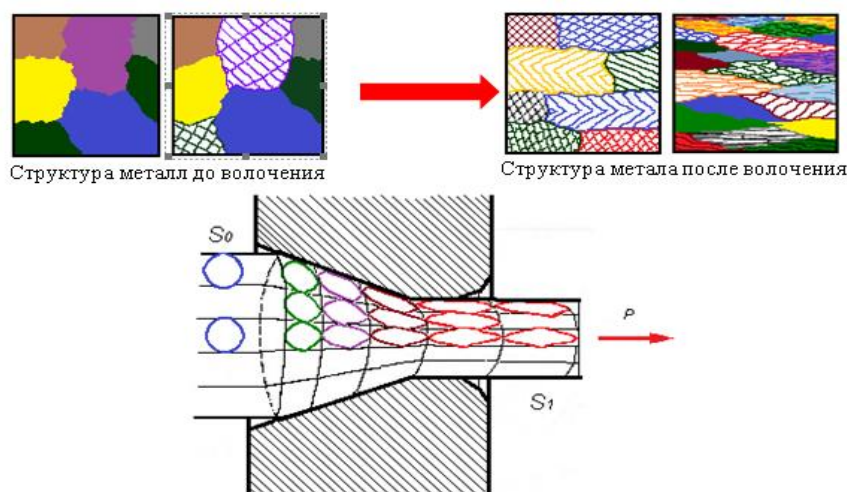


Рис. 1 Процесс изменение сплошного профиля обрабатываемого объекта при протекании процесса волочения

Проведенное исследование микроструктуры отволоченных образцов медной и алюминиевой проволоки показало, что структура металлов по проходам уплотняется за счет дробности деформации и, соответственно, ухудшаются их электрохимические свойства (рис.1).

Поведен анализ инженерных расчетов технологических параметров волочения, как процесса для медной и алюминиевой проволоки, который показал, что улучшение производительности прямоочных ВМ во многом определяется, прежде всего, уменьшением технической обрывности, правильным расчетом допустимой степени деформации отволоченной проволоки и изменением рабочего угла волок по проходам маршрута волочения; а также правильно рассчитанным балансом мощностей (1), определяющим усилие волочения для рассматриваемого технологического процесса и типа ВМ:

$$N = N_l + N_k + N_{ср} \quad (1)$$

где, N_l – мощность затрачиваемая на изменение формы, размеры сечения проволоки; N_k – мощность затрачиваемая на контактное трение; $N_{ср}$ – мощность интенсивный сдвиг материала.

Таким образом, применяемая для расчета технологических параметров волочения инженерная методика, не учитывает совместное влияние на технологию свойств отволоченного материала, технических характеристик и рабочих параметров ВМ.

В третьей главе диссертации «**Разработка математической модели энергоэффективного технологического процесса волочения**» был рассмотрен вопрос построения обобщенной методики расчета технологического процесса работы прямоочного многопроходного волочильного стана, основанного на существующих методиках: расчёт по кратности волочильной машины; расчёт по единичной степени деформации; расчёт с учётом угла волоки.

Для расчёта оптимальной кратности маршрутов волочения, учитывающих технологические параметры прямоочной волочильной машины, свойства обрабатываемого металла и конструкции технологического инструмента (фильер), была разработана блок-схема и определены входные и выходные параметры процесса волочения.

По результатам произведенных расчетов в тестовом режиме был осуществлен расчет маршрута волочения для действующего технологического оборудования с учетом реальных параметров технологического процесса волочения и паспортных данных прямоточного волочильного стана «NIEHOFF» - MSM-85, ВПЦ3-4-550 (таблицы - 1, 2). Тестирование осуществлялось по параметрам действующего маршрута волочения для меди и алюминиевого сплава.

