

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

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

УСМОНОВ ШУХРАТЖОН КАМОЛЖОНОВИЧ

**АРРАЛИ ЖИННИНГ ИШЧИ КАМЕРАСИ КЎТАРИШ-ТУШИРИШ
ҚУРИЛМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ
АСОСЛАШ**

05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехника тизимлари

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

Наманган – 2022

УЎК: 677.051.152.6.001.76

**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**

Усмонов Шухратжон Камолжонович

Аррали жиннинг ишчи камераси кўтариш-тушириш қурилмасини
такомиллаштириш ва параметрларини асослаш.....3

Усмонов Шухратжон Камолжонович

Совершенствование и обоснование параметров устройства подъёма-
опускания рабочей камеры пыльного джина.....23

Usmonov Shuxratjon Kamoljonovich

Improvement and substantiation of the parameters of the lifting and lowering
device the roll box of the saw gin43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....46

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

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

УСМОНОВ ШУХРАТЖОН КАМОЛЖОНОВИЧ

**АРРАЛИ ЖИННИНГ ИШЧИ КАМЕРАСИ КЎТАРИШ-ТУШИРИШ
МЕХАНИЗМИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ
АСОСЛАШ**

05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехника тизимлари

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

Наманган – 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (Doctor of Philosophy) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2022.1.PhD/T1140 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳамда 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) ва Ziyonet Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Эргашев Жамолiddин Саматович
техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Ахмедходжаев Хамит Турсунович
техника фанлари доктори, профессор

Хакимов Шерқул Шерғозиевич
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.T.66.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил 9 апрел соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 160115, Наманган шаҳри, Косонсой кўчаси, 7-уй. Тел.: (69) 225-10-07, факс: (69) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz, Наманган муҳандислик-технология институти маъмурий биноси, 1-қават, кичик мажлислар зали).

Диссертация иши билан Наманган муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (455-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси, 7-уй. Тел.: (69) 225-10-07))

Диссертация автореферати 2022 йил 25 март куни тарқатилди.
(2022 йил 25 мартдаги 69-рақамли реестр баённомаси).

Р.М.Мурадов

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

Х.Т.Бобожанов

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

Қ.Холиқов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё амалиёти шуни кўрсатадики, тўқимачилик, тикув, пойабзал саноати (ТСФ) моҳиятан капитал айланмалар юқори бўлган соҳалар қаторига киради. Сўнгги йилларда дунё миқёсида йилига 25-26 млн. тонна пахта хомашёси етиштирилмоқда¹. Ер юзи аҳолисининг сони ортиб бориши билан инсониятнинг асосий табиий эҳтиёжи бўлган кийим-кечакка, шунга мувофиқ пахта хомашёсига бўлган талаб ҳам ошиб бормоқда. Бу тенденция ўз навбатида пахтани дастлабки ишлаш жараёнини сифатли амалга оширадиган юқори иш унумига эга машиналарни амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан пахтани дастлабки ишлаш машиналарининг иш сифати юқори ҳамда энергия-ресурстежамкор техника воситалари ва қурилмаларидан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда пахта маҳсулотларига бўлган талаб 2019-2024 йиллар оралиғида ўртача 3,1% дан ортиб бориши кутилмоқда². Шунинг билан биргаликда охириги йигирма йилликда ишлаб чиқариш қувватлари (шу жумладан тўқимачилик корхоналари) АҚШ ва Европадан Осиё ва Жанубий Америка мамлакатларига кўчиб ўтиш тенденцияси кузатилмоқда³. Шунинг баробарида пахтани дастлабки ишлаш машиналарини ресурстежамкор технологиялар билан бойитиш, жараённи бошқариш, машинани автоматлаштириш, энергия тежамкор механизмлар ва техника воситаларининг янги илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, пахтани дастлабки ишлаш машиналари ичида асосий жараён бўлган жинлаш босқичида қўлланилувчи машинанинг юқори иш сифатини таъминлаш, бошқариш имкониятларини яхшилаш, энергия-ресурстежамкор механизмлар билан бойитиш ҳамда унинг параметрлари ва иш режимларини асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Мамлакатимизда пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришни янада ривожлантириш учун соҳада фаолият юритишнинг янги тизими – кластер усули жорий этилди. Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришни модернизациялаш, юқори унумли инновацион технологияларни жорий этиш, пахта тозалаш корхоналарини модернизация қилиш ва янги қувватларни ишга тушириш, ип-йигирув, матони тўқиш ва бўяш, тикувчилик маҳсулотларини ишлаб чиқариш, чигитни қайта ишлаш, тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмини кескин ошириш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, «... миллий иқтисодийнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иқтисодийда энергия ва ресурслар сарфини камайитириш, ишлаб чиқаришга

¹ <https://www.statista.com/statistics/259489/worldwide-production-of-cottonseed/>

² <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/cotton-market>

³ <https://www.abacademies.org/articles/the-kazakh-cotton-industry-and-international-competitive-advantage-7247.html>

энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш»⁴ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларини амалга оширишда, жумладан, пахтани дастлабки корхоналарида толани чигитдан ажратиш жараёнини сифатли амалга оширадиган, техник ва технологик жиҳатдан модернизациялашган машиналарни яратиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Ўрта толали пахтани дастлабки ишлаш корхоналарида асосий машина аррали жин бўлиб, унинг вазифаси пахтанинг табиий хусусиятларини сақлаган ҳолда толани чигитдан ажратишдир. Чиқаётган маҳсулот сифати, иш унуми кўп жиҳатдан жиннинг ишлаш жараёнига боғлиқ. Тўқимачилик ва енгил саноат корхоналарида қўлланилаётган машиналар ичида пахтани дастлабки ишлаш машиналари ахборот технологиялари, янги илм-фан ютуқлари, замонавий механизмлар қўллаш соҳасида орқада қолаётгани ушбу соҳада фаолият юритаётган мутахассисларга янада катта масъулият юклайди. Пахтани аррали жинлаш соҳасида эришилган кўпгина ютуқларга қарамай жараёни бошқариш, машинани автоматлаштириш, энергия тежамкор механизмлар билан такомиллаштириш, унда ишлаётган оператор иш шароитини яхшилаш бугунги кун тартибидаги долзарб масалалардир.

