

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.03/30.12.2019.Т.66.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**БОБОЕВ УТКИРБЕК АБДИЛЛАЖОНОВИЧ**

**ПНЕВМОМЕХАНИК ЙИГИРУВ ЖАРАЁНИДА ИПГА БУРАМ БЕРИШ**  
**МАСАЛАЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ**

**05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника**  
**ва робототехника тизимлари**

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

<b>Бобоев Уткирбек Абдиллажонович</b> Пневмомеханик йигирув жараёнида ипга бурам бериш масалалари тадқиқ қилиш.....	3
<b>Бобоев Уткирбек Абдиллажонович</b> Исследование вопросов скручивания пряжи при пневмомеханическом прядении.....	23
<b>Boboev Utkirbek Abdillajonovich</b> Investigation of issues of yarn twisting during rotor spinning.....	43
<b>Эълон қилинган ишлар рўйхати</b> Список опубликованных работ List of published works.....	47

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.03/30.12.2019.Т.66.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**БОБОЕВ УТКИРБЕК АБДУЛЛАЖОНОВИЧ**

**ПНЕВМОМЕХАНИК ЙИГИРУВ ЖАРАЁНИДА ИПГА БУРАМ БЕРИШ**  
**МАСАЛАЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ**

**05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника**  
**ва робототехника тизимлари**

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

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2022.2.PhD/Т1334 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Наманган муҳандислик-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.nammti.uz](http://www.nammti.uz)) ва “ZiyoNet” Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Обидов Авазбек Азаматович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Жуманиязов Кадам Жуманиязович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Росулов Рузимурод Хасанович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Андижон машинасозлик институти**

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.Т.66.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022-йил «17» декабрь соат 11<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой-7. Тел.: (+99869) 228-76-68, 228-76-757, факс: (+99869)228-76-75, e-mail: [nei\\_info@edu.uz](mailto:nei_info@edu.uz), Наманган муҳандислик-технология институти, 3-ўқув биноси, 2-қават, кичик мажлислар зали).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 202-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой-7. Тел.: (+99869) 228-76-68.

Диссертация автореферати 2022-йил «06» декабрь куни тарқатилди.  
(2021-йил «06» декабрдаги 92-рақамли реестр баённомаси).



*Муратов*

**Р.М. Мурадов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
раиси техника фанлари доктори, профессор

*Бобожанов*

**Х.Т. Бобожанов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
илмий котиби техника фанлари доктори, доцент

*Холиқов*

**Қ.М. Холиқов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш ҳузуридаги илмий  
семинар раиси техника фанлари доктори, профессор

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясига автореферат)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда тўқимачилик саноатида тайёрланаётган пневмомеханик усулда олинаётган ипларга бўлган талаб юқорилигини инобатга олиб, ип сифат кўрсаткичларини ошириш, ресурс тежамкор технологияларни ишлаб чиқаришга жорий этиш катта аҳамиятга эга. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатларда «...тўқимачилик саноатида пахта тола-67%, кимёвий тола ишлаб чиқариш-20%, жун тола-10%, луб толалар-1,6% ва бошқалар-1,4% ташкил этиши белгиланган»<sup>1</sup>. Бу борада, йигирув саноатида ишлаб чиқариш жараёнлари алоҳида аҳамият касб этишини ҳисобга олсак, пневмомеханик усулда сифатли ип ишлаб чиқарадиган пневмомеханик йигирув машиналарини такомиллаштириш, тўқимачилик ва енгил саноат соҳасида ишлаб чиқариладиган маҳсулот сифатини яхшилаш ва таннархини камайтириш мақсадида ипларни йигириш жараёнида маҳсулот сифатига салбий таъсир кўрсатувчи омилларни бартараф қилиш усуллари ва воситаларини амалиётга жорий этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда пахта толали иплардан тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун ип йигириш технологик жараёнларига таъсир этадиган муҳим омилларни аниқлаган ҳолда янги техника ва технологиялардан кенгроқ фойдаланиш орқали илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда мақсадли илмий-тадқиқотларни, жумладан, жаҳон талабларига жавоб бера оладиган йигирилган ипларни ишлаб чиқариш ва уларни тайёр буюмларгача етказиш, янги техника ва технологияларни ишлаб чиқаришга жорий этиш, маҳаллий хомашёдан самарали фойдаланиш масалаларини комплекс ҳал этиш бўйича тадқиқотлар устивор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, юқори иш сифатини таъминлаш ҳамда энергия ва ресурсларни тежаш, пневмомеханик усулда ип ишлаб чиқаришни амалга оширадиган энергия-ресурстежамкор йигирув машиналарини ишлаб чиқиш ҳамда унинг технологик жараёни, параметрлари ва иш режимида аниқлаш усули долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Ўзбекистон Республикасида тўқимачилик матолари ишлаб чиқариш ва уларни тайёр маҳсулотгача етказиш, янги техника ва технологияларни жорий этиш, маҳаллий хом ашёдан тўлароқ фойдаланиш самарадорлигини оширишга ёрдам берадиган янги технологияларни яратиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш ва уларни амалда қўллаш бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Республикамизда енгил саноатнинг тўқимачилик, тикув-трикотаж, чарм-пойабзал ва мўйначилик тармоқларини ривожлантириш, ишлаб чиқарилаётган тайёр маҳсулотларнинг турлари ва ассортиментини кенгайтириш, шунингдек, тармоқ корхоналарининг инвестиция ва экспорт фаолиятини ҳар томонлама қўллаб-қувватлаш бўйича комплекс чора-тадбирлар»<sup>2</sup> бўйича вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда ип шакллантириш усуллари классификацияси, назарияси

<sup>1</sup> <https://geographyofrussia.com/legkaya-promyshlennost-mira/>

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 16 сентябрдаги ПҚ-4453-сон «Енгил саноатни янада ривожлантириш ва тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни рағбатлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори

ва технологиясига оид айрим саволларни аниқлаштириш, ҳамда ип ҳосил қилишнинг янги усуллари ва ип шакллантириш пишитиш иш органлари конструкцияларига оид йиғилган маълумотларни тизимлаштириш ва технологик жихатдан модернизациялаш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 12 февраль, «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини ислоҳ қилишни янада чуқурлаштириш ва унинг экспорт салоҳиятини кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги ПҚ-4186-сон сонли Қарори ва 2019 йил 16 сентябрдаги ПҚ-4453-сон «Енгил саноатни янада ривожлантириш ва тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни рағбатлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарори, ҳамда тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга ошириш ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик, транспорт, машина ва асбобсозлик» устувор йўналишига мос келади.

**Муаммони ўрганганлик даражаси.** Пневмомеханик йиғириш машиналари иш унумини ошириш, технологик кўрсаткичларини оптималлаштириш, ишчи механизмларни янги конструкцияларини яратиш ва мавжудларини такомиллаштириш масалаларини тадқиқ этиш билан ҳорижда Р.В. Киселев, М.М.Асташев, Л.Л.Нагаева, Л.К.Замаховский, Bin Gang Xu, Xiao Ming Tao, A.Barilla, J. Vigo, E.Kirscher, H.Kubica, Г.В. Башкова, В.И.Власов ва бошқа олимлар шуғулланишган. Ипнинг физик-механик хоссаларини аниқлаш ва улар асосида йиғирув машиналарини ишлаб чиқиш ва иш сифатини яхшилаш бўйича Дж.С.Оуэн, Р.Ауэрбах, П.Нордон, В.Вайлерс, В.А.Ворошилов, Г.В.Соколов ва бошқалар томонидан тадқиқот ишлари олиб борилган. Пневмомеханик йиғириш машиналарини яратиш, уларнинг илмий асосларини ривожлантириш бўйича тадқиқотлар А.Г.Севостьянов, Ж.Бруске, С.Г.Зарецкас, В.Е.Мортон, Х.Соммер, В.А.Усенко ва бошқалар томонидан ўтказилган ва кўплаб салмоқли натижаларга эришилди.

Республикада пневмомеханик йиғириш машинасида табиий ва кимёвий толалардан ип ишлаб чиқариш технологик жиҳоз ва жараёнларини такомиллаштириш, кинематик параметрларини меъёрлаштириш, конструктив ва эксплуатацион хусусиятларини ошириш бўйича тадқиқотлар Қ.Ж.Жуманиязов, М.Абдувахидов, Б.М.Мардонов, А.Д.Джураев, Ж.Қ.Ғофуров, Қ.Ғ.Ғофуров, С.Л.Матисмаилов, З.Э.Эркинов, Ж.Қ.Юлдашев, Х.Х.Хайдаров, Ш.А.Қорабаев, М.М.Сайидмуродов ва бошқалар томонидан бажарилган.

Пневмомеханик йиғириш жараёнида ипнинг сифат кўрсаткичларини ошириш ва ўрганиш бўйича кўплаб тадқиқотлар олиб борилган бўлишига қарамасдан ип йиғиришда ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси динамикаси ва пневмомеханик йиғириш усули билан олинган ипга бурам бериш усуллари бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Наманган муҳандислик-технология институти илмий-тадқиқот ишлари режаси ҳамда «Технологик машина ва жиҳозлар» кафедраси илмий тадқиқот ишлари режалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** Пневмомеханик йигирув машинасининг йигирув камерасидан чиқаётган ипга бурам бериш қурилмасининг конструктив ва технологик параметрларини тадқиқ қилиш орқали ип сифатини оширишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

пневмомеханик йигирув машинасининг ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси конструктив элементларини такомиллаштириш бўйича олиб борилган тадқиқотларни таҳлил қилиш;

пневмомеханик усулда олинган ипга бурам беришда унинг структурасини белгилайдиган ип шакллантириш технологик жараёнларининг назарий масалаларини тадқиқ қилиш;

ипга бурам бериш қурилмасининг конструктив ва технологик параметрларини тадқиқ қилиш;

ипга бурам бериш қурилмасининг янги конструктив ечимларини топиш ва уларни ишлаб чиқаришга тадбиқ қилиш;

қабул қилинган ечимларни тажриба қурилмасида тадқиқ қилиш, ипга автоматлаштирилган бурам бериш қурилмасининг конструктив кўрсаткичларини оптималлаштириш.

**Тадқиқотнинг объекти.** Пневмомеханик йигирув машинаси, ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси конструкцияси, ипга автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси олинган.

**Тадқиқотнинг предмети.** Янги такомиллаштирилган ипга бурам бериш қурилмасида ипнинг шаклланиши, ишчи камера, вюрок, ҳаракатлантирувчи тасмали узатма, ипда бурамларни бир текисда тақсимланиши жараёнлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида назарий ва амалий механика, материалларини синаш, математик статистика ва ҳисоблаш математикаси усулларида ҳамда компьютер дастурий таъминотидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги:**

пневмомеханик йигириш машинасининг ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси учун янги автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси ишлаб чиқилган ҳамда унда олинган ипнинг ҳаракат қонунияти асосида йигириш жараёни такомиллаштирилган;

пневмомеханик йигиришнинг барқарорлашмаган иш режимларида ип шакллантириш учун янги автоматлаштирилган бурам бериш қурилмасини ўрнатиш орқали машинани юриши ва тўхтатишида бир текис бурам бериш жараёнининг динамикасининг математик моделлари қурилган;

ипга бурам бериш қурилмаси ишчи органининг ўқ бўйича кесими Архимед спирали шаклида эканлигини ҳисобга олиб, янги конструкциядаги

автоматлаштирилган бурам бериш қурилмасида шаклланаётган ипнинг ҳаракат траекторияси аниқланган;

кўп омилли режали тажриба натижалари асосида, пневмомеханик йиғириш машиналарида автоматлаштирилган бурам бериш қурилмасининг буралиш бурчаги, айланиш частотаси ҳамда оралиқ масофа қийматларининг муқобил параметр қийматлари аниқланган

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

пневмомеханик усулда йиғирилган ип қўлланилиш соҳаларини ва ипга қўйилган талаблардан келиб чиқиб, уларнинг сифат кўрсаткичларининг ошириш мақсадида янги такомиллаштирилган бурам бериш қурилмаси яратилган;

пневмомеханик йиғирув машинаси конструкциясида ипга автоматлаштирилган бурам бериш қурилмасини қўллаб шакллантирилган ипнинг нисбий пишиқлигини ошириш имкони борлиги олиб борилган амалий тадқиқотларда аниқланган;

барқарорлашмаган иш режимларида ипга бурам беришда ипга бурам бериш қурилмасининг динамик математик моделлари қурилган ҳамда уларнинг адекватлиги амалда тажрибалар орқали исботланган;

ипга бурам бериш қурилмасининг динамик математик моделларини таҳлил қилиш асосида, юргизиш даврини камайишини ва юргизишда максимал бурам бериш қийматини таъминловчи, пневмомеханик йиғириш машинасининг конструктив параметрларини ўзгартириш имкони борлиги исботланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** пишитилган ипларни тайёрлаш техника ва технологиясининг математик моделлари қурилганлигига, улар ўрганилаётган соҳада маълум бўлган баҳолаш мезонлари бўйича ҳисоблаш тажрибалари таҳлили ва моделлаштириш натижаларининг тажрибавий маълумотлар билан таққослашга асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пневмомеханик йиғириш машинасида бир вақтни ўзида камерадан чиқаётган ипга бурам беришни қўллаш ва шаклланган қисмини чўзиш, нисбатан кам бурам коэффициентда ипнинг пишиқлигини камайтирмасдан ипнинг чиқиш тезлигини ошириш қонуниятини аниқланганлиги, ипга бурам бериш қурилмасини такомиллаштирилганлиги ва уни ҳисоблашнинг назарий асослари яратилганлиги, ипга бурам бериш қурилмаси динамикаси тадқиқ этилганлиги ва математик моделлари тузилганлиги, такомиллаштирилган ипга бурам бериш қурилмасининг математик моделларидан ва тажрибавий тадқиқотлардан фойдаланган ҳолда унинг асосий технологик ҳамда кинематик кўрсаткичларини оптималлаш катталиклари аниқлангангани билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти мавжуд пневмомеханик йиғириш машиналарининг ассортимент ва технологик имкониятларини тадқиқ этиб, уларнинг камчиликлари асосида янги конструкцияли ипга бурам бериш қурилмаси яратилганлиги, янги қурилмани ишлаб чиқаришга жорий этиш натижасида пневмомеханик йиғириш машинасининг иш унумдорлигини оширишга эришилганлиги, пневмомеханик усулда йиғирилган ип сифатига таъсир этувчи омилларни бошқариш, янги такомиллаштирилган ипга бурам бериш