Результаты расчет обобщённой методики расчета технологического процесса работы прямоточного многопроходного волочильного стана «NIEHOFF» - MSM-85

Таблица -1

Материал:	Alu-Alloy 6101/6201												Выходной диаметр, мм
Входная величина, диаметр заготовки, мм	Проходы волочения												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9,52	8,2	7,2	6,2	5,4	4,7	4,2	3,8	3,3	3,0	2,6	2,3	2,1	1,95

Результаты расчет обобщённой методики расчета технологического процесса работы прямоточного многопроходного волочильного стана ВПЦ 3-4-550

Таблица -2

Диаметр заготовки, мм	Вытяжка							Выходной диаметр, мм
	1,16			1,12				
	1	2	3	4	5	6	7	
8	7,3	6,36	5,47	4,72	4,21	3,76	3,36	3,0

Для построения обобщенной математической модели многократного прямоточного волочильного стана были сформулированы основные требования для повышения эффективности работы прямоточной волочильной машины к технологии и электроприводу.

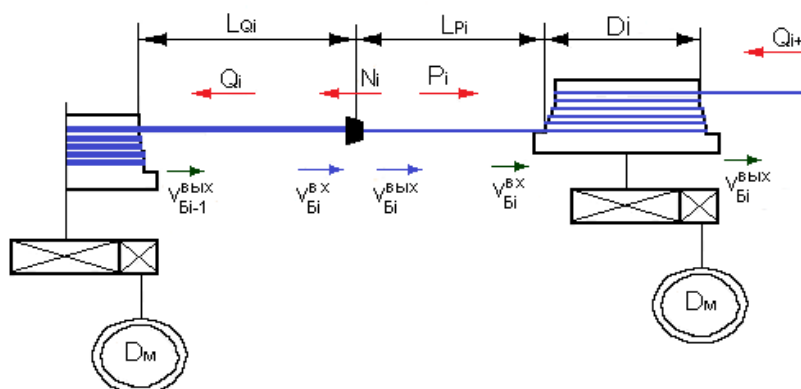


Рис.2 Базовая схема межбарабанного промежутка прямоточного волочильного стана: где, Q_i - противонатяжение системы тянущих шайб; $V_{вых}$ – выходная скорость системы тянущих шайб; $V_{вх}$ – входная скорость системы тянущих шайб P_i - сила волочения; L_{Qi} - длина участка действия противонатяжения; L_{Pi} - длина участка действия силы волочения; Di - диаметр тянущего барабана

Обработка возможных вариантов режимов работы прямоточного многопроходного волочильного стана, как объекта автоматизированного управления осуществлялась помощью базовых дифференциальных уравнений, предложенных С.А. Линьковым, где прямоточная волочильная машина рассматривается, как совместная работа взаимосвязанных объектов ЭМС тянущих блоков с приводными электродвигателями, технологическим инструментом (фильера) и проволокой (рис.2).

Система дифференциальных уравнений, описывающая ЭМС i -го межбарабанного промежутка, представляется в виде (2):

$$\begin{aligned}
 M_{\text{дин}_i}(p) &= M_{\text{дв}_i}(p) - P_i(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{ВХ}}}{j_{\text{ред}_i}} + Q_{(i+1)}(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{ВЫХ}}}{j_{\text{ред}_i}} - M_{\text{хх}_i}(p); \\
 \omega_{\text{дв}_i}(p) &= M_{\text{дин}_i}(p) \frac{1}{J_{\Sigma_i} p}; \\
 V_{\delta_i}^{\text{ВХ}}(p) &= \omega_{\text{дв}_i}(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{ВХ}}}{j_{\text{ред}_i}}; \\
 V_{\delta_i}^{\text{ВЫХ}}(p) &= \omega_{\text{дв}_i}(p) \frac{R_{\delta_i}^{\text{ВЫХ}}}{j_{\text{ред}_i}}; \\
 P_i(p) &= (V_{\delta_i}^{\text{ВХ}} - V_{\text{в}_i}^{\text{ВЫХ}}) \frac{EF_i}{L_{P_i} p}; \\
 V_{\text{в}_i}^{\text{ВЫХ}} &= V_{\text{в}_i}^{\text{ВХ}} \mu; \\
 V_{\text{в}_i}^{\text{ВХ}} &= Q_i(p) \frac{L_{Q_i} p}{EF_{(i-1)}} + V_{\delta_{(i-1)}}^{\text{ВЫХ}}; \\
 Q_i(p) &= P_i(p) - N_i(p).
 \end{aligned} \tag{2}$$