Ушбу диссертация тадқиқоти 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш» вазифаларини, Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини ислоҳ қилишни янада чуқурлаштириш ва унинг экспорт салоҳиятини кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги 2019 йил 14 февралдаги ПҚ-4186 сонли қарори, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг “Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги 2020 йил 22 июндаги 397-сонли қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Пахтани аррали жинлаш техника ва технологияларини такомиллаштириш бўйича хорижда S.E.Hughs, O.K.Boykin, K.Tompson, M.K.Sharma, P.Kumar ва бошқалар томонидан илмий изланишлар олиб борилган.

Ҳозирги пайтда аррали жинлаш жараёнидаги асосий муаммоларга юқори қувват сарфи, замонавий механизмлар билан бойитилмаганлиги, жараёни бошқариш имкониятлари пастлиги киради. Ушбу муаммолар ечимини излаш

⁴ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони

бўйича олиб борилган изланишлар Р.В.Корабельников, Р.Г.Маҳкамов, Э.Т.Максудов, Б.М.Мардонов, Н.З.Камалов, Д.М.Мухаммадиев, Х.Ахмадходжаев, Р.Мурадов, Ж.Эргашев, М.Тиллаев ва бошқаларнинг ишларида ўз аксини топган.

Кузатишлар шуни кўрсатдики, маҳаллий пахта тозалаш корхоналарида фойдаланилаётган пахтани жинлаш машиналари замонавий механизмларни қўллаш, жараёни автоматлаштириш ва бошқариш борасида тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация Наманган муҳандислик-технология институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №ИОТ-2016-2-9 «Жин машинасида хомашё валиги зичлигини ростловчи ва электр энергия тежовчи мосламаларни ишлаб чиқаришга жорий этиш» мавзуси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади аррали жиннинг ишчи камерасини кўтариш-тушириш қурилмасини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш орқали машинанинг ишлаш самарадорлигини ошириш, унда ишлаётган оператор иш шароитини яхшилашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

ишчи камерани мавжуд кўтариш-тушириш механизмлари таҳлили асосида механизмни такомиллаштиришнинг мақбул вариантини яратиш;

тажрибавий ва назарий изланишлар орқали ишчи камерани кўтариш-тушириш учун талаб қилинадиган кучларни аниқлаш;

аррали цилиндр электрюриткичидаги юкланиш токи орқали ишчи камера ҳолатини бошқариш жараёнини тадқиқ қилиш;

ишчи камерани автоматик ростланувчи кўтариш-тушириш механизминини ишлаб чиқариш синовларидан ўтказиш ва ишлаб чиқаришда қўллаш учун тавсиялар бериш.

Тадқиқот объекти сифатида такомиллаштирилган аррали жин ишчи камераси кўтариш-тушириш механизми, ишчи органлари, механизмнинг тавсия этилган параметрли кўтариш-тушириш технологик жараёни олинган.

Тадқиқот предмети аррали жин ишчи камерасини кўтариш-тушириш механизми ҳисобий ўлчамлари, конструктив параметрлари, камерани кўтариш-туширишда талаб қилинадиган кучни аниқлаш, жараёни автоматлаштириш учун юкланишга боғлиқ равишда ишга тушириш қурилмаси ва методлари ҳисобланади.

Тадқиқот усуллари. Тажрибавий ва назарий тадқиқотлар физик-математик моделларга, уларнинг таҳлили эса назарий механика, машина-механизмлар назарияси, термодинамика, автоматиканинг умумий қонуниятларига асосланган. Ишчи органлар параметрларини аниқлаш учун машиналар динамикаси ва математик статистиканинг замонавий усулларидан фойдаланилган. Тадқиқот жараёнида амалий жараёнларни статик ва динамик моделлаштириш, тўлиқ омилли тажрибалар, кузатиш, ўлчаш, солиштириш ва мақсадли электрон дастурлар воситасида ҳисоблаш усуллари қўлланган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

аррали жиннинг ишчи камерасини кўтариш-тушириш жараёнида видеотасвирларни дастурлаш воситаларида қайта ишлаш орқали унинг ҳаракат тенгламасини келтириб чиқариш учун стенд ва тажриба усули ишлаб чиқилган;

аррали жин ишчи камерасини кўтариш учун етарли бўладиган кучнинг ўзгариш динамикасини аниқлаш учун Лагранжнинг II-тур тенгламасини қўллаш орқали ишчи камерани кўтариш жараёни ҳаракат қонунияти аниқланган;

тўлиқ омилли тажрибалар асосида аррали жин ишчи камерасини кўтариш учун етарли бўладиган куч (1,5 kN) ни ҳосил қилиш учун пневмоцилиндр диаметри ва ундаги сиқилган ҳаво босимининг мос қийматлари ($d=60$ mm бўлганда $p=0,41$ МПа; $d=80$ mm бўлганда $p=0,31$ МПа; $d=100$ mm бўлганда $p=0,25$ МПа) аниқланган;

хомашё валиги зичлигини оптимал оралиғи (I-нав пахтани ишлашда $320-325$ kg/m³, III-нав пахтани ишлашда $290-295$ kg/m³) дан ортиб кетишини олдини олиш мақсадида ишчи органлар иш муддатини узайтиришга имкон берувчи аррали цилиндри электрюриткичидаги юкланишга боғлиқ равишда бошқарилувчи пневматик юритмани қўллашга асосланган кўтариш-тушириш қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

электр энергия сарфи кам бўлган, автоматик ростланувчи, такомиллаштирилган ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмаси ишлаб чиқилган;

тўлиқ омилли тажрибалар асосида ишчи камерани кўтариш-тушириш учун қўлланиладиган пневмоцилиндр параметрлари аниқланган;

пневматик юритмани қўллаш натижасида ишчи камерани кўтариш механизмининг электр энергия сарфи 3 марта камайган, ишчи камеранинг тикилиш эҳтимоли пасайган;

пневмоцилиндр таъсир кучини аниқлаш учун тажриба қурилмаси яратилган;

аррали цилиндр электрюриткичидаги юкланиш токига боғлиқ равишда автоматик бошқарилувчи ишчи камера кўтариш-тушириш қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий ҳамда тажрибавий изланиш натижаларининг бир-бирига ўзаро мувофиқлиги, ишчи камерани такомиллаштирилган кўтариш-тушириш қурилмасининг ишлаб чиқариш синовларининг ижобий натижалари, шу билан бир қаторда натижаларни қиёслаш, уларнинг адекватлиги, соҳадаги умумий қонуниятларга мослиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий-амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти аррали жин ишчи камерасини кўтариш-тушириш жараёнида ҳаракат қонунлари, энергетик баланс тенгламалари аниқланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти энергиятежамкор, автоматлаштирилган ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмаси яратилганлиги ва тавсия параметрлари аниқланганлиги ҳамда ишлаб чиқариш жараёнига қўлланилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Аррали жин ишчи камерасини кўтариш-тушириш механизмини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