қурилмасида бурамларни бир текисда тақсимланиши учун ипнинг ҳаракати назарий жиҳатдан тадқиқ этилган ҳамда бу тажрибалар натижаларида ўз исботини топганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Рақобатбардош маҳсулот ишлаб чиқаришда янги конструкцияли ипга бурам бериш қурилмаси параметрлари ва иш режимларини асослаш бўйича олинган натижалар асосида:

пневмомеханик йиғириш машинасига қўлланган янги автоматлаштирилган ипга бурам бериш қурилмаси «Ўзтўқимачиликсаноат» уюшмасига қарашли «АHSIN» МЧЖ тўқимачилик корхонасида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси «Ўзтўқимачиликсаноат» уюшмасининг 2022 йил 17 октябрдаги 03/25-2924-сон маълумотномаси); Натижада пневмомеханик йиғирув машинасига йиғириш камерасидан чиқаётган ипга бурам берувчи автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси ўрнатилганда ипнинг сифат кўрсаткичи 10,4 % га яхшиланиши, ип чиқиш тезлиги 12,5 % ортиши ҳисобига иш унумдорлигини ошишига эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 9 та мақолалар, жумладан 4 та республика ва 5 та чет эл илмий журналларида нашр этилган, 1 та ЭҲМ учун дастурга гувоҳнома олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 116 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Диссертациянинг кириш қисмида** ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти ёритиб берилган, тадқиқот натижаларини ишлаб чиқаришга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Пневмомеханик усулда ип шакллантириш ва пиштиш усуллари ривожлантириш масалалари бўйича адабиётлар таҳлили**» деб номланган биринчи бобида пневмомеханик усулда ип йиғириш техника ва технологиялари чуқур ўрганилган. Шунингдек, пневмомеханик йиғириш машиналарини ип шакллантириш-пиштиш қурилмасини такомиллаштириш бўйича олиб борилган илмий изланишлар таҳлил қилинган.

Пневмомеханик йигириш машинасида ипнинг сифатини ошириш ва ўрганиш бўйича кўплаб тадқиқотлар олиб борилган бўлишига қарамасдан ип йигиришда ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси динамикаси ва пневмомеханик йигириш усули билан олинган ипнинг бурам коэффицентини камайтириш усуллари мукамал ўрганилмаганлиги аниқланган. Ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси конструкциясини такомиллаштириш орқали пневмомеханик усулда олинган ипда бурамлар бир текисда тақсимланган ва нисбий пишиқлиги юқори, жаҳон андозаларига мос келувчи маҳсулот ишлаб чиқариш мазкур диссертация олдига қўйилган масалалар ҳисобланади.

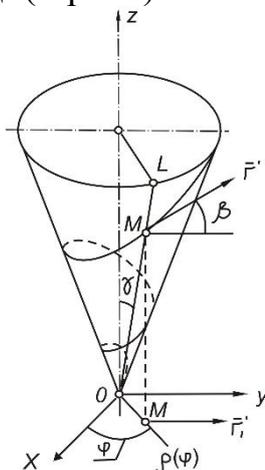
Диссертациянинг «Пневмомеханик йигиришда ипга бурам бериш қурилмасини назарий тадқиқи» деб номланган иккинчи бобида бурамлар сони тенг тақсимланган, ҳалқали йигирув усулида олинган ипдан кам бўлган ипни олиш имконини автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси динамикаси масалалари бўйича назарий тадқиқотлар ўтказилди.

Ипга бурам бериш қурилмаси сиртида винтсимон чизиқ бўйлаб ҳаракатланганда ишчи орган билан ўзаро таъсирлашувининг назарий тадқиқи кўриб чиқилган. Тадқиқотда ипнинг фазовий эгилиши натижасида бурам ҳосил бўлиши ўрганилган.

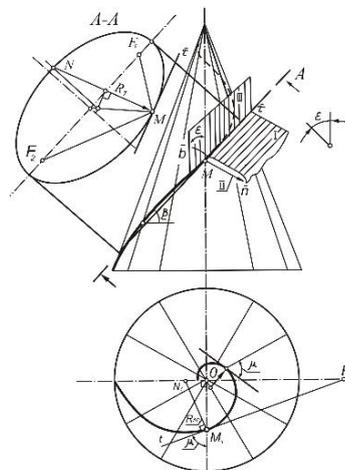
Ипни йўналтирувчи сиртнинг конструктив хусусиятлари ҳосил қилинаётган таранглик эффектининг қийматига таъсир этади. Шунинг учун куч таҳлили ўтказишдан олдин ип ҳаракатланадиган сиртларнинг чизиқли тенгламаларининг ва бу чизиқнинг эгрилик радиусининг математик моделлари тадқиқ қилинган.

Конуссимон спирал чизиқдаги  $M$  нуқта  $OL$  тўғри чизиқ бўйлаб  $OM$  масофага пропорционал бўлган тезлик билан ҳаракатланади.  $OL$  тўғри чизиқ эса  $Oz$  ўққа перпендикуляр эмас.  $U$  бу ўқ атрофида ўзгармас  $\omega$  бурчак тезлиги билан айланади (1-расм).

Конуссимон спирал конуснинг параллел ва меридиан чизиқлари билан доимий ўзгармас бурчаклар ҳосил қилгани учун локсодрома бўлиб ҳисобланади(2-расм).



1-расм. Ўзгармас  $\omega$  бурчак тезлигини аниқлаш.



2-расм. Конуссимон спирал эгрилигини график усулда аниқлаш

Конуссимон спиралнинг параметрик тенгламалари:

$$\begin{cases} x = ae^{k\varphi} \cos\varphi, \\ y = ae^{k\varphi} \sin\varphi \\ z = be^{k\varphi} \end{cases} \quad (1)$$

Бу ерда  $\varphi$ –конуссимон спиралнинг  $M$  нуқтасининг ҳолатини аниқлайдиган параметр. ( $M$  нуқтанинг  $xOy$  текислигидаги проекцияси бўлган  $M'$  нуқта  $xOM'$  бурчагини ҳосил қилади).  $\varphi = \omega t$ ;  $k = \frac{m}{\omega}$ , бунда  $k\varphi = mt$ .

Юқорида параметрик тенгламалари келтирилган эгри чизик (1) конус сиртида жойлашади ва қуйидаги тўғри чизикнинг  $Oz$  ўққа нисбатан айланишидан ҳосил бўлади:

$$\begin{aligned} x &= at \\ z &= bt \end{aligned} \quad (2)$$

Конуснинг ясовчиси ва унинг симметрия ўқи орасидаги  $\gamma$  бурчаги (конуслик бурчаги)  $a$  ва  $b$  параметрлар билан қуйидаги формула билан боғланган бўлади:

$$\frac{z}{x} = \frac{b}{a} = ctg\gamma,$$

Бундан:

$$b = actg\gamma \quad (3)$$

Спиралга уринма ва  $xOy$  текислиги орасидаги бурчакни (қўтарилиш бурчаги)  $\beta = \text{const}$  билан белгилаймиз.

Бунда (1) формуладаги  $k$  коэффицентни  $\beta$  ва  $\gamma$  бурчаклар билан боғловчи формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$k = \frac{\sin\gamma \sin\beta}{\sqrt{\cos^2\beta - \sin^2\gamma}} \quad (4)$$

Конуссимон спиралнинг ихтиёрий нуқтасидаги эгрилигини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$K = \frac{ae^{-k\varphi} \sqrt{(k^2+1)}}{(a^2+b^2)k^2+a^2} \quad (5)$$

Конуссимон спиралнинг ихтиёрий нуқтасидаги эгрилик радиусини (6) формуладан аниқлаймиз:

$$R = \frac{1}{K} = \frac{(a^2+b^2)k^2+a^2}{a\sqrt{(k^2+1)}} \quad (6)$$

Фазовий шаклдаги ипнинг эгрилик радиусини унинг текисликдаги проекцияси орқали аниқлаш амалий масалаларни ечишда катта аҳамиятга касб этади. Чизма геометрия назариясидаги графика усулларида фойдаланиб

конуссимон спиралнинг берилган  $M$  нуқтасидаги эгрилик радиуси  $R_{k.c.}$  ва шу эгри чизикнинг текисликдаги ортогонал проекциясининг эгрилик радиуси  $R_{n.c.}$  орасидаги боғланишни аниқлаймиз.

Конуссимон спиралнинг горизонтал текисликдаги ортогонал проекцияси логарифмик спирал бўлади.

Умумий ҳолда фазовий эгри чизикнинг эгрилик радиуси  $R$  ва шу эгри чизикнинг горизонтал текисликдаги проекциясининг эгрилик радиуси  $r$  орасидаги боғланиш қуйидаги кўринишда бўлади:

$$R = r \frac{\cos \varepsilon}{\cos^3 \alpha} \quad (7)$$

Бу ерда  $\varepsilon$  - уринма текислик билан проекция текислиги орасидаги бурчак;

$\alpha$  — фазовий эгри чизикқа ўтказилган уринма чизик билан горизонтал текислик орасидаги бурчак (кўтарилиш бурчаги).

Ярим уринма чизиклари бирор текисликка нисбатан бир хил оғиш ҳосил қиладиган фазовий эгри чизиклар бир хил оғишли чизиклар дейилади.

Бизни қизиқтираётган конуссимон спираллар, яъни эгри чизикқа ўтказилган уринма билан  $xOy$  текислик орасидаги  $\beta$  бурчаги ўзгармас бўлган, конус сиртда жойлашган чизиклар бир хил оғишли фазовий эгри чизиклар туркумига киради.

(7) да  $\alpha$  ва  $\beta$  харфлари билан бир хил катталиқ белгиланганлигини ҳисобга олган ҳолда конуссимон спиралнинг эгрилик радиусини унинг проекцияси орқали ифодаладиган тенглама оламиз:

$$R_{k.s.} = \frac{R_{L.s.}}{\cos^2 \beta} \quad (8)$$

Бу формула элементар математик ҳисоблаш йўли билан конус сиртида ўзгармас кўтарилиш бурчакли чизик бўйича сирпанаётган ипнинг эгрилик радиусини аниқлаш имконини беради.

Маълум график усулдан фойдаланиб логарифмик спиралнинг эгрилик радиусининг натурал қийматини осон аниқлаш мумкин (2-расм). Шундай қилиб конуссимон спиралнинг  $M$  нуқтасининг (конуснинг А-А қирқими) график усулда аниқланган эгрилик радиуси қиймати (8) формула ёрдамида ҳисобланган қийматига аниқ мос келади.

Чизикнинг ёй узунлиги  $S [0, \varphi]$  кесмада  $\varphi$  параметрни ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда қуйидагича аниқланади:

$$s = \frac{\sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2}}{k} (e^{k\varphi} - 1) \quad (9)$$

Натурал параметрлаштирилганда (2.10) эгриликни ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишга келади:

$$K(s) = \frac{a\sqrt{k^2+1}\sqrt{a^2+a^2k^2+b^2k^2}}{ks+(a^2+a^2k^2+b^2k^2)^{3/2}} \quad (10)$$

Конуссимон спирал бўйича йўналтирувчи қурилмадан эгилиб ўтишда ипнинг таранглигини ўзгаришини тадқиқ қиламиз. Ипнинг кичик қисмларидаги, яъни ипнинг талаб қилинган чизикдан оғиши катта бўлмаган қисмларидаги таранглигини аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$T_2 = T_1 \exp \left\{ f \int_{s_1}^{s_2} k(s) ds \right\}$$

(10) формулага ушбу формулани қўямиз. Олинган формула қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T = T_0 \exp \left( f \int_{s_1}^{s_2} \frac{\sqrt{k^2 + 1} \sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2}}{ks + (a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2)^{3/2}} ds \right)$$

Узун ўлчамли иплар учун юқорида олинган формулалар ёрдамида тарангликни ҳисоблашни автоматлаштириш учун амалий дастурий таъминот ишлаб чиқилди. Тадқиқот ишида ипнинг таранглиги ипга бурам бериш қурилмаси сиртининг шакли ўзаро боғлиқлигини аниқлаш мақсадида ипга бурам бериш қурилмасининг шакллантирувчи ва йўналтирувчи сиртларида сирпаниб ҳаракатланаётган ип таранглиги ўрганилди.

Пневмомеханик йиғиришда ипга бурам бериш жараёнини ўрганиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар пневмомеханик йиғирув машиналарида автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси мавжудлигида ип шакллантириш-пишитиш қурилмаси конструкциясини яратиш имконияти мавжудлигини кўрсатди.

Ип шаклланиш давомийлигидаги участкалар сони кўп бўлса яъни учтадан ортиқ бўлса математик моделларни қуриш мураккаблашади. Математик модел тузишни соддалаштириш учун қуйидаги қўшимча фаразларни қабул қиламиз

1. Ипга тушириш жараёнини ип тўғри йўналишдаги ҳаракатга эга бўлган вақтидан бошлаб тадқиқ қиламиз.