где, $M_{\text{дин}_i}$ - динамический момент ЭМС прямоточного ВС; $M_{\text{хх}_i}$ - момент двигателя; $V^{\text{вх}}, V^{\text{вых}}$ - выходная и входная скорость системы тянущих шайб; P_i - сила волочения; Q_i - противонапряжение системы тянущих шайб, N_i - сила терния; L_{P_i} - участок приложения силы волочения; μ - вытяжка; $R_{\delta_i}^{\text{ВХ}}, R_{\delta_i}^{\text{ВЫХ}}$ - радиус входного и выходного барабана; E - модуль упругости металла; J - момент инерции; ω - угловая скорость вращения барабана.

Блок-схема математической модели трехкратного прямоточного волочильного стана, предложенная С.А. Линьковым, не отражает расчетные параметры предложенной методикой кратности маршрута волочения. После ее пересмотра она была дополнена и разработана структурная схема системы управления n -кратным прямоточным ВС с учетом коррекции расчетных данных (рис.3).

В качестве исходного объекта были взяты прямоточные многократные ВМ типа: ВПЦ-3-4-550, НИЕНОФФ» - MSM-85. Тестирование обобщенной

модели проводилось с учетом рабочих режимов прямоточного волочильного стана по действующему маршруту волочения на n - кратном ВС (рис.4).

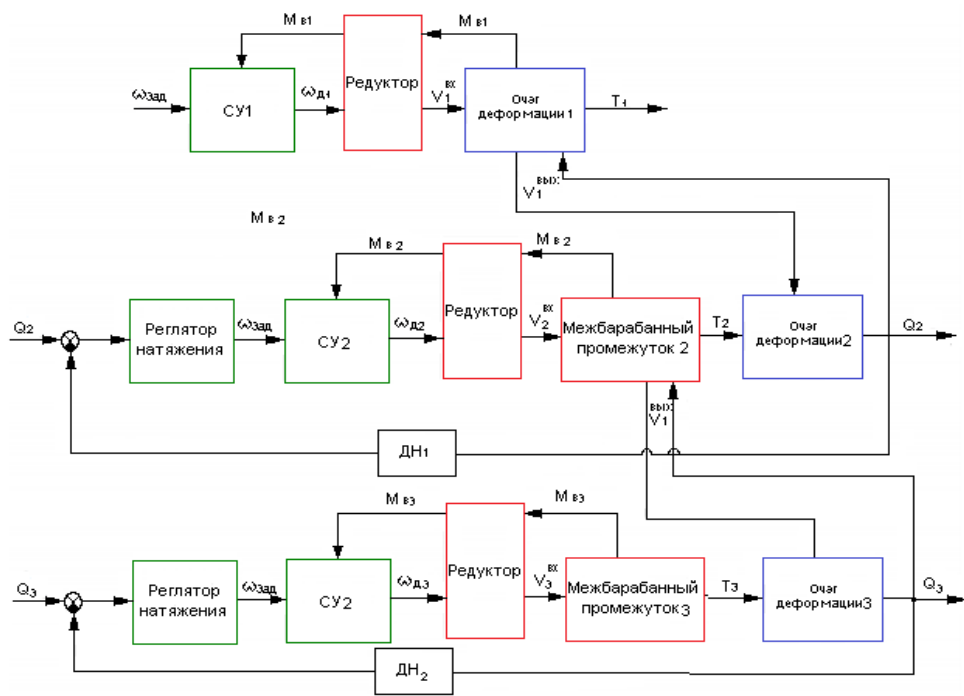


Рис.3. Предлагаемая блок-схема обобщенной математической модели трехкратного прямоточного волочильного стана