Янги ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмаси Наманган вилоятида жойлашган “Тўрақўрғон пахта тозалаш” АЖ ҳамда “Косонсой пахта тозалаш” АЖ да жорий этилган (“Ўзбекистон пахта-тўқимачилик кластерлар уюшмаси” нинг 2021 йил 28 июлдаги 03/22-151-сон маълумотномаси). Натижада жинлаш жараёнини автоматлаштириш орқали жин машинасининг муқобил ишлашига олиб келувчи, энергия сарфини 3 марта камайтирувчи кўтариш-тушириш қурилмасини яратишга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 12 та илмий-техник конференцияларда, шу жумладан 7 та ҳалқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжумаларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация иши мавзуси бўйича 6 та илмий мақола чоп қилинган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертацияси асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий журналларда 5 та мақола, улардан 1 таси хорижий журналда чоп қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 117 бетни ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологияларини ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Аррали жин конструкцияларини такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар таҳлили**» деб номланган биринчи бобида мамлакатимиз ва хорижий давлатларда қўлланилаётган аррали жин конструкциялари таҳлил қилинган. Аррали жин машиналарини такомиллаштириш борасида олиб борилаётган илмий-техник изланишлар билан бирга ўз ечимини кутиб турган бир қанча масалалар қаторига ишчи камерани кўтариш-тушириш механизмини ҳам киритиш мумкин.

Ишчи камерани кўтариш-тушириш жинлаш жараёнининг ажралмас қисми бўлиб, ДП маркали жинлардан бошлаб ишчи камерани кўтариш-

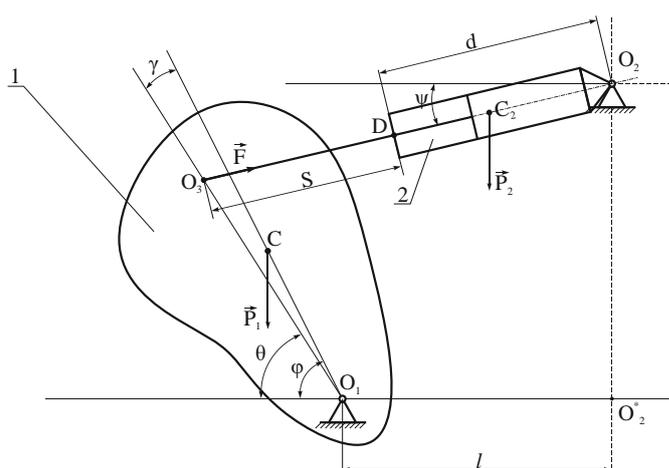
тушириш механизми лойиҳалана бошланган. Лекин энергия сарфи, эксплуатацион харажатларнинг юқорилиги, қўллаш доирасининг торлиги туфайли кўтариш-тушириш механизмлари ҳозирда аксарият ишлаб чиқариш корхоналарида қўлланилмаяпти. Кўпгина корхоналарда эса ишчи камерани кўтариш-тушириш оператор томонидан ричагли механизм ёрдамида бажарилмоқда. Шу билан бирга, ишчи камерани кўтариш-тушириш жараёни кинематикаси, динамикаси илмий асослари ўрганилмаган. Замон талабларига жавоб берадиган кўтариш-тушириш механизми эса соҳа мутахассисларининг эътиборидан четда қолиб кетган. Мазкур масалаларни ечиш орқали машинанинг ишлаш самарадорлигини ошириш, унда ишлаётган оператор иш шароитини яхшилаш, машинани автоматлаштириш имкониятларини кенгайтириш мумкин.

Ишчи камерани кўтариш-тушириш учун ҳозирда саноатнинг кўпгина соҳаларида кенг қўлланилаётган актуаторларнинг қиёсий таҳлили ўтказилди ҳамда пневматик актуаторни қўллашнинг афзаллиги аниқланди. Ишчи камерани кўтариш-тушириш учун таклиф этилаётган пневмотизим элементлари таҳлил қилинган.

Аррали жинлаш борасида олиб борилган тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатдики, эксплуатацион харажатларнинг юқорилиги, қўллаш доирасининг торлиги туфайли ишчи камерани кўтариш-тушириш механизмлари ҳозирда аксарият ишлаб чиқариш корхоналарида қўлланилмаяпти. Ишчи камерани кўтариш-тушириш эса оператор томонидан ричагли механизм ёрдамида бажарилмоқда. Шу билан бирга, ишчи камерани кўтариш-тушириш жараёни кинематикаси, динамикаси илмий асослари ўрганилмаган.

Таҳлил натижаларидан келиб чиқиб ишнинг мақсади ва вазифалари белгиланган.

Диссертациянинг «Ишчи камера кўтариш-тушириш механизми параметрларини назарий тадқиқотлари» деб номланган



1-ишчи камера, 2-пневмоцилиндр
1-расм. Ишчи камерани кўтариш схемаси

иккинчи бобида аррали жин ишчи камерасини пневмоцилиндр ёрдамида кўтаришда ишчи камеранинг ҳаракат тенгламаси келтириб чиқилган.

Пневмоцилиндр 2 бир цикл учун ишчи камера 1 ни $\Delta\varphi$ бурчакка буради ва ишчи ҳолатда тутиб туради (1-расм).

Системага қўйилган боғланишлар геометрик боғланишлардан иборат

бўлгани учун ушбу системага Лагранжнинг иккинчи тур тенгламаси ўринли.