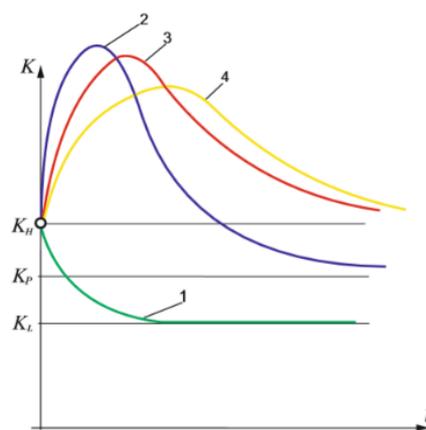
2. Ипга бурам бериш қурилмасини қўшимча органининг айланишлар частотаси  $q$  ни ўзгармас катталиқ деб қабул қиламиз.

3. Барқарорлашмаган режимда ипнинг бурамини:

-биринчи участкада  $K_l = \frac{p}{v}$ ;

-иккинчи участкада  $K_p = \frac{n-q}{v}$ ;

-учинчи ва тўртинчи участкаларда  $K_H = \frac{n}{v}$  деб қабул қиламиз.



3-расм. Юргизиш вақтида бурам сонини вақтга боғлиқлиги графиги.

Қабул қилинган фаразларга асосан, юрғазиш жараёни ип тўғри йўналишдаги ҳаракатга эга бўлган ва сохта бурам бериш курилмасининг иккала бурам бериш органини бир вақтдаги таъсири вақтига мос келади.

Масалани мос равишда технологик схема участкалари бўйича ечамиз.  $dt$  вақт оралиғида I участкадаги ип олган бурамлар сони  $pdt$  га тенг бўлади. Худди шу вақтнинг ўзида бу участка  $K_{n1}vdt$  га тенг бурамлар сонини йўқотади. Шунга асосланиб дифференциал тенгламани ёзамиз:

$$dK_{n1} = \frac{p - K_{n1}v}{l_1} dt \quad (11)$$

Мос равишда бошланғич шартлардан:  $t = t_0$  бўлганда да  $K_{n1} = K_H$ , бу тенглама қуйидаги ечимга эга:

$$K_{n1} = \frac{p}{v} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{K_H v}{p} \right) e^{-\frac{vt}{l_1}} \right] \quad (12)$$

Иккинчи участкадаги бурам ўзгаришини кўриб чиқамиз.  $dt$  вақт давомида ипнинг бу қисми участкадан ўтиб бораётган ип билан  $K_{n2}vdt$  га тенг бўлган бурамлар сонини йўқотади деб қабул қиламиз.

Ипнинг бурамлар сони ортирмасини унинг узунлигига нисбати бурамнинг ортирмасини билдиришлигини инобатга олиб, ипнинг II участкаси қуйидаги дифференциал тенгламани тузишимиз мумкин:

$$K_{n2} = \frac{K_{n1}v - p + n - q - K_{n2}v}{l_2} dt \quad (13)$$

бунда  $K_{n1}$  (2) ифодадан аниқланади. Бошланғич шартларни,  $t = 0$  бўлганда  $K_{n2} = K_H$  ҳисобга олсак тенглама қуйидаги ечимга эга бўлади:

$$K_{n2} = K_H e^{-\frac{vt}{l_2}} + \frac{n-q}{v} \left( 1 - e^{-\frac{vt}{l_2}} \right) - \omega_2 \frac{n-p}{v} \left( e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_1}} \right) \quad (14)$$

Бу ерда қуйидаги коэффициент қабул қилинган:

$$\omega_2 = \frac{l_1}{l_1 - l_2}$$

Энди учинчи участканинг бурамини кўриб чиқамиз.  $dt$  вақт давомида ипнинг бу қисми участкадан ўтиб бораётган ип билан  $K_{l3}dt$  га тенг бўлган бурамлар сонини йўқотади деб қабул қиламиз. Шу вақтнинг ўзида, иккинчи ипга бурам берувчи орган таъсири ҳисобига бу участкадаги ип  $K_{n2}dt$  бурамлар сонига ва  $qdt$  эга бўлади.

Тўртинчи участка бурамини кўришга ўтамиз.

$dt$  вақт давомида ипнинг шаклланаётган бу қисми учинчи участкадан келаётган ип билан биргаликда  $K_{n3}dt$  га тенг бурамлар сонини олади деб қабул

қиламиз. Шу вақтнинг ўзида участкада чиқиб кетаётган ип билан  $K_{n4}dt$  га тенг бурамлар сонини йўқотади.

Дифференциал тенгламани тузамиз:

$$dK_{n4} = \frac{K_{n3}v - K_{n4}}{l_4} dt \quad (15)$$

Бошланғич шартларда:  $t = 0$  да  $K_{n4} = K_4$  бу тенглама куйидаги кўринишдаги ечимга эга:

$$\begin{aligned} K_{n4} = & K_H e^{-\frac{vt}{l_4}} + \frac{n}{v} \left(1 - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + \omega_3 \omega_{42} \frac{n}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + \\ & (\omega_{44} - \omega_3 \omega_{44}) \frac{n}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + \omega_2^2 \omega_{43} \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - \\ & \omega_2 \omega_3 \omega_{42} \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - (\omega_2 \omega_{21} \omega_{44} - \omega_2 \omega_3 \omega_{44}) \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - \right. \\ & \left. e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - \omega_3 \omega_{42} \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + (\omega_{42} - \omega_3 \omega_{43}) \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - \\ & \omega_{44} \frac{q}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) \end{aligned} \quad (16)$$

Шундай қилиб, пневмомеханик йиғиришда ипга бурам бериш жараёни динамикасини тадқиқ этилди. Пневмомеханик йиғиришнинг барқарорлашмаган иш режимларида ип шакллантириш-пишитиш қурилмасини юрғатиш ва тўхтатишда ипга бурам бериш жараёни динамикасининг математик моделлари қурилди. 4-расмда,  $K_{n1}$ ,  $K_{n2}$ ,  $K_{n3}$  ва  $K_{n4}$  бурамлар ўзгариш эгри чизиқлари 1, 2, 3, 4 мос равишда келтирилган.

Пневмомеханик йиғиришда ипга автоматлаштирилган бурам бериш қурилмасини қўллаш мақсадга мувофиқлиги асосланган. Ишнинг барқарорлашмаган режимида айланаётган ипга бурам бериш қурилмаси учун ( $n = const$ ,  $v = const$ ) биринчи соҳанинг бурами куйидагига тенг бўлади:

$$K_b = \frac{n}{v} \quad (17)$$

Маълум шароитларда  $K_H = const$  лигини инобатга олиб ва (22) нинг ўнг томонини (22) нинг чап томони билан тенглаштириб куйидагини оламиз:

$$n = K_H v, \quad (18)$$

яъни ишчи органнинг айланишлар сонидан аниқланадиган айланувчи вьюрок каби таъсир кўрсатади. Бу катталиқни  $n_p = K_H v$  билан белгилаймиз ва қўзғалмас вьюрокнинг келтирилган айланишлар сони деб номлаймиз. У ҳолда ипга туширишда ипнинг I соҳаси учун куйидаги тенгламани тузишимиз мумкин:

$$dk_1 = \frac{n_{np} - K_1 v}{l_1} dt \quad (19)$$

Бу ерда:  $dK_1 - dt$  вақт давомида биринчи соҳада ип бурамининг ортиши;  
 $l_1$  – шу соҳанинг узунлиги;  
 $v$  – ипнинг ҳаракат тезлиги.

Бошланғич шартлар:  $t = 0, K_1 = K_H$  тенглама куйидаги ечимга эга:

$$K_1 = \frac{n_{np}}{v} \left[ 1 - \left( 1 + \frac{K_H v}{n_{np}} \right) e^{-\frac{vt}{l_1}} \right] \quad (20)$$

$K_H = 0$  да (20) куйидаги кўринишни олади:

$$K_1 = \frac{n_{np}}{v} \left( 1 - e^{-\frac{vt}{l_1}} \right) \quad (21)$$

(20) ва (21) нинг таҳлили кўрсатадики, биринчи соҳанинг ип бурами экспоненциал ўзгаради ва барқарорлашмаган режимда  $\frac{n_{np}}{v}$  қийматга эришади.  $K_1$  бурамнинг ўзгариши 5-расмда I чизиқ билан кўрсатилган ( $K_H = 0$  ҳолат учун).

Худди шу тарзда иккинчи соҳа учун тенгламани тузишимиз мумкин:

$$dk_2 = \frac{K_1 v - n_{np}}{v} dt \quad (22)$$

$t = 0, K_2 = K_H$  бошланғич шартлардаги унинг ечими куйидаги кўринишга эга:

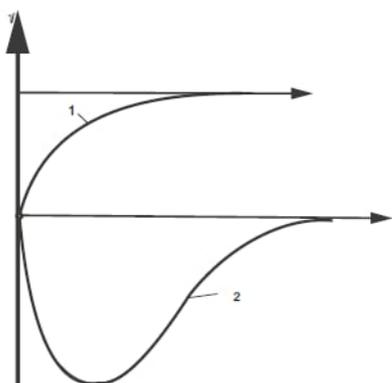
$$K_2 = K_H e^{-\frac{vt}{l_2}} - \frac{n_{np}}{v} \frac{l_1}{l_1 - l_2} \left( 1 + \frac{K_H v}{n_{np}} \right) \left( e^{-\frac{vt}{l_1}} - e^{-\frac{vt}{l_2}} \right) \quad (23)$$

$K_H = 0$  да (23) куйидаги кўринишга келади:

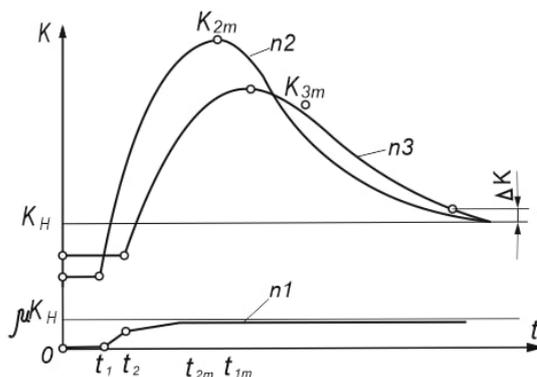
$$K_2 = -\frac{n_{np}}{v} \frac{l_1}{l_1 - l_2} \left( e^{-\frac{vt}{l_1}} - e^{-\frac{vt}{l_2}} \right) \quad (24)$$

Уларнинг таҳлили кўрсатадики ишнинг барқарорлашмаган режимдан  $t \rightarrow \infty$  фарқли юрғизиш режимда (якуний  $t$  да)  $K_2$  нинг қиймати нолдан фарқ қилади. 6-расмдаги эгри чизиқ 2 вақт бўйича бурам ўзгариши  $K_2$  ни кўрсатади  $K_H = 0$  ҳолат учун).

(24) тенгламанинг ҳосиласини нолга тенглаштириб, яъни  $K_2^1 = 0$ , бурам  $K_{2m}$  нинг максимал қийматини ва у содир бўладиган вақт они  $t_m = 0$  ни аниқлаймиз.



4-расм. Юрғазишда бурамни вақтга боғлиқлиги.



5-расм. Ишга туширишда бурамларни вақтга боғлиқлиги.

$$K_{2m} = -\frac{n_{np}}{v} - \frac{l_1}{l_1 - l_2} \left( e^{-\frac{vt_m}{l_1}} - e^{-\frac{vt_m}{l_1}} - e^{-\frac{vt_m}{l_2}} \right) \quad (25)$$

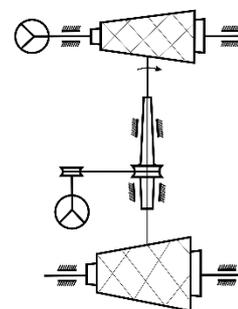
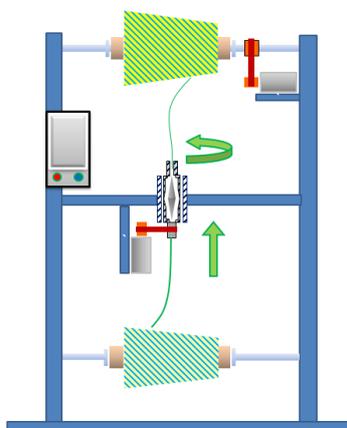
$$t_m = \frac{l_1 l_2}{v(l_1 - l_2)} \ln \frac{l_2}{l_1} \quad (26)$$

яъни, ўзгармас  $l_1$  ва  $l_2$  ларда  $t_m$  фақат тезлик  $v$  га боғлиқ,  $K_{2m}$  нинг абсолют қиймати эса  $l_1$  ва  $l_2$  ларнинг нисбатидан аниқланади.

$l_1 = l_2 = l$  бўлганда:

$$K_{2m} = \frac{n_{np} v}{v} - \frac{v}{l} t e^{-\frac{vt}{e}}$$

Диссертациянинг «Ипга бурам бериш қурилмаси конструкциясини рационал параметрларини амалий тадқиқи» деб номланган учинчи бобида пишиқлиги ҳалқали йиғиришдагидан кам бўлмаган, пневмомеханик ипни ишлаб чиқариш имконини таъминлайдиган йиғирув камерасидан чиқаётган ипга бурам қурилмаси конструктив параметрларини аниқлашдан иборат.



6-расм. Тажрибавий стенд умумий кўриниши

Тадқиқот Наманган муҳандислик-технология институтининг «Технологик машина ва жиҳозлар» кафедраси илмий лабораториясида тайёрланган пневмо-механик йигириш машинасини тажриба стендида ўтказилган (7-расм). Стендни барқарорлашган режимда 10 минут ишлатиб 40 та юргизиш амалга оширилган. Ҳар бир юргизишдан олдин, аввалги пунктда келтирилган фикрлардан келиб чиқиб, присучка қилинадиган учидан 1 м масофада, ипнинг кесимларида махсус бўёқ билан белги қуйилган ва кейинчалик юргизишдаги максимал бурам ўртасида белги қуйилган 0,25 м ли кесимларда аниқланган. Барқарорлашган режимда ишлаб чиқилган ипдаги бурамни ўлчаш учун, стендни юргизишдан кейин камида 5 минут давомида ишлатиш натижасида ишлаб чиқилган ипнинг 0,25 м ли бўлакларида олинган.