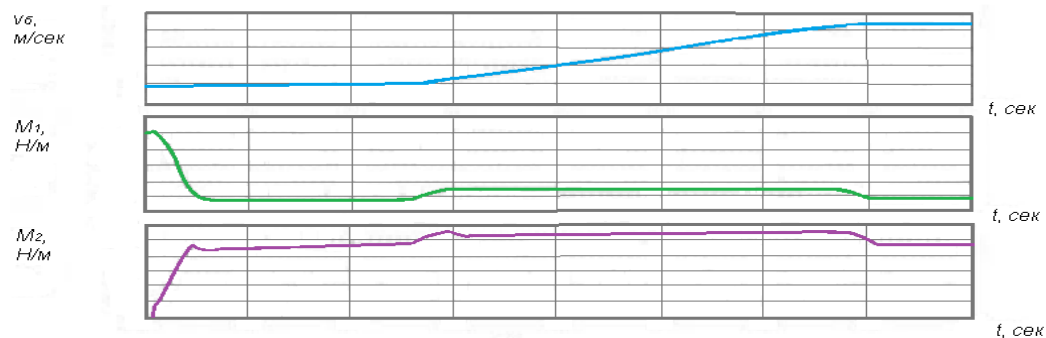


Рис. 4 Фрагменты результатов моделирования для прямоточной волочильной машины по действующему маршруту волочения на n -кратном волочильном стане

Моделировался полный цикл работы прямоточного волочильного стана типа «НИЕНОFF» - MSM-85 из расчета кратности процесса волочения равного -10 (рис.5) и стана ВПЦ-3-4-550 из расчета кратности процесса волочения равного 6 (рис.6).

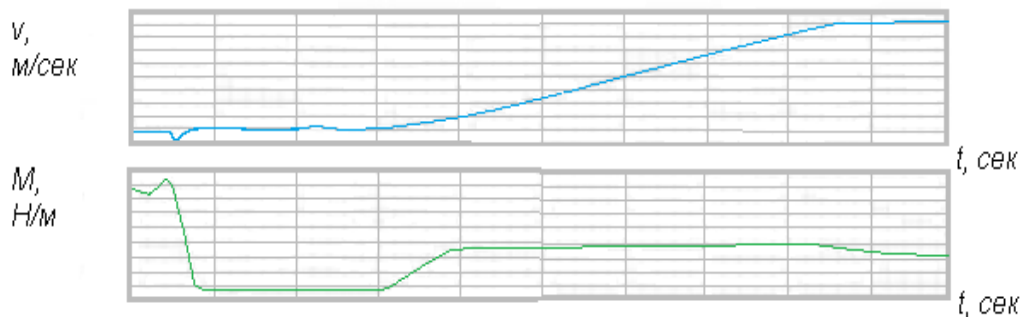


Рис.5 Фрагменты результатов моделирования для «НИЕНОFF» - MSM-85 для пересчитанного маршрута волочения и кратность - 10

8	6,61	5,56	4,70	4,03	3,48			3,0
---	------	------	------	------	------	--	--	-----

Экспериментально сокращение проходов волочения (таблица-5) с 7 до 6 дало положительные результаты по энергоэффективности процесса. Однако, в дальнейшем при отключении еще одного двигателя и полученном маршруте волочения в 5 проходов был зафиксирован перегруз работающих двигателей.

**Результаты экспериментальных исследований работы прямоточной ВМ
ВПЦ-3-4-550 по маршрутам при 7 кратном и 6 кратном волочении**

Таблица-5

Параметры ВМ	$P_{н},$ кВт	$P_{шт.р.},$ кВт	$P_{шт.р.},$ кВт для 7 проходов	$\cos\phi$	$P_{пр.},$ кВт	$P_{шт.р.},$ кВт для 6 проходов	$\cos\phi$	$P_{пр.},$ кВт
Время	315	75	266	0,8444	64	260,	0,8267	62
10=00	315	75	265	0,84127	63	260	0,8254	62
10=30	315	75	265	0,84127	63	261	0,82857	62
11=00	315	75	263	0,83492	62	260	0,8254	61
11=30	315	75	261	0,82857	62	260	0,8254	61
12=00	315	75	263	0,83492	62	260	0,8254	62
12=30	315	75	261	0,82857	62	259	0,82222	61
13=00	315	75	261	0,82857	63	260	0,8254	61
13=30	315	75	264	0,8381	63	259	0,82222	60
14=00	315	75	262	0,83175	63	259	0,82222	60
14=30	315	75	261	0,82857	62	258	0,81905	62
15=00	315	75	106	0,33651	64	104	0,33016	62
15=30	315	75	263	0,83492	63	258	0,81905	60
16=00	315	75	264	0,8381	63	259	0,82222	61
16=30	315	75	264	0,8381	62	261	0,82857	61
17=00	315	75	264	0,8381	62	260	0,8254	60
Снижение мощности			49			5,6		