Назарий изланишлар орқали ишчи камерани пневмоцилиндр орқали кўтаришда ундан талаб қилинадиган кучни аниқлаш учун Лагранжнинг

иккинчи тур тенгламасидан фойдаланган ҳолда ишчи камеранинг ҳаракат тенгламаси келтириб чиқарилган:

$$I(\varphi)\varepsilon + \frac{1}{2} \frac{\partial T}{\partial \varphi} \cdot \omega^2 = -P_1 a \cos \varphi - \frac{d}{2} P_2 B_1 + F \frac{\partial D}{\partial \varphi} \quad (1)$$

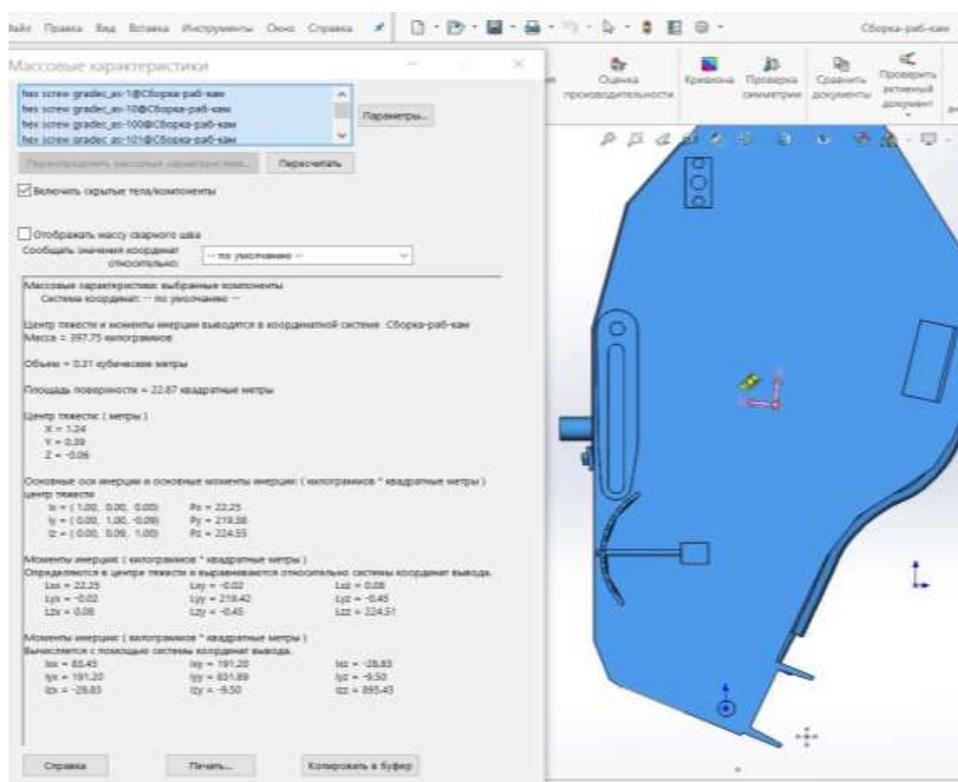
бунда $I(\varphi)$ – системанинг келтирилган инерция моменти, T – системанинг кинетик энергияси, φ – ишчи камеранинг буралиш бурчаги (умумлашган координата), ε – ишчи камеранинг бурчак тезланиши, ω – ишчи камеранинг бурчак тезлиги, P_1 – ишчи камеранинг оғирлик кучи, d – пневмоцилиндр корпуси узунлиги, P_2 – пневмоцилиндр корпусининг оғирлик кучи, F – пневмоцилиндрдаги ҳаво босимидан ҳосил бўладиган ҳаракатлантиручи куч, D – пневмоцилиндр штогининг сурилиши ўзгаришининг φ га боғлиқ ҳолда ўзгариш қонунияти.

Механизмнинг кинематик схемаси (1-расм) ва ўлчамларини билган ҳолда пневмоцилиндрнинг таъсир кучининг ўзгариш қонуниятини аниқлаймиз: $a = 0,438 \text{ m}$, $b = 0,8 \text{ m}$, $l = 0,39 \text{ m}$, $d = 0,439 \text{ m}$, $\delta = 0,93 \text{ m}$,

Звеноларнинг массалари ва буралиш бурчаги:

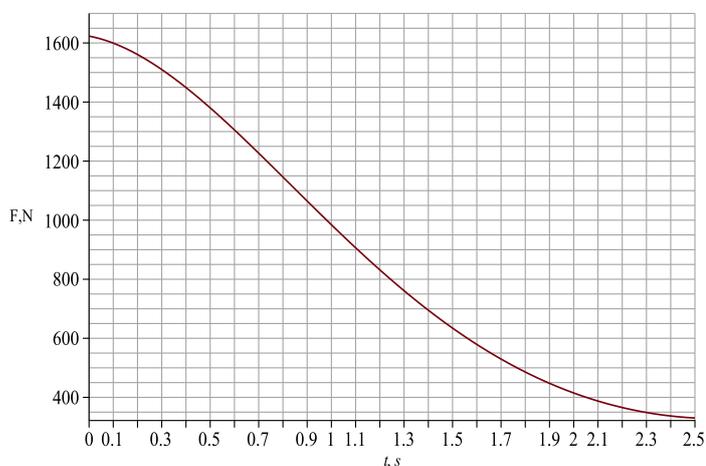
$$m_1 = 400 \text{ kg}, m_2 = 6 \text{ kg}, m_3 = 3 \text{ kg}, \omega_{10} = 0, 72,74^\circ \leq \varphi \leq 87,1^\circ, \gamma = 7,28^\circ.$$

Ишчи камеранинг ўлчамлари ва звеноларнинг инерция моментларини аниқлаш учун 4ДП-130 аррали жини ишчи камераси реал ўлчамда SolidWorks 2016 дастурий пакетида лойиҳаланди ва геометрик ўлчамлар, массавий характеристикалар “Анализировать” тизимости иловаси орқали олинди (2-расм).



2-расм. 4ДП-130 аррали жин ишчи камерасининг SolidWorks дастурий пакетидаги лойиҳаси

4ДП-130 аррали жин ишчи камерасининг SolidWorks дастурий пакетидаги лойихалаш орқали олинган маълумотларни ва иш камеранинг кўтарилишдаги ҳаракат қонуниятини Maple дастурий пакетига киритиб кучнинг ўзгариш қонуниятини аниқлаймиз (3-расм).



3-расм. Ишчи камерани кўтаришда кучнинг ўзгариш графиги

Графикдан кўринадигани турибдики кучнинг максимал қиймати ҳаракатнинг бошига тўғри келади ва вақт ўтиши билан камайиб боради. Ҳаракат бошида унинг қиймати 1600 N га тўғри келади. Ҳаракат охирида эса кучнинг қиймати нолга яқинлашади. Буни биринчи томондан ҳаракат охирида камеранинг тўхташи

билан, иккинчи томондан эса қаршилик кучининг асосий қисмини ташкил этувчи ишчи камера оғирлик марказининг вертикалга яқинлашиши билан изоҳлаш мумкин.