Ипга бурам бериш қурилмаси каналининг буралиш бурчагини ўзгартириш тадқиқотида технологик жараёнга ип шакллантириш-пишитиш қурилмасининг қуйидаги конструктив параметрлари таъсирлироқ деб тахмин қилинди: айланиб турувчи ипга бурам бериш қурилмасини конуссимон винтли каналининг буралиш бурчаги  $\varphi$  рад, айланиб турувчи ипга бурам бериш қурилмасини айланиш частотаси  $\nu$ , мин<sup>-1</sup>, чиқариш қувурчаси ва айланиб турувчи ипга бурам бериш қурилмаси ўрнига ўрнатилган, ипга бурам бериш органини қисим чизиқлари орасидаги масофа  $L$ , мм.

Омилларни аниқлаш соҳаси, фиксация нуқталари, омилларни ўзгартириш оралиқлари ва ўзгартириш сатҳлари 1-жадвалда келтирилган.

Ипга бурам бериш қурилмаси ишини характерловчи асосий параметрлар сифатида қуйидагилар танланди:

1. Ипга бурам бериш қурилмаси ёрдамида ишлаб чиқилган, бурам коэффициентлари кам бўлган ипнинг нисбий пишиқлиги, гк/текс.

2. Соатига 1000 та йигириш жойига ҳисобланган, узилиш даражаси билан характерланадиган ипга бурам бериш қурилмаси ишининг барқарорлиги.

### 1-жадвал

#### Омилларни аниқлаш соҳаси, фиксация нуқталари, омилларни ўзгартириш оралиқлари ва ўзгартириш сатҳлари

Омиллар	Аниқланиш соҳаси	Фиксация-ланиш нуқталари	Вариация оралиғи	Вариация даражалари		
				1,5π	2π	2,5π
$\varphi$ , рад	1,5π ... 2,5π	2π	0,5π	1,5π	2π	2,5π
$\nu$ , мин <sup>-1</sup>	1,5 · 10 <sup>4</sup> .. .2,5 · 10 <sup>4</sup>	2,0 · 10 <sup>4</sup> .. .2,5 · 10 <sup>4</sup>	0,5 · 10 <sup>4</sup>	1,5 · 10 <sup>4</sup>	2,0 · 10 <sup>4</sup>	2,5 · 10 <sup>4</sup>
$u$ , мм	40 ... 70	55 ... 70	15	40	55	70

Барча тажрибалар ипни чиқариш тезлиги  $\nu=49,6$  м/мин да ўтказилди, бу эса худди шу шартларда R 60 пневмомеханик йигириш машинасини ип чиқариш тезлигидан 30% ( $\nu=39,8$  м/мин) га ошиқ.

Чиқувчи параметрлар-ипнинг пишиқлиги ва узилишлар сонининг ипга бурам бериш органи каналининг буралиш бурчагига боғлиқлигини ҳисобга олиб қуйидагича хулоса қилинди. Унинг мақбул қиймати  $\varphi = 2\varphi$  бўлиб,

кейинги тажрибаларда унинг қийматини ўзгартирмаслик қарори қабул қилинди.

Ипга бурам бериш қурилмасининг айланиш частотаси  $\nu$  ни ўзгартариш тадқиқотида тажриба натижаларини қуйидаги тартибда бажарилди:

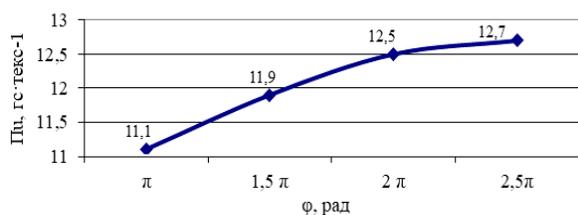
1.Тадқиқот тажрибаларидаги чиқувчи параметрлар ўртача қийматларини аниқланди.

2.Тажрибалардаги чиқувчи параметрлар дисперсияларининг қийматларини аниқлаймиз.

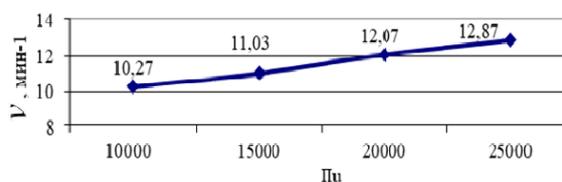
3. Смирнов-Грабс мезони ёрдамида чиқувчи параметрларнинг кескин фарқ қилувчи қийматларини текширилди.

8- ва 9-расмларда чиқувчи кўрсаткичлар ипнинг нисбий пишиқлиги ( $\Pi$ ) ва ипнинг узилишлари сони ( $O$ ) ларнинг ипга бурам бериш қурилмаси айланиш частотаси  $\nu$  га боғлиқлик графиклари қурилган.

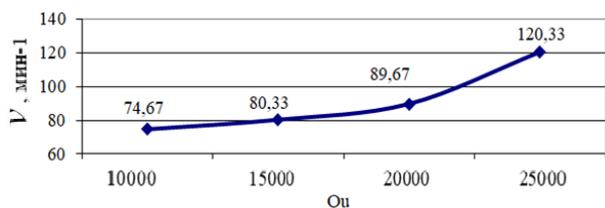
Шундай қилиб, 9-расмдаги графикдан кўришиб турибдики ипнинг нисбий пишиқлигини ипга бурам бериш қурилмасининг айланиш частотаси  $\nu$  га боғлиқлик экан. Ипга бурам бериш қурилмасининг айланиш частотаси  $\nu$  ни ортиши билан ипнинг нисбий пишиқлиги ортиб боради. Ипга бурам бериш қурилмасининг айланишлар частотаси 5 баробар ортганда узилишлар миқдори тенг миқдорда ортиши кузатилади.



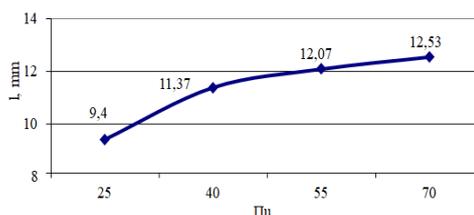
**7-расм. Ипнинг нисбий пишиқлигини бурчакка боғлиқлиги графиги.**



**8-расм. Ипнинг нисбий пишиқлигини ипга бурам бериш қурилмасининг айланиш частотаси  $\nu$  га боғлиқлик графиги.**



**9-расм. Ипнинг узилиш сонини ипга бурам бериш қурилмасининг айланиш частотаси  $\nu$  га боғлиқлик графиги.**



**10-расм.  $\Pi$  параметрни ипга бурам бериш органи қисгичлар чизиғи орасидаги масофа  $L$  га боғлиқлиги графиги**

Мақбуллаштиришнинг умумлаштирилган параметрини қуриш учун Харрингтоннинг умумлаштирилган мақбуллик функциясидан фойдаланамиз. Мақбуллик функциясини иккита нисбий катталикларнинг кўпайтмаси кўринишида қурилиши технология талабларини – узилишлар сонини ортирмасдан ипнинг пишиқлигини ошириш ҳисобига унинг бурам коэффиценти пасайишини таъминлаш, етарлича аниқ ҳисобга олиш имконини беради.

Дастлабки тажриба ўтказиш учун қуйидаги омиллар танланди:

1. Ипга бурам бериш қурилмасини айланишлар сони  $n_v$  нинг йигириш камерасининг айланишлар сони  $n_k$  га нисбати,  $X_1$  билан белгиланди:

$$X_1 = \frac{n_v}{n_k} \quad (27)$$

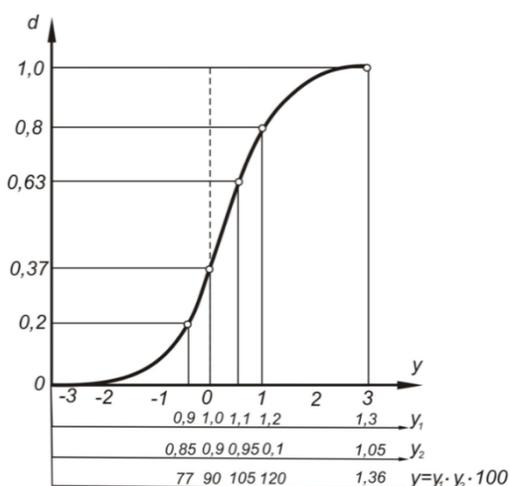
2. Ипга бурам бериш қурилмаси қисиш чизиқлари орасидаги масофа  $L$  нинг ишланаётган тола штапел узунлиги  $l_u$  га нисбати,  $X_2$  билан белгиланди:

$$X_2 = \frac{L}{l_u} \quad (28)$$

Ипга бурам бериш органи каналининг буралиш бурчаги  $\varphi$  катталигини ўзгармас ва, дастлабки тажрибада чиқувчи параметрларнинг энг яхши натижалари таъминланган,  $2\pi$  га деб қабул қилинди.

Барча нуқталарда тажрибалар  $m=3$  қайтарилиши назарда тутилган ва шунга мувофиқ қайта тажрибалар рандомизация режаси тузилди.

Дастлабки тажрибада II мақбуллаш параметрининг  $X_1$  ва  $X_2$  омилларга боғлиқлиги эгри чизиқли характерда бўлиши аниқлангани учун, дастлабки алоҳида тўла омилли тажрибани ўтказмасдан ва унинг натижаларини ишламасдан, тажрибаларни ўтказиш ва тажрибавий маълумотларни ишлашни бир босқичда амалга ошириш қарори қабул қилинди.



11-расм. Мақбулликнинг умумлаштирилган функцияси

Диссертациянинг “Пневмомеханик йигиришда ипга бурам бериш қурилмасининг тажрибавий тадқиқи” деб номланган 4-бобида йигирув камерасидан чиқаётган ипга бурам бериш қурилмаси динамикаси тадқиқотларида ипга бурам

бериш назарияси асосида, шаклланаётган ипга ипга автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси томонидан бурам бериш имкониятини тасдиқловчи асосланган ҳолда, машинани юргизиш режимида, ипнинг бурамлар сонини ипга бурам бериш қурилмасигача ва ундан кейинги участкаларидаги ҳамда тортувчи жуфтлик ва тайёр ипнинг жойламаси орасидаги бурамнинг вақтга нисбатан аналитик боғланишлари кўриб чиқилган.

Тадқиқотлар НамМТИ нинг “Технологик машина ва жиҳозлар” кафедрасида тайёрланган, пневмомеханик йигириш тажриба стендида конструктив параметрларни мақбуллаш бўйича экспериментлар ўтказилгандан сўнг “АНСИН” МЧЖда ишлатилаётган R 60 пневмомеханик йигириш машинасида ўтказилган. Ишга тушириш даврида “АНСИН” МЧЖ да ишлатилаётган R 60 пневмомеханик йигириш машинасида тадқиқ қилинган.

Тажрибаларни ўтказиш учун ҳар бир машинанинг чап томонидаги биринчи 20 та йигирув жойи камераси танланган.

Шундай қилиб, юргизишдаги максимал бурам барқарорлашган режимдаги бурамдан 1,36 баробар каттароқ.  $k_3=1,36$  қийматни олдинги пунктда олинган  $k_m=1,34$  қиймат билан солиштирилиши шуни кўрсатадики, юргизишдаги максимал бурамнинг барқарорлашган иш режимидаги бурамга нисбат коэффициентининг ҳақиқий қиймати, акси кутилаётганига қарамай, унинг ҳисобий қийматидан тахминан 1,5% га каттароқ.

Ўтказилган таҳлил буни ип шакллантириш-пишитиш қурилмасининг математик модели тузилаётганда ипнинг чизиқли тезлиги ўзгармас деб қабул қилинганлиги, яъни  $v = const$  билан боғлиқлигини кўрсатди. Аслида эса у юргизишда нол қийматидан  $v$  га тенг қийматгача ошади. Бу ҳолат коэффициентнинг ҳақиқий қийматини назарий ҳисоблангандан ошганини изоҳлайди.

Ипга бурам бериш қурилмасини ўрнатиш натижасида пневмомеханик йигирув машинасидан чиқадиган ипнинг сифат кўрсаткичлари яхшиланиши ҳамда бу ўзгариш ҳисобига бурам бериш жараёнларини ўтказиш нисбатан енгилашиши оқибатида технологик мақсадда сарфланаётган электр энергияси сарфи харажатлари тежалиши натижасида олинадиган йиллик иқтисодий самара 403176400 сўмни ташкил этади.

## ХУЛОСА

Пневмомеханик йигириш қурилмаси конструкциясини такомиллаштириш масалалари бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қўйидаги хулоса ва тавсиялар ишлаб чиқилди:

1. Йигиришнинг янги услубининг бир қатор назарий масалаларини аниқлаштириш ва таснифлаш бўйича таклифлар ишлаб чиқилди.

2. Пневмомеханик усулда олинган ипга бурам бериш услубини қўллаб, йигирув камераси айланиш частотаси ва сарфланадиган электр энергия сарфини оширмасдан, ип шакллантириш тезлигини 12,5 % гача оширишни таъминлайдиган, ипга бурам бериш қурилмаси конструкциясини яратиш имконияти борлиги назарий жиҳатдан асосланди ва экспериментал равишда тасдиқланди.

3. Ипга бурам бериш қурилмаси қўлланилганда пневмомеханик ипнинг сифат кўрсаткичи 10,4 % ошириш, ип шакллантириш тезлигини 12-15 % га ошириш имкони борлиги назарий жиҳатдан асосланди ва тажрибалар ёрдамида амалий тасдиқланди.

4. Барқарорлашмаган иш режимида ипни нисбий пишиқлигини ошириш учун ипга бурам бериш қурилмаси ўрнатилгандан сўнг ип шакллантириш-пишитиш қурилмасининг динамик математик моделлари қурилди, ҳамда уларни адекватлиги тажриба орқали исботланди.