Эксперимент на волочильной машине «NIEHOFF» - MSM-85: разработанная обобщенная методика пересчета маршрута волочения позволила рассчитать кратность волочения, с соблюдением требований действующей технологии волочения, не допуская возникновения аварийных ситуаций, таких как провисание или обрыв проволоки на выходе из волоки, с обязательным условием оптимального протекания процесса - поддержание необходимой величины противонатяжения и повышения качества процесса. При расчете маршрута волочения, также как и в предыдущем эксперименте рассматривались варианты исключения одной и двух фильер, в результате кратность волочения была принята на двенадцать и одиннадцать проходов (таблица 6).

**Результаты экспериментальных исследований работы прямоточной ВМ
«NIEHOFF» - MSM-85 по маршрутам при 12, 11 кратном волочении**

Таблица -6

Диаметр заготовки, мм	Вытяжка													Выходной диаметр, мм
	1,33				1,13									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
9,52	9,3	8,7	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,8	2,5	242	2,0	1,95		1,95
	8,4	7,5	6,7	5,9	4,5	4,0	3,6	3,2	2,8	2,5	1,95			1,95

Экспериментально сокращение проходов волочения (таблица -7) с 13 до 11 дало положительные результаты по энергоэффективности процесса.

Результаты экспериментальных исследований работы прямоточной ВМ NIEHOFF» - MSM-85 по маршрутам при 13 кратном и 12 кратном волочении

Таблица-7

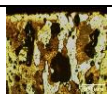
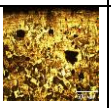
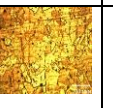

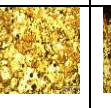
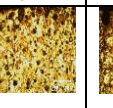
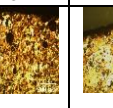
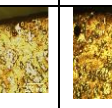
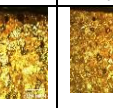
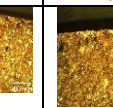
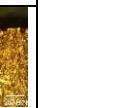
Параметры ВМ	Р _н , кВт	Р _{шт.р.} , кВт	I, кА	cosφ	Р _{1,2} , кВт	I, кА	cos φ	Р _{1,1} , кВт	I, кА	cosφ
Время	496	436	1,13	0,879	437	1,15	0,881	422	1,1105	0,8508
10=00		437	1,14	0,88105	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
10=30		436	1,15	0,87903	435	1,14474	0,87702	420	1,10526	0,84677
11=00		437	1,14	0,87903	435	1,14474	0,87702	421	1,10789	0,84879
11=30		436	1,12	0,87903	435	1,14474	0,87702	422	1,11053	0,85081
12=00		437	1,1	0,88105	435	1,14474	0,87702	421	1,10789	0,84879
12=30		437	1,1	0,88105	436	1,14737	0,87903	420	1,10526	0,84677
13=00		436	1,14	0,87903	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
13=30		436	1,13	0,87903	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
14=00		432	1,14	0,87097	436	1,14737	0,87903	421	1,10789	0,84879
14=30		427	1,12	0,86089	436	1,14737	0,87903	420	1,10526	0,84677
15=00		158	0,42	0,86089	157	0,41316	0,31653	153	0,40263	0,30847
15=30		430	1,13	0,86694	437	1,15	0,88105	420	1,10526	0,84677
16=00		436	1,14	0,87903	437	1,15	0,88105	422	1,11053	0,85081
16=30		435	1,14	0,87702	437	1,15	0,88105	423	1,11316	0,85282
17=00		436	1,14	0,87903	436	1,14737	0,87903	422	1,11053	0,85081
Снижение мощности					нет			14 кВт		

Благодаря предлагаемой методике пересчета маршрута волочения и его возможности оптимизации под различный тип волочильного оборудования, появляется возможность уменьшения влияния дробности деформации на протягиваемый металл, что в свою очередь улучшает микроструктуру проволоки и увеличивает качественно-эксплуатационные показатели получаемого изделия (токоведущей жилы).