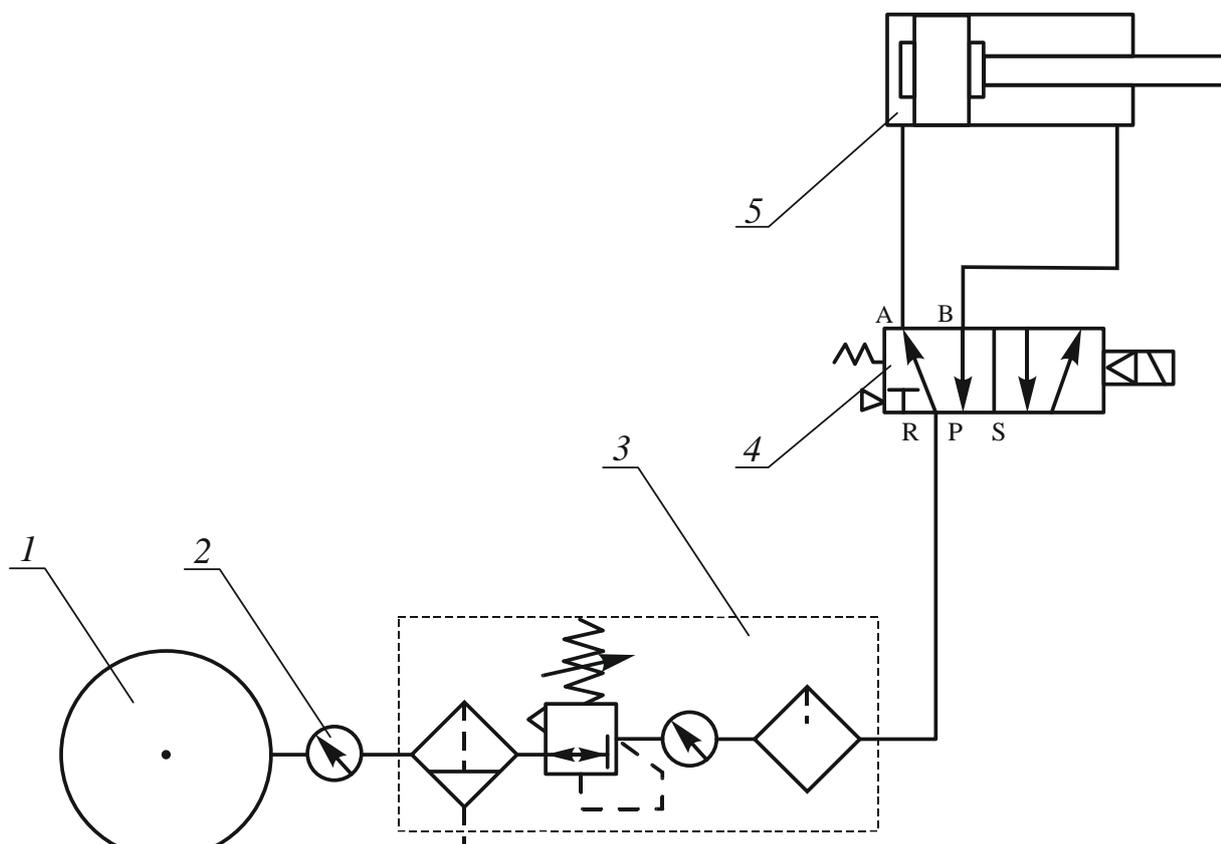
Ишчи камерани кўтариш-тушириш учун пневмотизим юритмасининг структурасини танланди. Бунда шток тезлигини назорат қилиш усули, тормозлаш, чиқувчи звенонинг жойлашуви, ҳавони йўналтириш ва бошқарув аппарати параметрлари аниқланди (4-расм).

Пневмотизимнинг конструктив параметрларини аниқлаш учун пневмотизим кучга ҳисобланди. Дастлабки маълумотлар сифатида пневмотизимнинг принципиал схемаси (4-расм), чиқувчи звенонинг ишчи юриши (шток узунлиги) S , ҳаракатнинг ўртача тезлиги v_y , технологик юкланиш P , ҳаракатланувчи деталларнинг келтирилган массалари m , сиқилган ҳавонинг номинал босими p_n лар олинган.

Поршенга тушадиган тўлиқ юкланиш технологик юкланиш, зичлагичлар ҳисобига ҳосил бўлувчи ишқаланиш кучлари, пневмоцилиндрнинг иккинчи томонидаги ҳавонинг босимидан ҳосил бўладиган қаршилик кучларининг йиғиндисидан иборат:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1241 + 490 + 144 = 1875 \text{ N} \quad (2)$$

Юритманинг ишга тушиш вақтини ҳисоблаш учун пневмомоторнинг ишчи ва чиқиш юзаларидаги босим ўзгариши ва штокнинг унга боғланган масса билан ҳаракат тенгламасини ифодаловчи дифференциал тенгламаларни биргаликда ечиш талаб қилинади.



1 – компрессор, 2 – манометр, 3 – ҳавони филтрлаш блоки,
4 – электромагнитли ҳаво тақсимлагич, 5 – пневмоцилиндр

**4-расм. Ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмаси учун пневмотизимнинг
принципиал схемаси**

Юритманинг ишга тушиши учун кетадиган умумий вақтни ҳисоблаймиз:

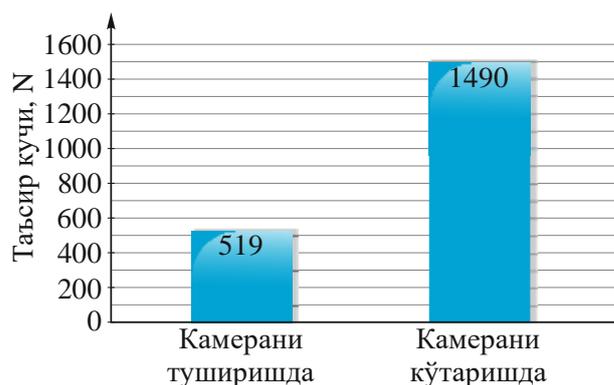
$$T_m = t_1 + t_2 + T_1^D + T_2^D + t_3 = 0,04 + 0,011 + 0,45 + 0,46 = 0,961 \text{ s} \quad (3)$$

бунда t_1 – ҳаво тақсимлагич золотнигининг ишга тушиши вақти, t_2 – ҳаво босими тўлқинининг пневмотақсимлагич клапанидан поршенгача етиб бориш вақти, T_2^D – поршеннинг ҳақиқий иш вақти, t_3 – ҳаво чиқиш вақти.