5. Юргизиш даврини қисқаришини ва бу даврдаги бурамнинг энг катта қийматини пасайишини таъминловчи, пневмомеханик йигириш машиналарини конструктив параметрларини ўзгартириш имконияти борлиги,

ип шакллантириш қурилмасининг динамик математик модели маълумотларини ЭҲМнинг махсус дастурлари ёрдамида қайта ишлаш орқали исботланди.

6. Пневмомеханик йигириш машиналари ишлаб чиқарадиган тўқимачилик машинасозлиги заводларига ипга автоматлаштирилган бурам бериш қурилмаси ўрнатилган ип шакллантириш қурилмасининг янги конструкциясини қўллаш орқали пневмомеханик йигириш машиналари конструкцияларини модернизация қилиш тавсия этилади.

7. Олиб борилган назарий ва амалий тадқиқотлар натижасида 1 та пневмомеханик йигириш машинасида ипга бурам бериш қурилмасини қўллаш орқали 403176400 сўм иқтисодий самарадорликка эришилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
(PHD).03/30.12.2019.Т.66.01 ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**БОБОЕВ УТКИРБЕК АБДИЛЛАЖОНОВИЧ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ КРУЧЕНИЕ ПРЯЖИ В ПРОЦЕССЕ  
ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЯДЕНИЯ**

**05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и  
робототехнические системы**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации доктора философии (phd) потехническим наукам**

**Наманган-2022**

**Тема диссертации доктора философии (Doktor of Philosophy) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2022.2.PhD/T1334**

Диссертация выполнена в Наманганском инженерно-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском и английском (резюме)) размещен в веб-сайте Научного совета Наманганского инженерно-технологического института ([www.nammti.uz](http://www.nammti.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Обидов Авазбек Азаматович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Жуманиязов Кадам Жуманиязович**  
доктор технических наук, профессор

**Росулов Рузимурод Хасанович**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Андижанский машиностроительный институт**

Защита диссертации состоится «17» декабря 2022 г. 11<sup>00</sup> часов на заседании научного совета (PhD).03/30.12.2019.т.66.01 при Наманганском инженерно-технологическом институте по адресу: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская – 7, Административное здание Наманганского инженерно-технологического института, 1 этаж, в малом зале заседаний тел. (+99869) 225-10-07, факс (+99869) 228-76-75, e-mail: [niei\\_info@edu.uz](mailto:niei_info@edu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института (диссертация зарегистрирована за № 202) Адрес: г. Наманган, ул. Касансайская - 7, тел. (+99869) 225-10-07.

Автореферат диссертации разослан «06» декабря 2022 года.  
(реестр протокола рассылки № 92 от «06» декабря 2022 года).



*Мурад*

**Р.М. Мурадов**  
Председателя Научного Совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Х.Т. Бобожонов**  
Ученый секретарь Научного Совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**К.М. Холиков**  
Председатель научного семинара при Научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор.

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии)

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире текстильная промышленность имеет большое значение в обеспечении материального и социального благополучия людей. В период перехода к цифровым методам управления мировой экономикой особое значение придается вопросам повышения конкурентоспособности производственных предприятий. В настоящее время в развитых странах «...в текстильной промышленности определяется хлопковое волокно-67%, производство химических волокон-20%, шерстяное волокно-10%, шерстяное волокно-1,6% и др.-1,4%»<sup>1</sup>. В связи с этим, учитывая, что производственные процессы имеют особое значение в прядильном производстве, совершенствование пневмомеханических прядильных машин, производящих качественную пряжу пневмомеханическим способом, в целях повышения качества изделий текстильной и легкой промышленности и снижения их себестоимости уделяется внимание внедрению методов и средств устранения факторов, отрицательно влияющих на качество изделий в процессе прядения нитей.

В мире проводятся научные исследования за счет более широкого использования новых приемов и технологий, выявления важных факторов, влияющих на технологические процессы прядения пряжи для производства готовых изделий из хлопкового волокна. В этом направлении проводятся целенаправленные научные исследования, в том числе производство пряжи, отвечающей мировым требованиям, и доведение их до готовой продукции, внедрение в производство новой техники и технологий, комплексное решение вопросов эффективного использования местного сырья. считается приоритетом. При этом обеспечение высокого качества работы и экономии энергии и ресурсов, разработка энергоэффективных прядильных машин для производства пневмомеханической нити, а также методики определения ее технологического процесса, параметров и режимов работы считаются актуальными задачами.

Производство текстильных тканей в Республике Узбекистан и поставка их в готовую продукцию, внедрение новой техники и технологий, осуществляются масштабные мероприятия по внедрению новой техники и технологий, проведению исследований по созданию новых технологий, способствующих повышению эффективности использования местного сырья, и внедрению их в практику. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы, в том числе «Развитие текстильной, швейно-трикотажной, кожевенно-обувной и меховой промышленности легкой промышленности в нашей республике, расширение видов и ассортимента выпускаемой продукции, а также всесторонняя поддержка инвестиционной и экспортной деятельности предприятий отрасли. Определены задачи по комплексным мерам поддержки»<sup>2</sup>. При реализации этих задач уточнение некоторых вопросов, связанных с классификацией, теорией и технологией способов формирования пряжи, также важно систематизировать и технологически модернизировать накопленные данные о новых способах производства пряжи и конструкциях

<sup>1</sup> <https://geographyofrussia.com/legkaya-promyshlennost-mira/>

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 16 сентябрдаги ПҚ-4453-сон «Енгил саноатни янада ривожлантириш ва тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни рағбатлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори

нитеформовочных и крутильных рабочих органов. При реализации этих задач важно уточнить некоторые вопросы, связанные с классификацией, теорией и технологией способов формирования пряжи, а также систематизировать и технологически модернизировать собранные данные о новых способах формирования пряжи и конструкциях формирования и крутильных рабочих органов.

Постановление Президента Республики Узбекистан от 12 февраля 2019 года № ПП-4186 «О мерах по дальнейшему углублению реформ и расширению экспортного потенциала текстильной и швейно-трикотажной промышленности» и № ПП-4453 от 16 сентября 2019 года «О мерах по дальнейшему развитию легкой промышленности и стимулированию производства готовой продукции» и реализации задач, указанных в других соответствующих нормативных правовых документах, и реализации задач, указанных в других нормативных правовых документах, связанных с данной деятельностью, в определенной степени служит данная диссертационная работа.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Настоящее исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики по направлению: ПНТ-II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

#### **Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.**

В ведущих научных центрах мира включая Токийский технологический институт (Япония), Массачусетский технологический институт (США), Пенсильванский технологический институт (США), Университет Мармара (Турция), Эгейский университет (Турция), Университет Бурсы (Турция) ведутся исследования пневмомеханических прядильных машин с целью повышения их производительности, оптимизации технологических показателей, создания новых конструкций рабочих механизмов и усовершенствования существующих.

Сегодня различные модели современных прядильных машин выпускаются во многих странах мира, особенно в Чехии, Германии, Японии и других странах и в настоящее время это современное оборудование широко применяется на прядильных и ткацких предприятиях, формирования и кручения пряжи в процессе прядения имеет важное значение для улучшения качественных показателей пряжи, получаемой на прядильных машинах с высокими показателями эффективности.

#### **Степень изученности проблемы.**

За рубежом с исследованиями по повышению производительности пневмомеханических прядильных машин, оптимизации их технологических показателей, созданию новых конструкций рабочих механизмов и усовершенствованию существующих. Киселев, М.М. Асташев, Л.Л. Нагаева, Л.К. Замаховский, Бин Ган Ху, Сяо Мин Тао, А. Барилла, Дж. Виго, Э. Киршер, Х. Кубица, Г.В. Башкова, В. И. Власов и другие ученые. Научно-исследовательские работы проведены Дж. С. Оуэном, Р. Ауэрбахом, П.

Нордоном, В. Вейлерсом, В. А. Ворошиловом, Г. В. Соколовом и др. по определению физико-механических свойств пряжи и разработке на их основе прядильных машин и повышению качества работы. Исследования по созданию пневмомеханических прядильных машин, разработка их научных основ проводились А. Г. Севостьяновым, Ю. Бруске, С. Г. Зарецкасом, В. Э. Мортонем, Г. Зоммером, В. А. Усенко и другими и привели ко многим значительным результатам.

Исследования по совершенствованию технологического оборудования и процессов производства нити из натуральных и химических волокон на пневмомеханических прядильных машинах, стандартизации кинематических параметров, улучшению конструктивных и эксплуатационных характеристик в нашей республике проводились учеными Джуманиязов К.Ж., Абдувахидов М., Мардонов Б.М., Джураев А.Д. Гофуров Ж.К., Гофуров Г.Г., Матисмаилов С.Л., Эркинов З.Э., Юлдашев Ж.К., Хайдаров Х.Х., Горабаев Ш.А., Саидмуродов М.М.

Несмотря на то, что проведено много исследований по улучшению качества пряжи на пневмопрядильной машине, исследований динамики формировочно-крутильного устройства пряжи и способов крутки пряжи, полученной на пневмопрядильной машине недостаточно проведено исследования методов скручивания нити.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Наманганского инженерно-технологического института и кафедры «Технологические машины и оборудование».

**Цель исследования.** Цель настоящей работы заключается в исследовании конструктивно-технологических параметров крутильного устройства, выходящего из прядильной камеры пневмомеханической прядильной машины, и поиске новых конструктивных решений крутильного устройства и обосновании его параметров и режимов работы.

**Задачи исследования:**

анализ проведенных исследований по совершенствованию конструктивных элементов формировочно-крутильного устройства пневмомеханической прядильной машины;

исследование теоретических вопросов технологических процессов формирования нити, определяющих ее структуру, при скручивании нити, полученной пневмомеханическим способом;

исследование конструктивно-технологических параметров устройства крутки нити;

поиск новых конструктивных решений устройства крутки нити и внедрение их в производство;

исследование принятых решений в экспериментальном устройстве, оптимизация конструктивных параметров автоматизированного крутильного устройства.

**Объект исследования.** Получены свойства нитей, полученных с помощью пневмомеханических прядильных машин, конструкции формовочно-крутильного устройства пряжи из волокнистого пласта в пневмомеханической прядильной машине и автоматизированного устройства крутки нити.

**Предмет исследования.** В новом усовершенствованном крутильном устройстве процессами являются образование пряжи, работа нового усовершенствованного крутильного устройства и равномерное распределение крутки в пряже.

**Методы исследования.** Работа состоит из теоретических и практических исследований. В исследованиях применялись испытания текстильных материалов, методы теоретической и практической механики, математической статистики и вычислительной математики, компьютерные программы, современные измерительные приборы для оценки качества пряжи.

**Научная новизна исследования:**

разработано новое автоматизированное крутильное устройство формовочно-крутильного устройства пряжи пневмомеханической прядильной машины и усовершенствован процесс прядения на основе закона движения получаемой в нем пряжи;

построены математические модели динамики процесса равномерной намотки при работе и остановке машины путем установки нового автоматизированного крутильного устройства формирования пряжи в нестабилизированных режимах работы пневмомеханического прядения;

с учетом того, что поперечное сечение рабочего органа крутильного устройства выполнено в виде архимедовой спирали, определяют траекторию формирования нити в автоматизированном крутильном устройстве новой конструкции;

по результатам многофакторного экспериментального проектирования определены альтернативные значения параметров угла кручения, частоты вращения и альтернативные значения расстояния автоматизированного крутильного устройства в пневмомеханических прядильных машинах.

**Практические результаты исследования:**

исходя из областей применения пневмомеханической пряжи и требований, предъявляемых к пряже, создано новое усовершенствованное крутильное устройство с целью повышения их качественных показателей;

в практических исследованиях установлено, что можно повысить относительную жесткость пряжи, формируемой с помощью автоматического крутильного устройства в конструкции пневмомеханической прядильной машины;

построены динамические математические модели нитемотильного устройства для скручивания нити в нестабилизированных режимах работы и подтверждена их адекватность практическими экспериментами;

на основе анализа динамических математических моделей крутильного устройства доказана возможность изменения конструктивных параметров

пневмомеханической прядильной машины, что обеспечивает сокращение периода пуска и максимальную величину крутки при обкатке.

**Достоверность полученных результатов** они основаны на построении математических моделей техники и технологии производства крутильных нитей, анализе вычислительных экспериментов по известным в области исследования критериям оценки и сопоставлении результатов моделирования с экспериментальными данными.

**Научная и практическая значимости результатов исследований.** Научная значимость результатов исследований заключается в применении к пряже выходящей из камеры одновременно крутки и растяжения формованной части в пневмомеханической прядильной машине, установлении закона увеличения скорости пряжи без снижения жесткости пряжи при относительно низком коэффициенте крутки, усовершенствовании устройство скручивания нити и создании теоретической базы для его расчета, исследована динамика устройства намотки нити и созданы математические модели, это объясняется определением параметров оптимизации его основных технологических и кинематических параметров с использованием математических моделей и экспериментальных исследований усовершенствованного скручивающего устройства.

Практическая значимость исследования заключается в том, что путем исследования номенклатуры и технологических возможностей существующих пневмомеханических прядильных машин было создано крутильное устройство новой конструкции с учетом их недостатков, в результате внедрения в производство нового устройства достигнуто увеличение производительности пневмомеханической прядильной машины, управление факторами, влияющими на качество пневмомеханической пряжи, это объясняется тем, что движение нити для равномерного распределения крутки во вновь усовершенствованном крутильном устройстве теоретически изучено и подтверждено результатами экспериментов.