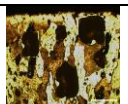
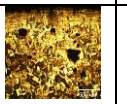
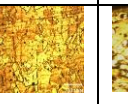
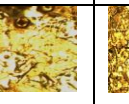
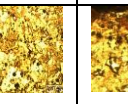
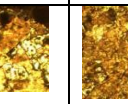

Промышленный эксперимент был проведен для волочильных машин, имеющих главный электропривод (типа ВСК-13), положительные результаты были получены только по улучшению качественных параметров образцов отволоченной медной проволоки (уменьшение омического сопротивления), а в отношении повышения энергоэффективности процесса для данного конкретного случая – параметры остались без изменения, т.к. в волочильной машине имеется один привод, который кинематически связан с тянущими барабанами, следовательно, изменение маршрута на заданный выходной диаметр сводится к количеству заправленных тянущих шайб.

Изменение структуры отволоченной круглой проволоки на ВСК-13 до пересчета маршрута волочения

Таблица 8

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										
8,00 мм	6,8 мм	5,9 мм	5,2 мм	4,6мм	4,0 мм	3,5 мм	3,05 мм	2,75 мм	2,43 мм	2,14 мм
Омическое сопротивление 1 м при 20°C,									0,0051 Ом	

после пересчета маршрута волочения

0	1	2	3	4	5	6
						
8,00 мм	6,8 мм	5,1 мм	4,8 мм	3,25мм	3.50 мм	2.14 мм
Омическое сопротивление 1 м при 20°С,					0,004947Ом	

Расчет уменьшения количества проходов для расчета круглой токопроводящей жилы осуществлялся с допущением, что конструктив определяется эквивалентным диаметром жилы.

Эксперименты на волочильных станах (ВПЦ-3-4-550, ВСК-13М, MSM-85) показывают улучшение качественных показателей образцов медной проволоки на 5% (таблица - 9), алюминиевой проволоки и проволоки из алюмо-сплава в среднем на 2-2,5% за счет уменьшения количества проходов (заправка ВС осуществлялась на маршрут волочения рассчитанному по предлагаемой методике) и, как следствие, – снижение влияния дробности деформации, что приводит к улучшению микроструктуры меди. Пересчет маршрута волочения на меньшее количество проходов позволил исключить из технологии два незадействованных тянущих блока, имеющих в своем составе технологический инструмент – фильеры, что приводит к экономии в использовании основного технологического инструмента. Для ВС с индивидуальным ЭП каждого тянущего блока (ВПЦ-3-4-550 MSM-85) зафиксирован энерго-экономических эффект, помимо улучшения качества полученной проволоки.

Сопоставительный анализ параметров процесса волочения

Таблица -9

Параметры процесса волочения	Общий ЭП для ВС		Индивидуальный ЭП для каждого ТБ	
	Действующий	Расчетный	Действующий	Расчетный
1	2	3	4	5
Количество проходов, шт.	10	6	7	5
Количество электродвигателей	1		7	5
Потребляемая мощность, кВт	252		45	33,2
Материал	Медь			
Отволоченное изделие	Круглая проволока		Круглая проволока	

Полученные расчетные данные и результаты промышленного эксперимента подтвердили правильность предлагаемой методики пересчета и оптимизации маршрута волочения (таблица-9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам научной работы на соискание ученой степени *доктора философии* (PhD) по техническим наукам на тему «Повышение энерго- и ресурсосбережения прямоточных волочильных станов» представлены следующие выводы:

1. Усовершенствован способ волочения при одновременном уменьшении количества проходов по маршруту волочения. Результат дал возможность уменьшить дробность деформации отволоченной проволоки и повысить эксплуатационные характеристики токопроводящей жилы (ТПЖ) (уменьшить омическое сопротивление) в среднем на 5%.

2. С учётом особенностей процесса волочения разработаны рекомендации по модернизации волочильных машин. В результате созданы условия для улучшения экономических параметров процесса волочения – уменьшения энергопотребления технологического оборудования на 15%.