Шундай қилиб, поршенга тушадиган тўлиқ юкланиш $P = 1875 \text{ N}$, сурилиш узунлиги $S = 0,2 \text{ s}$, поршеннинг ўртача тезлиги $v_y = 0,1 \text{ m/s}$ бўлганда босим тўлқинининг тарқалиши ва ишчи босимнинг ўзгариши учун кетадиган вақт – $T_m = 0,961 \text{ s}$ бўлади.

Диссертациянинг «**Ишчи камерани кўтариш-тушириш механизмнинг кинематик ва динамик параметрларининг тажрибавий тадқиқотлари**» деб номланган учинчи бобида аррали жин ишчи камерасини суриш кучи тажриба орқали аниқланган. Тажрибалар “Косонсой пахта тозалаш” АЖда 4ДП-130 маркали аррали жиннинг нормал иш режимида ўтказилди. Синовлар I-нав 1-синф Андижон-35 селекцион навли намлиги – 9,5%, ифлослиги – 1,1% пахтани жинлаш вақтида ўтказилди ва ўлчаш ишлари серияли ишлаб чиқарилаётган ўлчов асбобларида бажарилди. Амалий тадқиқотлар натижасида камерани ишчи ҳолатга келтириш учун актуатордан 1490 N, ишчи ҳолатдан чиқариш учун эса 519 N куч талаб этилиши аниқланди. Шунингдек,

камерани ишчи ҳолатга келтириш учун керакли энергия ишчи ҳолатдан чиқаришга сарфланадиган энергиядан 3 баробарга ортиқ эканлиги аниқланди.

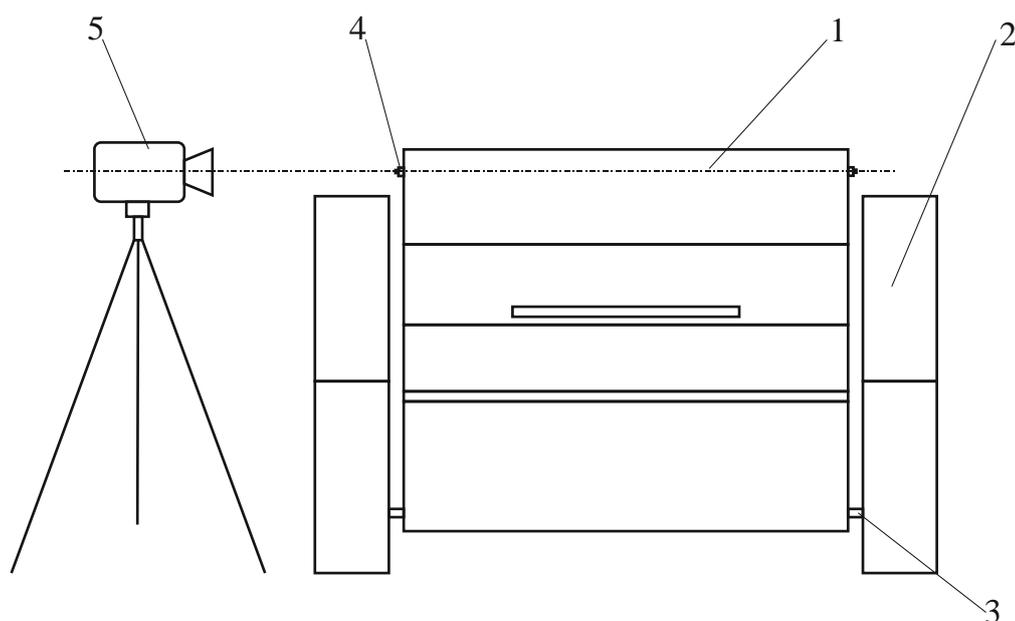


5-расм. Камерани кўтариш-туширишдаги кучларнинг максимал қийматлари (N)

Ишчи камерани кўтариш кучининг максимал қийматини (1490 N) назарий аниқланган кучнинг максимал қиймати (1600 N) билан солиштириш орқали изланиш натижалари бир-биридан 6% га фарқ қилишини кўришимиз мумкин. Яъни, тажрибавий ҳамда назарий тадқиқот натижалари бир-бирига мувофиқ.

Амалий тадқиқотлардан хулоса қилиш мумкинки, камерани ишчи ҳолатга кўтариш учун кўпроқ куч талаб қилинади. Ҳисоб ишларини пневмоцилиндрдан талаб қилинадиган кучнинг каттаси учун, яъни ишчи камерани кўтариш жараёни учун олиб борамиз. Чунки агар пневмоцилиндрнинг таъсир кучи ишчи камерани кўтариш учун етарли бўлса, табиийки ишчи камерани тушириш учун ҳам етарли бўлади. Шунинг билан бирга, ишчи камерани кўтаришда пневмоцилиндрнинг таъсир кучи кам бўлган шток томонидаги ишчи юзаси билан таъсир қилади. Яъни кўпроқ куч талаб қилинадиган цикл учун пневмоцилиндрнинг кам таъсир кучи ҳосил қиладиган томони ишлайди.

Маълумки, системанинг кинематикасини ўрганмай туриб унинг динамикаси масаласини ечиб бўлмайди. Пневмоцилиндрдан талаб қилинадиган кучнинг қийматини аниқлаш учун динамиканинг тўғри



1 – ишчи камера, 2 – машина корпуси, 3 – ишчи камера таянчи, 4 – пневмоцилиндрнинг ишчи камерага маҳкамланиш нуқтаси, 5 – видеокамера
6-расм. Ишчи камерани кўтариш-туширишни тасвирга олиш схемаси

масаласидан фойдаланамиз. Бунинг учун аввал ишчи камеранинг ҳаракат қонуниятини аниқлаш лозим бўлади.