**Внедрение результатов исследования.** По результатам, полученным при обосновании параметров и режимов работы вновь разработанного скручивающего устройства при производстве конкурентоспособного продукта:

на текстильном предприятии ООО «АХСИН», входящем в объединение «Узтокимачиликсаноат» (справка № 03/25-2924 объединении «Узтокимачиликсаноат» Республики Узбекистан от 17 октября, 2022 г.); В результате установки на пневмомеханической прядильной машине автоматизированного крутильного устройства, качество пряжи выходящего из прядильной камеры, улучшается на 10,4 %, производительность увеличивается за счет увеличения скорости выхода пряжи на 12,5%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на 5-х международных и 2-х республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них 9 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных научных

результатов диссертаций ВАК Республики Узбекистан, и 1 авторское свидетельство получено по программам ЭВМ Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составил 116 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во вводной части обосновывается актуальность и необходимость проведенного исследования, описываются цель и задачи, объект и предмет исследования, показывается совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники республики, описываются научная новизна и практические результаты исследования, выделяется научная и практическая значимость полученных результатов, приводится информация о внедрении результатов исследования в производство, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Анализ литературы по вопросам развития формировочно-крутильного способа»**, подробно рассмотрены приемы и технологии пневмомеханического нитепрядия. Также проанализированы научные исследования, проведенные по совершенствованию формировочно-крутильного устройства пневмомеханических прядильных машин.

Несмотря на то, что было проведено множество исследований по улучшению и изучению качества пряжи на пневмомеханической прядильной машине, было установлено, что динамика работы формировочно-крутильного устройства пряжи при прядении пряжи и способы снижения коэффициента крутки пряжи пряжа, полученная методом пневмомеханического прядения, изучена недостаточно. Уменьшение коэффициента крутки пряжи за счет усовершенствования конструкции формировочно-крутильного устройства пряжи и получение продукции, отвечающей мировым стандартам, являются задачами, поставленными перед данной диссертацией.

Во второй главе диссертации **«Исследование динамики устройства крутки нити в пневмомеханическом прядении»** проведены теоретические исследования динамики работы автоматического крутильного устройства нити, выходящего из прядильной камеры, позволяющего получать нить с низким коэффициентом крутки.

Рассмотрено теоретическое исследование взаимодействия с рабочим органом при движении по винтовой линии на поверхности крутильного устройства. В работе изучалось образование крутки в результате пространственного изгиба нити.

Конструктивные особенности поверхности направления нити влияют на величину создаваемого эффекта натяжения. Поэтому перед проведением силового анализа были изучены математические модели линейных уравнений поверхностей, по которым движется нить, и радиус кривизны этой линии.

Точка М на конической винтовой линии движется по прямой OL со скоростью, пропорциональной расстоянию OM. А прямая OL не перпендикулярна оси Oz. Он вращается вокруг этой оси с постоянной угловой скоростью  $\omega$  (рис. 1).

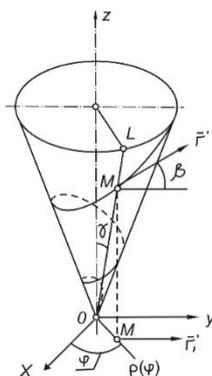
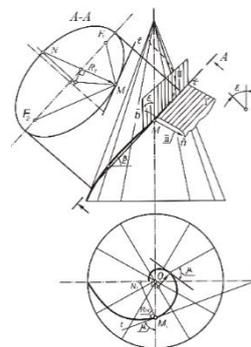


Рис.- 1. Определение постоянной угловой скорости  $\omega$ .



Рисю- 2. Графически определение кривизны конической спирали

Параметрические уравнения конической спирали:

$$\begin{cases} x = ae^{k\varphi} \cos\varphi, \\ y = ae^{k\varphi} \sin\varphi \\ z = be^{k\varphi} \end{cases} \quad (1)$$

Здесь:  $\varphi$  — параметр, определяющий положение точки М конической спирали. (Точка М', являющаяся проекцией точки М на плоскость XOY, образует угол XOM').  $\varphi = \omega t$ ;  $k = \frac{m}{\omega}$ , здесь  $k\varphi = mt$ .

Кривая (1), параметрические уравнения которой представлены выше, расположена на поверхности конуса и образована вращением вокруг оси OZ следующей прямой:

$$\begin{cases} x = at \\ z = bt \end{cases} \quad (2)$$

Угол  $\gamma$  между формообразователем конуса и его осью симметрии (угол конусности)  $a$  и  $b$  параметры связаны следующей формулой:

$$\frac{z}{x} = \frac{b}{a} = ctg\gamma,$$

Отсюда:

$$b = actg\gamma \quad (3)$$

Определим угол между спиралью и плоскостью XOY (угол подъема) как  $b = \text{const}$ .

В этом случае формула связи коэффициента  $k$  в формуле (1) с углами  $b$  и  $\gamma$  может быть записана следующим образом:

$$k = \frac{\sin\gamma\sin\beta}{\sqrt{\cos^2\beta - \sin^2\gamma}} \quad (4)$$

Кривизну конической спирали в произвольной точке можно определить следующим образом:

$$K = \frac{ae^{-k\varphi}\sqrt{(k^2+1)}}{(a^2+b^2)k^2+a^2} \quad (5)$$

Определим радиус кривизны в произвольной точке конической спирали по формуле (5):

$$R = \frac{1}{K} = \frac{(a^2+b^2)k^2+a^2}{a\sqrt{(k^2+1)}} \quad (6)$$

Определение радиуса кривизны нити в пространственной форме через ее проекцию на плоскость имеет большое значение при решении практических задач. Радиус кривизны конической спирали в заданной точке М вычисляют графическими методами в теории геометрии чертежа Рк.с. а радиус кривизны ортогональной проекции этой кривой на плоскость Рр.с. определяем связь между (рис. 1).

Ортогональная проекция конической спирали на горизонтальную плоскость является логарифмической спиралью.

В общем случае связь между радиусом кривизны R пространственной кривой и радиусом кривизны r проекции этой кривой на горизонтальную плоскость следующая:

$$R = r \frac{\cos\varepsilon}{\cos^3\alpha} \quad (7)$$

Здесь:  $\varepsilon$  — угол между тестовой плоскостью и плоскостью проекции;

$\alpha$  – угол между искомой линией и горизонтальной плоскостью (угол подъема), перенесенный на пространственную кривую.

Пространственные кривые, полуштрихованные линии которых имеют одинаковое отклонение от плоскости, называются линиями равномерного отклонения.

Интересующие нас конические спирали, т. е. линии, расположенные на конической поверхности, где угол  $\beta$  между тестом, приложенным к кривой, и плоскостью  $xOy$  постоянен, принадлежат к группе пространственных кривых с таким же отклонением.

Учитывая, что буквы  $\alpha$  и  $\beta$  в (7) имеют одинаковый размер, получаем уравнение, выражающее радиус кривизны конической спирали через ее проекцию:

$$R_{k.s.} = \frac{R_{l.s.}}{\cos^2\beta} \quad (8)$$

Эта формула позволяет определить радиус кривизны нити, скользящей по линии с постоянным углом подъема по поверхности конуса, путем элементарного математического расчета.

Натуральное значение радиуса кривизны логарифмической спирали легко определить с помощью известного графического метода (рис. 2). Таким образом, значение радиуса кривизны точки М конической спирали (А-А сечения конуса), определенное графическим методом, в точности соответствует значению, рассчитанному по формуле (8).

Длина дуги линии  $s[0, \varphi]$  определяется следующим образом с учетом изменения параметра  $\varphi$  на участке:

$$s = \frac{\sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2}}{k} (e^{k\varphi} - 1) \quad (9)$$

При натуральной параметризации (2.10) формула расчета кривизны выглядит так:

$$K(s) = \frac{a\sqrt{k^2 + 1}\sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2}}{ks + (a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2)^{3/2}} \quad (10)$$

Исследуем изменение натяжения нити при ее изгибе через направляющее устройство по конической спирали. Для определения натяжения на малых участках нити, то есть на участках нити, где отклонение от требуемой линии не велико, воспользуемся следующей формулой:

$$T_2 = T_1 \exp \left\{ f \int_{s_1}^{s_2} k(s) ds \right\}$$

Подставим эту формулу в формулу (10). Полученная формула будет выглядеть следующим образом:

$$T = T_0 \exp \left( f \int_{s_1}^{s_2} \frac{\sqrt{k^2 + 1}\sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2}}{ks + (a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2)^{3/2}} ds \right)$$

Вычисляя интеграл, введем следующие определения:

$$A = \sqrt{k^2 + 1}\sqrt{a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2} \quad (11)$$

$$B = (a^2 + a^2 k^2 + b^2 k^2)^{3/2} \quad (12)$$

Здесь:

$$T = T_0 \exp \left( fA \int_{s_2}^{s_1} \frac{ds}{ks+B} \right) = T_0 \exp \left( \frac{fA}{k} \ln |ks + B| \Big|_{s_1}^{s_2} \right),$$

$$T = T_0 \exp\left(\frac{fA}{k} \ln \left| \frac{ks_2+B}{ks_1+B} \right| \right). \quad (13)$$

Программы на языке программирования Maple были разработаны для автоматизации расчета натяжения по формулам, полученным для длинных нитей. Для того чтобы определить, связано ли натяжение нити с формой поверхности крутильного устройства, исследовали натяжение нити, скользящей по формирующей и направляющей поверхностям крутильного устройства.

Исследования процесса крутки нити в пневмомеханическом прядении показали, что существует возможность создания конструкции формирующе-крутильного устройства при наличии автоматизированного крутильного устройства в пневмомеханических прядильных машинах. На рис. 3 показана расчетная схема такого формирующе-крутильного устройства пряжи.

Если количество участков в формировании нити больше, то есть больше трех, то построение математических моделей усложняется. Для упрощения построения математической модели примем следующие дополнительные предположения:

1. Изучаем пусковой процесс с того момента, когда нить имеет движение в нужном направлении.

2. Примем частоту вращения  $q$  дополнительного корпуса крутильного устройства постоянной величиной.

3. Кручение нити в нестабильном режиме:

- в первой участке  $K_l = \frac{p}{v};$

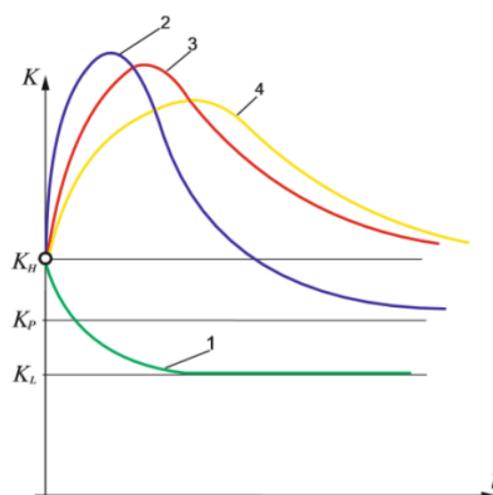
- в второй участке  $K_p = \frac{n-q}{v}$

- в третьей и четвертой участке примем  $K_H = \frac{n}{v}.$

Исходя из принятых допущений, пусковой процесс соответствует времени, когда нить имеет прямолинейное направление движения и одновременно воздействует на оба крутильных тела устройства ложной крутки.

Будем решать задачу по участкам технологической схемы. В интервале времени  $dt$  количество крутв нити на участке I равно  $pdt$ . При этом этот участок теряет количество витков, равное  $K_{n1} v dt$ . На основании этого запишем дифференциальное уравнение:

$$dK_{n1} = \frac{p-K_{n1}v}{l_1} dt \quad (14)$$



**Рисунок 3. Зависимость количества круток от пуска времени.**

Соответственно, из начальных условий: при  $t=t_0$  и  $K_{n1}=K_H$  ) это уравнение имеет следующее решение:

$$K_{n1} = \frac{p}{v} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{K_H v}{p} \right) e^{-\frac{vt}{l_1}} \right] \quad (15)$$

Посмотрим на изменение поворота во втором сюжете. Будем считать, что за время  $dt$  эта часть нити теряет число витков, равное  $K_{n2} v dt$ , при прохождении нити по участку.

Учитывая, что отношение количества витков нити к ее длине указывает на увеличение крутки, можно составить следующее дифференциальное уравнение для II участка нити:

$$K_{n2} = \frac{K_{n1} v - p + n - q - K_{n2} v}{l_2} dt \quad (16)$$

где  $K_{n1}$  определяется из выражения (2). Учитывая начальные условия,  $K_{n2}=K_H$  при  $t=0$ , уравнение имеет следующее решение:

$$K_{n2} = K_H e^{-\frac{vt}{l_2}} + \frac{n-q}{v} \left( 1 - e^{-\frac{vt}{l_2}} \right) - \omega_2 \frac{n-p}{v} \left( e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_1}} \right) \quad (17)$$

Здесь принят следующий коэффициент:

$$\omega_2 = \frac{l_1}{l_1 - l_2}$$

Теперь давайте посмотрим на крутку третьего раздела. Будем считать, что за время  $dt$  эта часть нити теряет число витков, равное  $K_{n3} dt$ , при прохождении нити по участку. При этом из-за воздействия крутильного органа на вторую нить на этом участке будет иметь число витков  $K_{n2} dt$  и  $q dt$ .

Составим дифференциальное уравнение:

$$dK_{n3} = \frac{K_{n2} v + q - K_{n3}}{l_3} dt \quad (18)$$

Согласно начальным условиям  $K_{n3}=K_H$  при  $t=0$  это уравнение имеет решение следующего вида:

$$K_{n3} = K_H e^{-\frac{vt}{l_3}} \frac{n}{v} \left( 1 - e^{-\frac{vt}{l_3}} \right) + \omega_3 \frac{n}{v} \left( e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_3}} \right) + \frac{n-q}{v} \omega_2 \omega_3 \left[ \left( e^{-\frac{vt}{l_2}} + e^{-\frac{vt}{l_3}} \right) - \left( e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_3}} \right) \right] + \frac{n-q}{v} \omega_3 \left( e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_3}} \right) \quad (19)$$

Здесь принят следующий коэффициент:

$$\omega_3 = \frac{l_2}{l_2 - l_3}$$

Давайте перейдем к просмотру крутку четвертого участка.

Будем считать, что эта часть нити, образуемая за время  $dt$ , вместе с нитью, идущей от третьего участка, совершает число витков, равное  $K_{n3} dt$ . При этом он теряет число витков, равное  $K_{n4} dt$ , при выходящей на участке пряже.