3. Разработана обобщенная математическая модель волочильной машины, учитывающая работу оборудования с внесенными изменениями в конструкцию, технологию и проверку рабочих режимов волочильной машины. Результаты подтвердили возможность совершенствования технологии волочильной машины и повышения ее энергоэффективности.

4. Разработана система автоматизированного мониторинга и управления технологическими параметрами ВМ. В результате получена универсальная модель пересчета маршрутов волочения с учетом технологических параметров, что позволило увеличить производительность ВМ на 20% и уменьшить количество отходов на 15%.

5. Усовершенствован режим волочильной машины путем отключения одного ЭП. В результате уменьшена металлоемкость стана на 10%, а также потребляемая мощность.

Модернизация волочильной машины дала результат в виде: уменьшения медных отходов, увеличения полезного рабочего времени оборудования, повышении энергоэффективности. Оптимизированы технологические параметры, параметры электромеханической системы, с учетом изменений и технологических параметров рабочих узлов, механизмов и процесса волочения.

При этом общая экономическая эффективность, полученная от внедрения в практику модернизированной волочильной машины за один год, составляет 71 050 000 сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.I.16.01 AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV
AND LIMITED LIABILITY COMPANY
«SCIENTIFIC AND TECHNICAL CENTER»**

**THE TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER
ISLAM KARIMOV**

IVANOVA VERA PAVLOVNA

**IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF SINGLE-FLOW
DRAWING MACHINE**

**05.05.02 – «Electrical engineering. Electric power stations, systems. Electrotechnical
complexes and installations»
(Technical science)**

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

TASHKENT – 2019Y.

The subject of the Ph.D. thesis (DPh) is registered for B2019.2.PhD/T761 in Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The thesis was completed at the Tashkent State Technical University.

The abstract of thesis is in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is available on the web page of Scientific Council (www.tdtu.uz) and Information and Educational Portal «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Scientific adviser: **Pirmatov Nurali Berdiyevovich**
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Sitdikov Rashid Abdurahmanovich**
Doctor of technical sciences, professor

Bobodzhanov Maksud Kalandarovich
Doctor of technical sciences, professor

The leading organization: **Toshkent rail way transport institute**

Defense of the thesis will take place on «_____» _____ hours at meeting of scientific council DSc. 27.06.2017.T.03.03 at the Tashkent State Technical University and LLC «Scientific - Technical center». (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya St., 2. Tel: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz)

The thesis is available in the Information and Resources Center of Tashkent State Technical University (registration number _____). (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya St., 2. Tel: (99871) 246-46-00)

The thesis abstract was sent out «___» _____ in 2019.
(Distribution protocol number _____ from «___» _____ 2019)

K.R. Allaev
Chairperson of the Scientific Council for the award of academic degrees,
Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor

O.H. Ishnazarov
Scientific Secretary of the Scientific Council for the award of academic
degrees. Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

M.I. Ibadullaev
Chairperson of the scientific seminar at the Scientific Council for the
award of academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

CONCLUSION

According to the results of scientific work for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences “Improvement of the efficiency of single-flow drawing machine”, the following conclusions were presented:

1. Method of drawing was improved while the number of passes along the drawing route was reduced. The result made it possible to reduce the fractional deformation of the dragged wire and to improve the performance characteristics of the electrical conductor (reduce ohmic resistance) by an average of 5%.

2. Considering the peculiarities of the drawing process, recommendations for the drawing machines modernization have been developed. As a result, an opportunity has been created to improve the economic features of the drawing process – reduction in the energy consumption of process equipment by 15%.

3. A mathematical model of the drawing machine has been developed, which accounts the operation of the equipment with the changes in the design and technology and verification of the operating modes of the drawing machine. The results confirmed the possibility of the drawing machine improvement.

4. A system for automated monitoring and control of DM technological parameters was developed. As a result, a universal model for drawing routes recalculation was obtained with account of technological parameters, which made it possible to increase DM productivity by 20% and reduce the amount of wastes by 15%.