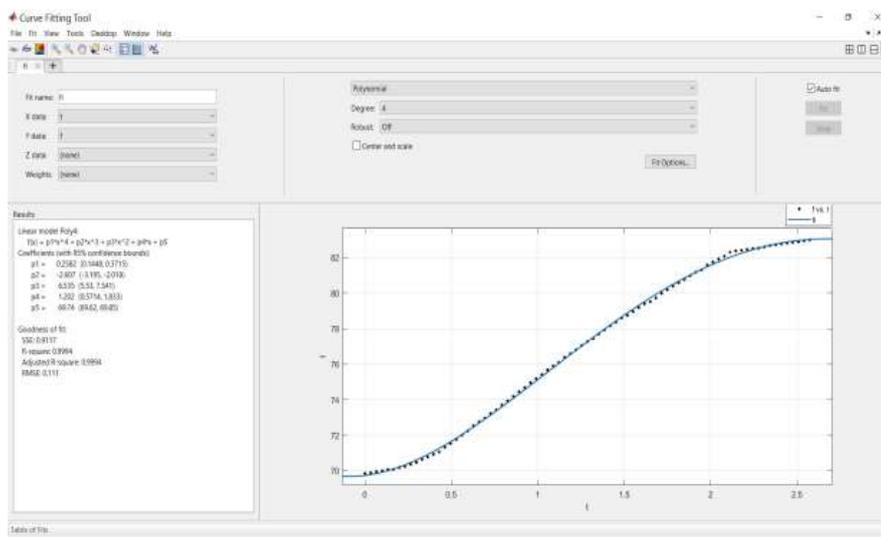
Қўйилган масалани амалга ошириш учун ишчи камерани кўтаришда ҳаракат тенгламасини аниқлаш алгоритми ва ишчи камера ҳаракатини тасвирга олиш учун стенд ишлаб чиқилди. Ишчи камера 1 ни кўтаришда унинг ҳаракат кинематикасини ўрганиш мақсадида жараён видеотасвирга олинди. Ишчи камера машина корпуси 2 га пастки томонида бир жуфт шарнир 3 орқали маҳкамланган. Кўтаришнинг бир цикли учун кузатиш фокусига пневмоцилиндрнинг ишчи камерага маҳкамланган нуқтаси олинди ва видеокамера 5 ушбу нуқта билан бир горизонтал текисликка ўрнатилди (6-расм). Пневмоцилиндрнинг ишчи камерага маҳкамланган нуқтасининг кўчиши тасвир ёрдамида кузатилди. 6-расмда аррали жин ишчи камераси кўтарилишини видеотасвирга олиш стенди тасвирланган. Унинг ёрдамида ишчи камеранинг кўтарилишида унинг ҳолати пневмоцилиндр штоги учудаги шарнир маркази 4 нинг кўчиши орқали кузатилди.

Юқори частотали (60 fps) кадрда суратга олиш ускунаси орқали олинган видеоматериал Adobe After Effects дастурида ишлов берилиб, ҳар бир кадр JPEG форматида экспорт қилинди.

Ишчи камера кўтарилишининг бир цикли учун ажратиб олинган вақт кетма-кетлигидаги кадрлар бир хил масштабда CorelDraw дастурида қайта ишланди. Бунда ҳар бир кадрда ишчи камера шарнири марказининг кўчишини ўлчаб, Microsoft Excel дастурига киритиб борилди. Олинган ўлчамлар орттирмасини вақт бўйича тақсимлаб унинг бурчак тезлиги аниқланди.

Тайёр жадвал кўринишидаги маълумот, ўлчаш ва қайта ишлашдаги хатоликларни бартараф этиш, натижани график кўринишда олиш мақсадида Matlab дастурлаш пакетининг Curve Fitting (cftool) тизимости иловасидан фойдаланилди. Ушбу илова берилган нуқталарга максимал яқинлашувчи математик функция ёки эгри чизик тузиш учун қўлланилади (smoothing).

Curve Fitting иловасидан олинган ишчи камера бурчак тезлиги графиги 7-расмда келтирилган. Натижада ишчи камерани кўтарилиш вақти ($t=2,57 s$) ва

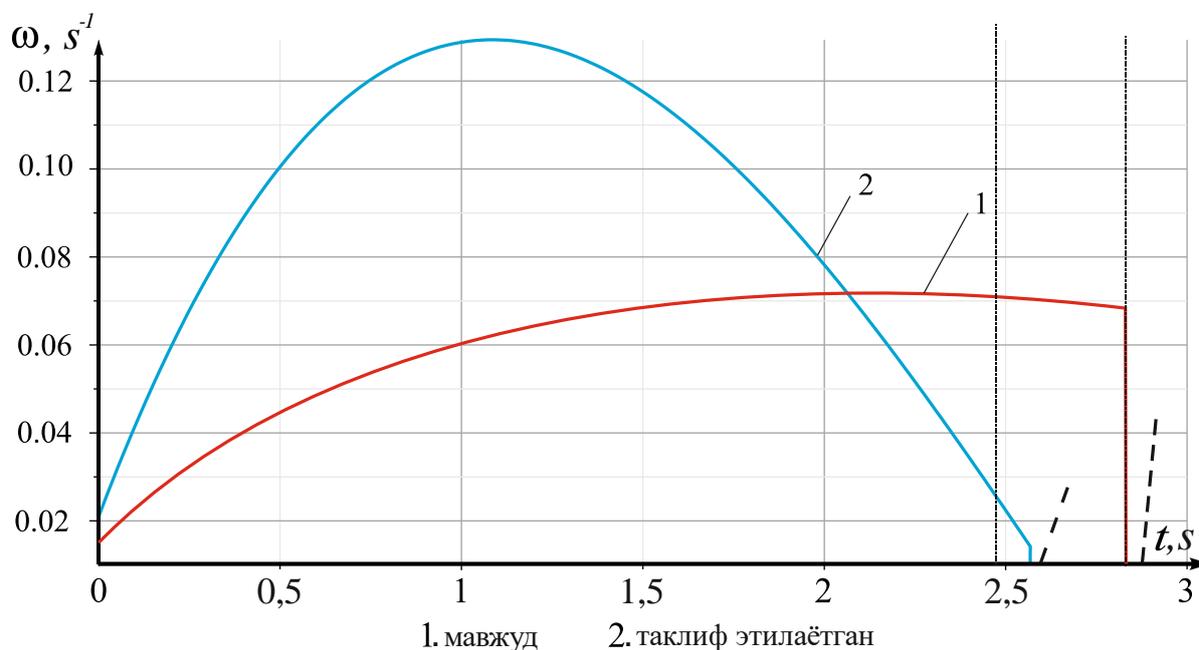


7-расм. Curve Fitting иловасида ишчи камера бурчак тезлигининг ўзгариш графигини тузиш

унинг ҳаракат тенгламаси ($\varphi(t) = 0,0043t^4 - 0,45t^3 + 0,113t^2 + 0,021t + 1,217$) аниқланди.