Составим дифференциальное уравнение:

$$dK_{n4} = \frac{K_{n3}v - K_{n4}}{l_4} dt \quad (20)$$

В начальных условиях:  $K_{n4} = K_4$  при  $t=0$  это уравнение имеет решение следующего вида:

$$\begin{aligned} K_{n4} = & K_H e^{-\frac{vt}{l_4}} + \frac{n}{v} \left(1 - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + \omega_3 \omega_{42} \frac{n}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + \\ & (\omega_{44} - \omega_3 \omega_{44}) \frac{n}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + \omega_2^2 \omega_{43} \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - \\ & \omega_2 \omega_3 \omega_{42} \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - (\omega_2 \omega_{21} \omega_{44} - \omega_2 \omega_3 \omega_{44}) \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - \right. \\ & \left. e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - \omega_3 \omega_{42} \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_2}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) + (\omega_{42} - \omega_3 \omega_{43}) \frac{n-p}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) - \\ & \omega_{44} \frac{q}{v} \left(e^{-\frac{vt}{l_3}} - e^{-\frac{vt}{l_4}}\right) \end{aligned} \quad (21)$$

Таким образом, изучена динамика процесса кручения нити при пневмомеханическом прядении. Построены математические модели динамики процесса крутки нити при пуске и остановке формовочно-крутильного устройства в нестабилизированных режимах работы пневмомеханического прядения. На рисунке 4  $K_{n1}$ ,  $K_{n2}$ ,  $K_{n3}$  и  $K_{n4}$  представляют собой кривые изменения поворотов 1, 2, 3, 4 соответственно.

Обоснована целесообразность использования автоматизированного устройства крутки нити в пневмомеханическом прядении. Для крутильного устройства, вращающегося в нестационарном режиме работы ( $n = \text{const}$ ,  $v = \text{const}$ ), закрутка первого сектора равна:

$$K_b = \frac{n}{v} \quad (22)$$

Учитывая  $K_H = \text{const}$  при определенных условиях и приравнивая правую часть (22) к левой части (22), получаем:

$$n = K_H v, \quad (23)$$

То есть неподвижный выюрок действует как вращающееся выюрок, определяемое числом оборотов (23). Обозначим эту величину через  $n_{np}=K_H v$  и назовем ее числом оборотов неподвижного выюрка. Тогда мы можем составить следующее уравнение для площади  $I$  пряжи при запуске:

$$dk_1 = \frac{n_{np} - K_1 v}{l_1} dt \quad (24)$$

Здесь:  $dK_1$  — увеличение крутки нити на первом участке за время  $dt$ ;

$l_1$  — длина этого сектора;

$v$  — скорость движения нити.

Начальные условия: уравнение  $t=0, K_1=K_H$  имеет следующее решение:

$$K_1 = \frac{n_{np}}{v} \left[ 1 - \left( 1 + \frac{K_H v}{n_{np}} \right) e^{-\frac{vt}{l_1}} \right] \quad (25)$$

При  $K_H=0$  (25) принимает следующий вид:

$$K_1 = \frac{n_{np}}{v} \left( 1 - e^{-\frac{vt}{l_1}} \right) \quad (26)$$

Анализ (25) и (26) показывает, что крутка нити первой сферы изменяется экспоненциально и достигает значения  $n_{np}/v$  в нестабилизированном режиме. Изменение крутки  $K_1$  показано линией  $I$  на рис.-2. (для случая  $K_H=0$ ).

Таким же образом можно составить уравнение для второй площади:

$$dk_2 = \frac{K_1 v - n_{np}}{v} dt \quad (27)$$

Ее решение при начальных условиях  $t=0, K_2=K_H$  имеет следующий вид:

$$K_2 = K_H e^{-\frac{vt}{l_2}} - \frac{n_{np}}{v} \frac{l_1}{l_1 - l_2} \left( 1 + \frac{K_H v}{n_{np}} \right) \left( e^{-\frac{vt}{l_1}} - e^{-\frac{vt}{l_2}} \right) \quad (28)$$

При  $K_H=0$  (28) принимает вид:

$$K_2 = -\frac{n_{np}}{v} \frac{l_1}{l_1 - l_2} \left( e^{-\frac{vt}{l_1}} - e^{-\frac{vt}{l_2}} \right) \quad (29)$$

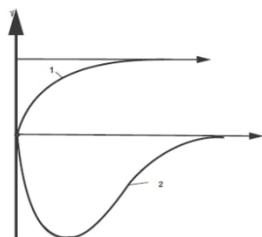


Рисунок 4. Зависимость крутки от времени при пуске.

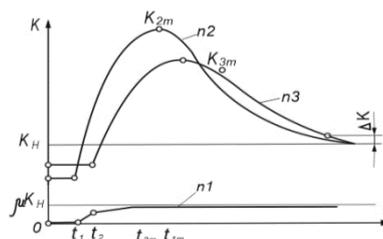


Рисунок 5. Зависимость крутки от времени при пуске.

Их анализ показывает, что значение  $K_2$  отлично от нуля в рабочем режиме  $t \rightarrow \infty$ , отличном от нестабилизированного режима работы (при конечном  $t$ ). Кривая 2 на рисунке 6 показывает изменение закрутки во времени  $K_2$  для случая  $K_H=0$ .

Полагая произведение уравнения (29) равным нулю, т.е.  $K_2^1=0$ , определяем максимальное значение момента  $K_{2m}$  и момент его возникновения  $t_m=0$ .

$$K_{2m} = -\frac{n_{np}}{v} - \frac{l_1}{l_1-l_2} \left( e^{-\frac{vt_m}{l_1}} - e^{-\frac{vt_m}{l_1}} - e^{-\frac{vt_m}{l_2}} \right) \quad (30)$$

$$t_m = \frac{l_1 l_2}{v(l_1-l_2)} \ln \frac{l_2}{l_1} \quad (31)$$

то есть при постоянных  $l_1$  и  $l_2$   $t_m$  зависит только от скорости  $v$ , а абсолютное значение  $K_{2m}$  определяется из соотношения  $l_1$  и  $l_2$ .

Когда  $l_1 = l_2 = l$ :

$$K_{2m} = \frac{n_{np}v}{v} - \frac{v}{l} t e^{-\frac{vt}{e}}$$

Третья глава диссертации под названием «Оптимизация конструкции крутильного устройства» состоит в определении конструктивных параметров нитекрутильного устройства, выходящего из прядильной камеры, что обеспечивает получение пневмомеханической пряжи, не менее жестче, чем у кольцевого прядения.

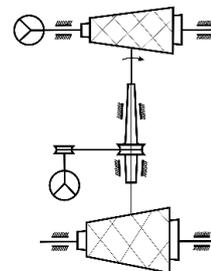
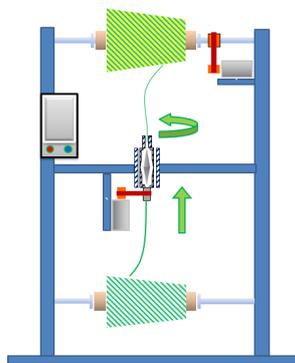


Рисунок 7. Обзор экспериментального стенда

Исследования проводились на экспериментальном стенде пневмомеханической прядильной машины, подготовленном в научной лаборатории кафедры «Технологические машины и оборудование» Наманганского инженерно-технологического института (рис. 7). Было выполнено 40 запусков на стенде в стабилизированном режиме в течение 10 минут. Перед каждым спуском, исходя из точек, приведенных в предыдущем пункте, на расстоянии 1 м от сращиваемого конца участка нити отмечают специальной краской, а затем определяют в отрезках по 0,25 м, которые отмечен в середине максимального поворота в беге. Для измерения крутки

крученой нити в установившемся режиме были получены отрезки крученой нити длиной 0,25 м после запуска стенда не менее 5 минут.

При исследовании изменения угла скручивания канала устройства для скручивания нити предполагалось, что большее влияние на технологический процесс оказывают следующие конструктивные параметры устройства для формовки-крутки нити: угол закручивания конического винтового канала наматывающего устройства для вращающейся нити  $\varphi$  рад, частота вращения намоточного устройства  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , расстояние между зажимными линиями нитенамоточного устройства, устанавливаемого вместо выпускной трубки и вращающегося нитенамоточного устройства,  $L$ , мм.

Поле определяющих факторов, точки фиксации, интервалы смены факторов и уровни изменений представлены в табл. 1.

В качестве основных параметров, характеризующих работу устройства намотки нити, были выбраны следующие:

1. Относительная вязкость пряжи с низким коэффициентом крутки, выработанной крутильным устройством. гк/текс.
2. Стабильность крутильного устройства, характеризуемая коэффициентом обрыва, рассчитанным на 1000 прядильных мест в час.

Таблица №1

Поле определяющих факторов, точки фиксации, интервалы факторизации и уровни преобразования

Факторы	Поле определение	Точки фиксации	Интервал вариации	Уровень вариации		
$\varphi$ , рад	$\pi \dots 2,5\pi$	$2\pi$	$0,5\pi$	$1,5\pi$	$2\pi$	$2,5\pi$
$\nu$ , $\text{мин}^{-1}$	$0,5 \cdot 10^4 \dots 2,75 \cdot 10^4$	$1,375 \cdot 10^4$	$1,375 \cdot 10^4$	$0,75 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^4$
$u$ , мм	25 ... 60	48	15	40	55	70

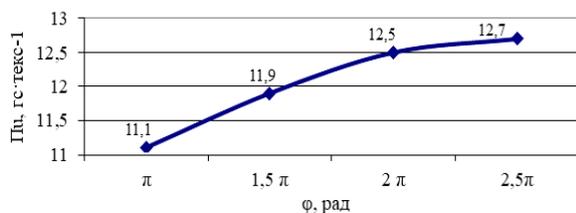
Все опыты проводились при скорости  $v=49,6$  м/мин, что на 30 % выше скорости выпуска пневмомеханической прядильной машины Р 60 в тех же условиях ( $v=39,8$  м/мин).

Выходные параметры выводились с учетом зависимости жесткости нити и количества обрывов от угла закручивания канала крутильного устройства. Его допустимое значение  $\varphi=2\varphi$ , и было решено не изменять его значение в дальнейших экспериментах.

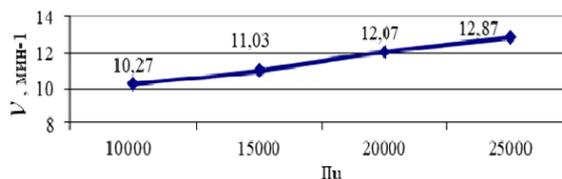
При исследовании изменения частоты вращения  $n$  крутильной машины результаты экспериментов выполнялись в следующем порядке:

1. Определены средние значения выходных параметров в исследовательских экспериментах.
2. Определяем значения дисперсий выходных параметров в экспериментах.
3. С помощью критерия Смирнова-Грабса были проверены существенно отличающиеся значения выходных параметров.

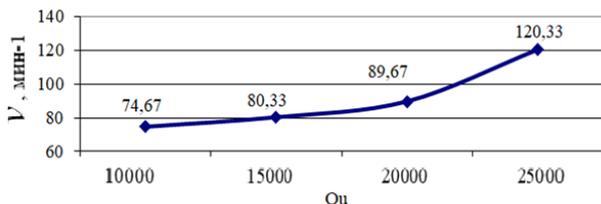
На рисунках 8 и 9 построены графики зависимости выходных показателей, относительной жесткости нити ( $P$ ) и числа обрывов нити ( $O$ ) от частоты вращения  $n$  крутильного устройства.



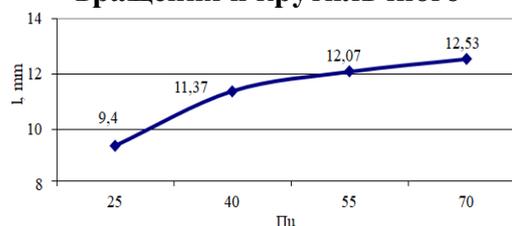
**Рисунок 8. График зависимости относительной прочности от угла.**



**Рисунок 9. График зависимости относительной прочности нити от частоты вращения n крутильного**



**Рисунок 10. График зависимости количества обрывов нити от частоты вращения n устройства крутки нити.**



**Рисунок 11. График зависимости параметра P от расстояния L между линиями зажимов крутильного устройства**

Таким образом, из графика на рисунке 9 видно, что относительная жесткость нити зависит от частоты вращения устройства для скручивания нити. По мере увеличения частоты вращения n крутильного устройства относительная жесткость нити увеличивается. При увеличении частоты вращений крутильного устройства в 5 раз во столько же раз увеличивается количество обрывов.

Будем использовать обобщенную функцию приемлемости Харрингтона для построения параметра обобщенной приемлемости. Построение функции приемлемости в виде произведения двух относительных величин позволяет учесть требования технологии - обеспечить снижение коэффициента крутки за счет увеличения жесткости пряжи без увеличения числа обрывов.

Для начального эксперимента были выбраны следующие факторы:

1. Определялось отношение числа оборотов крутильного устройства  $n_v$  к числу оборотов прядильной камеры  $n_k$ ,  $X_1$ :

$$X_1 = \frac{n_v}{n_k} \quad (32)$$

2. Расстояние между зажимными линиями крутильного устройства определяется отношением  $L$  к штапельной длине рабочего волокна  $l_{ш}$ ,  $X_2$ :

$$X_2 = \frac{L}{l_{ш}} \quad (33)$$

Величина угла закручивания канала резьбонарезного устройства принималась постоянной и в начальном эксперименте обеспечивались наилучшие результаты выходных параметров, 2 га.

Во всех точках предполагается, что  $m=3$  эксперимента будут повторяться, и соответственно был составлен план рандомизации повторных экспериментов.