5. Drawing machine is improved by disabling one EA. As a result, the metal consumption of the mill is reduced by 10%.

Modernization of the drawing machine gave the following result: reduction of copper wastes, an increase in the useful working time of the equipment. Technological parameters and parameters of the electromechanical system were optimized with due consideration of the design changes and technological parameters of the working units and mechanisms, electromechanical systems and the process of drawing. At the same time, the overall economic efficiency obtained from the practical application of a modernized drawing machine for a year amounts to 71 050 000 sum.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Список опубликованных работ

List of published works

1. Цыпкина В.П., Ахмедов А.Ш., Ракситуллаева Д.И., Моделирование ресурсосберегающего способа волочения посредством создания информационной модели // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, № 2, 2013. -№1-2. –С. 210-215. (05.00.00; № 21).

2. Цыпкина В.П., Цыпкина В.В. Ахмедов А.Ш., Ракситуллаева Д.И. Разработка способа улучшения параметров медной проволоки при волочении // Проблемы энерго и ресурсосбережения. – Ташкент, 2013. -№ 3-4. –С.205-208. (05.00.00; № 21).

3. Иванова В.П., Якубов Б.Э. Разработка информационной модели ресурсосберегающего способа волочения // Universum: технические науки. – Ташкент, 2017. № 3(36). –С.34-37. (05.00.00; № 35).

4. Иванова В.П., Пирматов Н.Б. Перспективы использования прогрессивных алюминиевых сплавов // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2018. - №4, –С. 136-141. (05.00.00; № 16).

5. Иванова В.П., Пирматов Н.Б. Разработка обобщенных требований к модернизированному электроприводу кабельного оборудования // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2018. -№3. –С. 97-105.(05.00.00; № 21).

6. Иванова В.П., Пирматов Н.Б., Мадрахимов Д.Б. Improving energy efficiency of drawing equipment through energy and resource saving // International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India, 2019. -Volume 6, Issue 3, March 2019. (05.00.00; № 8).

7. Цыпкина В.П., Ахмедов А.Ш. Анализ применения новой технологии производства катанки в действующих производственных условиях кабельных предприятий // Техника юлдузлари. – Ташкент, 2011. -№1-2. –С. 52-55.

8. Цыпкина В.П., Мирисаев А.У. Проблемы ресурсосбережения в технологическом процессе волочения // Техника юлдузлари. – Ташкент, 2012. -№1. –С. 74-77.

9. Цыпкина В.П., Ильясов Ш.Т., Цыпкина В.В. Моделирование ресурсосберегающего способа волочения / «Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов», Седьмая всероссийская научно-техническая конференция с международным участием, -Благовещенск, 2012. –С. 551-554.

10. Цыпкина В.П., Пирматов Н.Б. Анализ состояния существующих систем управления линией непрерывного литья и проката медной катанки / Материалы первого международной форума «Интеллектуальные энергосистемы» (том 2) - Томск, 2013. –С. 8-10.

11. Цыпкина В.П., Ахмедов А.Ш., Цыпкина В.В., Мирзахмедов Б.Х., Ракситуллаева Д.И. Исследование утонения медной проволоки / «Физическое

материаловедение» Сборник тезисов и статей Шестой международной школы. - Новочеркасск, 2013. –С. 187-193.

12. Цыпкина В.П., Мукальянц А.А., Цыпкина В.В., Эргашева Д.К. Особенности технологии волочения композиционных электропроводников / Материалы Республиканской научно-практической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». - Ташкент, 2015. –С.144-150.

13. Цыпкина В.П., Мукальянц А.А., Цыпкина В.В., Эргашева Д.К. Modelling of a resource-saving method of drawing / Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Стратегии развития мировой науки». - Северный Чарльстон, Южная Каролина, США, 2015. –С. 121-128.

14. Иванова В.П., Козлитина М.Н. Вопросы энергосбережения в кабельном производстве / Международная научно-практическая конференция «Современные научно-практические решения и подходы». - Москва, 2016. –С. 45-50.

15. Иванова В.П., Пирматов Н.Б. Энергосберегающая технология создания облегченных проводов и кабелей / Научная конференция Каршинского Государственного Университета. – Карши, 2017. –С. 216-218.