В исходном эксперименте было установлено, что зависимость параметра оптимизации  $P$  от факторов  $X_1$  и  $X_2$  носит криволинейный характер, поэтому было принято решение проводить эксперименты и обрабатывать экспериментальные данные в один этап, без проведения полного факторного эксперимента и обработки его результатов.

Глава 4 диссертации на тему «**Экспериментальное исследование крутильной машины при пневмомеханическом прядении**», основанная на теории крутки нити при исследованиях динамики крутильной оборудовании выходящей из прядильной камеры, в режиме работы машины, подтверждая возможность крутки формирующей пряжи автоматизированным устройством крутки нити, рассмотрены аналитические корреляции количества витков нити до и после устройства крутки нити и между тянущей парой и положением готовой нити во времени.

Исследования проводились на пневмомеханической прядильной машине  $P 60$ , используемой в ООО «АХСИН» после проведения опытов по оптимизации конструктивных параметров на экспериментальном стенде пневмомеханического прядения, подготовленном в отделе «Технологические машины и оборудование» НамМТИ.

В период пуска была исследована пневмомеханическая прядильная машина  $P 60$ , используемая в ООО «АХСИН». Для экспериментов были выбраны первые 20 камер определения местоположения вращения с левой стороны каждой машины.

Таким образом, максимальная крутка в пуске в 1,36 раза больше крутки в стабилизированном режиме.

Сравнение значения  $k_e=1,36$  со значением  $k_m= 1,34$ , полученным в предыдущем пункте, показывает, что фактическое значение коэффициента отношения максимальной крутки при обгоне к крутке в стабилизированном режиме работы примерно на 1,5 % больше расчетного. значение, несмотря на противоположное ожидание.

Проведенный анализ показал, что это связано с тем, что при создании математической модели формирочно-крутильного устройства линейная скорость потока принималась постоянной, то есть  $v=const$ . На самом деле она увеличивается от нуля до значения, равного  $v$ , во время работы. Эта ситуация объясняет, что фактическое значение коэффициента превышает теоретическое значение.

Улучшение качественных показателей пряжи, выходящей из пневмомеханической прядильной машины, в результате установки устройства крутки пряжи, и за счет этого изменения годовой экономической эффект, полученный в результате экономии затрат на потребление электроэнергии на технологические цели за счет относительного упрощения процессов крутки, составляет 403176400 сум.

## ВЫВОД

В результате исследований по вопросам совершенствования конструкции пневмомеханического прядильного устройства были разработаны следующие выводы и рекомендации:

1. Разработаны предложения по уточнению и классификации ряда теоретических вопросов нового метода прядения.

2. Используя пневмомеханический метод крутки, без увеличения частоты вращения прядильной камеры и расхода электрической энергии, теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность создания конструкции устройства намотки нити, обеспечивающей увеличение скорости нитеобразования до 12,5 %.

3. Теоретически обоснована и практически подтверждена экспериментально возможность повышения показателя качества пневмомеханической пряжи на 10,4 %, увеличения скорости формирования пряжи на 12-15 % при использовании устройства крутки нити.

4. Построены динамические математические модели формовочно-крутильного устройства пряжи после установки крутильного устройства для повышения относительной жесткости пряжи в нестационарном режиме работы, адекватность которых доказана экспериментально.

5. Обработкой данных динамической математической модели пряжи доказана возможность изменения конструктивных параметров пневмомеханических прядильных машин, обеспечивающих сокращение периода эксплуатации и снижение максимального значения крутки в этот период формовочное устройство с использованием специальных программ ЭВМ.

6. Предприятиям текстильного машиностроения, производящим пневмопрядильные машины, рекомендуется провести модернизацию пневмопрядильных машин с применением новой конструкции нитеформирующего устройства с устройством автоматизированной крутки нити.

7. В результате проведенных теоретических и практических исследований достигнута экономическая эффективность в размере 403176400 сум при использовании устройства крутки нити на 1 пневмомеханической прядильной машине.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.03/30.12.2019.T.66.01AT NAMANGAN INSTITUTE OF ENGINEERING  
AND TECHNOLOGY**

---

**NAMANGAN INSTITUTE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

**BOBOEV UTKIRBEK**

**INVESTIGATION OF THE PROBLEMS OF YARN TWIST IN THE  
PROCESS OF PNEUMO-MECHANICAL SPINNING**

**05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics  
and robotics systems**

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

**Namangan – 2022**

**The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number № B2022.2.PhD/T1334**

The dissertation carried out at Namangan institute of engineering and technology.

The abstract of dissertations is posted three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the website of Scientific Council at the address [www.nammti.uz](http://www.nammti.uz) and at the website of Ziyonet information and educational portal [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

**Scientific director:**

**Obidov Avazbek**

doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Jumaniyazov Kadam**

doctor of technical science, professor

**Rosulov Ruzimurod**

Candidate of technical science, docent

**Leading organization:**

**Andijan Machine-Building institute**

The defense of the dissertation will be held at 11<sup>00</sup> on «17» December 2022 year at the scientific council meeting No. PhD.03/30.12.2019.T.66.01 at the Namangan institute of engineering and technology (at the address: 160100. Namangan city, Kasansay Str. 7, administrative building, small conference hall, tel: (+99869) 228-76-68, 225-10-07, a fax: (+99869) 228-76-75, e-mail: niei\_nfo@edi.uz).

The dissertation is available at the Information-resource center of the Namangan institute of engineering and technology (registration number 202).

Address: 160100. Namangan city, Kasansay Str. 7 tel: (+99869) 228-76-68; Fax: (+99869)228-76-68, e-mail: niei\_nfo@edi.uz).

The abstract from the thesis is distributed «06» December, 2022 year  
(Mailing protocol № 92 on «06» December, 2022 year)



*Handwritten signature of R. Muradov*

**R.Muradov**

Chairman of the Scientific Council on award of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

*Handwritten signature of H. Bobojanov*

**H.Bobojanov**

Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical science, professor

*Handwritten signature of K. Khalikov*

**K.Khalikov**

Chairman of the academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** is to study the dynamics of the reel for false twisting in rotor spinning, the development of new design solutions for the forming-twisting device and their introduction into production.

### **Research Objectives:**

Analysis of studies to improve the structural elements of rotor spinning machines;

Study of theoretical problems of the technological process of yarn formation, which determines its structure in the pneumomechanical spinning method;

Finding ways to reduce the twist coefficient in the process of rotor spinning;

Investigation of the issues of the dynamics of the forming-twisting device when receiving a false twist;

Finding new design solutions for the reel for false twist and their introduction into production;

Research on the experimental stand of the obtained solutions, optimization of the design parameters of the forming-twisting device and the twisting body;

To give proposals for the development of rotor spinning machines, which make it possible to significantly reduce energy consumption.

**The subject of study.** The process of yarn forming in the forming-twisting device, the process of the new improved reel for false twist, the calculation of the process of uniform distribution of the twist of the yarn.

### **Scientific novelty of the research:**

a new automated twisting device of the yarn forming and twisting device of a pneumomechanical spinning machine was developed and the spinning process was improved based on the law of motion of the yarn obtained in it;

mathematical models of the dynamics of the process of uniform winding during operation and stop of the machine were built by installing a new automated twisting device for forming yarn in unstabilized operating modes of pneumomechanical spinning;

taking into account the fact that the cross section of the working body of the twisting device is made in the form of an Archimedean spiral, the trajectory of the formation of the thread in the automated twisting device of a new design is determined;

based on the results of multifactorial experimental design, alternative values for the parameters of the angle of torsion, speed of rotation and alternative values for the distance of an automated twisting device in pneumatic spinning machines were determined.

**Implementation of the research results.** Based on the research results obtained to improve the design of the forming-twisting device:

at the textile enterprise AHSIN LLC, which is part of the Uztokimachilikanoat association (certificate No. 03/25-2924 of the Uztokimachilikanoat association of the Republic of Uzbekistan dated October 17, 2022); As a result of the installation of an automated twisting device on the rotor spinning machine, the quality of the yarn

coming out of the spinning chamber is improved by 10.4%, productivity is increased by increasing the speed of yarn exit by 12.5%.

**Structure and volume of the work:** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. The volume of the thesis consists of 116 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Бобоев У.А., Абдувохидов М., Мурадов А.А., Сайидмуродов М.М. Пневмомеханик йигиришда сохта эшиш жараёни динамикасининг тадқиқи // Фан ва технологиялар тараққиёти илмий техника журнали. –Бухоро, 2020. -№ 7. –Б. 242-245.. (05.00.00; №24)
2. Бобоев У.А., Мелибоев У., Қорабаев Ш., Рахимбердиев Д., Investigation of Optimization of The Speed of The Working Parts of a Rotor Spinning Machine // International Journal of Future Generation Communication and Networking Vol. 13, No. 4, (2020), pp. 964 – 975 (Web of Science (1))
3. Бобоев У.А., Сайидмуродов М. М., Абдувохидов М. Анализ проблем пневмомеханического способа прядения и направления дальнейшего его развития. Журнал «Universum: технические науки», - Москва, 2021. - № 3 (84). – С. 46-49 (02.00.00; №01)
4. Бобоев У.А., Сайидмуродов М.М., Бурханов А. Исследование динамики процесса кручения в пневмомеханическом прядении при наличии двойного ложного кручения «Universum: технические науки». Москва 12.01.2022. 37-40 (02.00.00; №01)
5. Бобоев У.А., Сайидмуродов М.М., Барқарорлашмаган иш режимида сохта бурам бериш жараёнини динамикаси тадқиқи Машинасозлик илмий-техника журнали Андижон Машинасозлик институти №1 2022 58-65 (05.00.00; №8)
6. Бобоев У.А., Сайидмуродов М.М., Абдуллажонов Н. О некоторых вопросах динамики тангенциального привода для крутильного органа пневмомеханической прядильной машины. Журнал «Экономика и социум».- 2022.- №10 (101) (Global Impact Factor (6)).
7. Бобоев У.А., Сайидмуродов М.М., Абдуллажонов Н. Исследование динамики процесса кручения пряжи в пневмомеханическом прядении при использовании неподвижного вьюрка ложного кручения. Журнал «Экономика и социум».-2022.- №10(101) (Global Impact Factor (6)).
8. Бобоев У.А., Обидов А. А., Сайидмуродов М.М., “Пневмомеханик ип йигиришда ип таранглигини тадқиқ этиш” Фарғона Политехника илмий-техника журнали 2022.Т.26. I-махсус сон 175-178 б. (05.00.00; №20)
9. Бобоев У.А., Обидов А.А., Сайидмуродов М.М. “Пневмомеханик йигиришда шакиллантириш-пишитиш курилмасининг математик моделларини куриш” Фарғона Политехника илмий-техника журнали 2022.Т.26. I-махсус сон 179-182 б. (05.00.00; №20)

**II бўлим (II часть; II part)**

10. Бобоев У.А., Обидов А.А. “Ипга бурам бериш курилмаси сиртида сирпанаётган ипнинг таранглигини аниқлаш масаласи” Тўқимачилик ва енгил

саноати машиналарини лойиҳалаш ва такомиллаштиришда инновацион ёндашувлар” Республика илмий-амалий анжумани НамМТИ 26.03.2021 161-163 б.

11. Бобоев У.А., Бурханов А. “Йигириш технологиясида сохта эшиш усули” Тўқимачилик ва енгил саноати машиналарини лойиҳалаш ва такомиллаштиришда инновацион ёндашувлар” Республика илмий-амалий анжумани НамМТИ 26.03.2021 163-165 б.

12. Бобоев У.А., Сайидмуродов М.М., Иброхимов Х. Проблемы дальнейшего увеличения скорости формирования пряжи пневмомеханического способа прядения // The VIII International science conference «Theoretical foundations of modern science and practice», Лиссабон, 2021, 257-260 б.

13. Бобоев У.А., Абдувахидов М. Исследование возможностей снижения энергоёмкости машин пневмомеханического прядения // “Пахта, тўқимачилик ва енгил саноат маҳсулотлари сифатини тامينлашнинг замонавий концепсиялари” мавзусида ўтказилган халқаро илмий-амалий конференция НамМТИ I - тўплам -23.04.2021 301-303

14. Бобоев У.А., Абдувахидов М., Тўқимачилик корхоналарида қўлланилаётган пневмомеханик йигириш машиналари конструктив-технологик хусусиятлари // “Пахта, тўқимачилик ва енгил саноат маҳсулотлари сифатини тامينлашнинг замонавий концепсиялари” мавзусида ўтказилган халқаро илмий-амалий конференция НамМТИ I - тўплам -23.04.2021 329-331

15. Бобоев У.А., Такومиллашган бурам бериш қурилмасининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш // globallashuv sharoitida tadbirkorlik va kichik biznesni rivojlantirishning dolzarb masalalari nammti xalqaro miqiyosidagi ilmiy-amaliy anjuman 2022.15-16-апрел 3-ТОМ 226-229.

16. Бобоев У.А., Сайидмуродов М.М., Сохта бурам бериш қурилмаси сиртида сирпанаётган ипнинг таранглигини аниқлаш // “пахта-тўқимачилик кластерларида хомашёни чуқур қайта ишлаш асосида маҳсулот ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишнинг иқтисодий инновацион-технологик маълумотлари ва халқаро тажриба” мавзусидаги халқаро анжуман маърузалар тўплами 2022 1-ТОМ. 27-28 май

17. Бобоев У., Сайидмуродов М.М. II-участкадаги иккита сохта эшимли ип эшиш жараёни динамикаси // ЭХМ учун дастур. ИМА нинг DGU 08851 рақамли муаллифлик гувоҳномаси, 24.08.2020 й







Автореферат «Наманган муҳандислик-технология институти илмий – техника журнали» тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги мантлари мослиги текширилди (06.12.2022й)

Босишга рухсат этилди 06.12.2022й.  
Бичими 60×841/16, “Times New Roman”  
Гарнитурада рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи 4. Адади: 80. Буюртма: № 620  
НамМТИ босмаҳонасида чоп этилди  
Наманган шаҳри, Косонсой кўча, 7-уй