Кузатишлар натижасида ишчи камерани ричаг ёрдамида кўтаришда цикл охирида камеранинг зарб билан урилиши аниқланди. Бунинг натижасида хомашё валигининг арра тишларига санчилиб қолиб аррали цилиндр электромоторига юкланишнинг кескин ортиб кетишига ва унинг тўхтаб қолишига олиб келади. Албатта бу ҳолат ҳар сафар камера кўтарилганда эмас, вақти-вақти билан рўй бериб, эҳтимолий характерга эга. Шунга қарамай ишчи камеранинг зарб билан урилишини жиннинг иш жараёнига салбий таъсир қилувчи омил сифатида қарашимиз мумкин.

Юқоридаги методика бўйича ишчи камерани кўтаришда унинг бурчак тезлиги ўзгариш графиги қурилди ҳамда таклиф этилаётган кўтариш-тушириш қурилмасиники билан солиштирилди. Солиштириш натижалари 8-расмда келтирилган.



8-расм. Ишчи камерани ричаг ва пневмотизим орқали кўтаришда ишчи камера бурчак тезлигининг ўзгариш графиги

Тўлиқ омилли тажрибалар асосида пневмоцилиндрнинг таъсир кучини аниқлаш учун регрессия тенгламаси олинди.

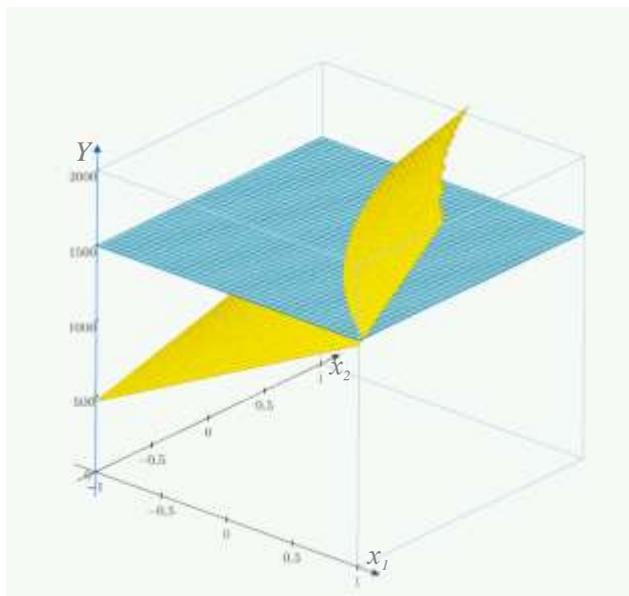
$$Y = 1454,6 + 753,5x_1 + 484,9x_2 + 251,6x_1x_2$$

бунда Y — пневмоцилиндрнинг таъсир кучи, x_1 — пневцилиндр диаметри, x_2 — пневмоцилиндрдаги ҳаво босими.

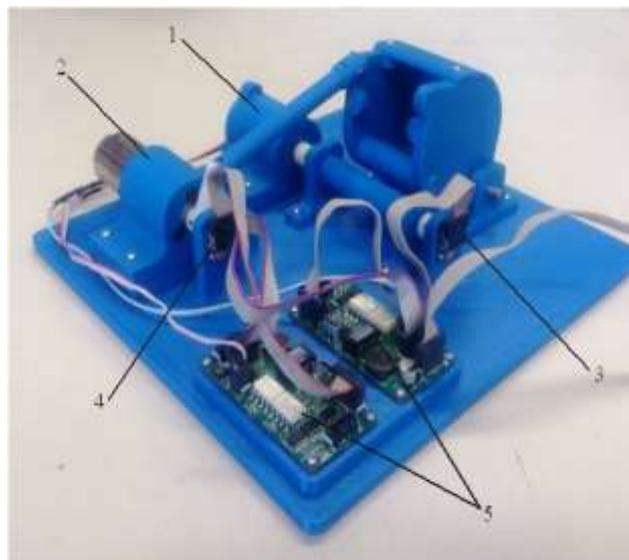
Регрессия тенгламаси асосида қурилган график 9-расмда келтирилган. Аниқланган регрессия тенгламага асосланиб пневмоцилиндрнинг тавсия параметрлари аниқланди ($D = 60 \text{ mm}$ да $p = 0,41 \text{ MPa}$; $D = 80 \text{ mm}$ да $p = 0,31 \text{ MPa}$; $D = 100 \text{ mm}$ да $p = 0,25 \text{ MPa}$).

Аррали цилиндрдаги юкланиш токи ўзгаришига қараб бошқариладиган кўтариш-тушириш қурилмаси макети тайёрланди. Лаборатория

қурилмасининг макети SolidWorks дастурида лойиҳаланди ва 3D принтерида чоп этилиб, резбали бирикмалар ёрдамида йиғилди (10-расм).



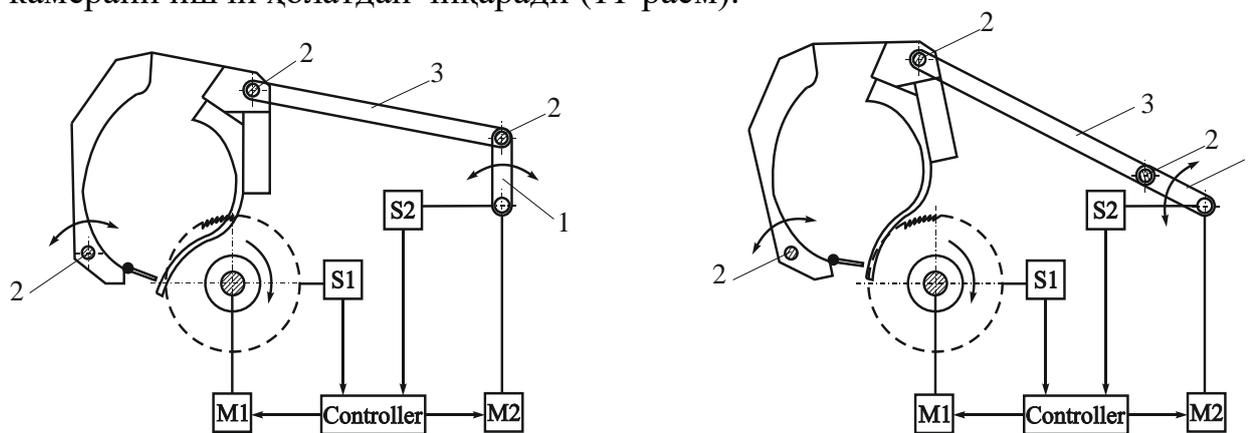
9-расм. Регрессия тенгламаси асосида қурилган график



1-мотор M1, 2-мотор M2, 3-сенсор S1, 4-сенсор S2, 5-электрон плата
10-расм. Аррали жин макети

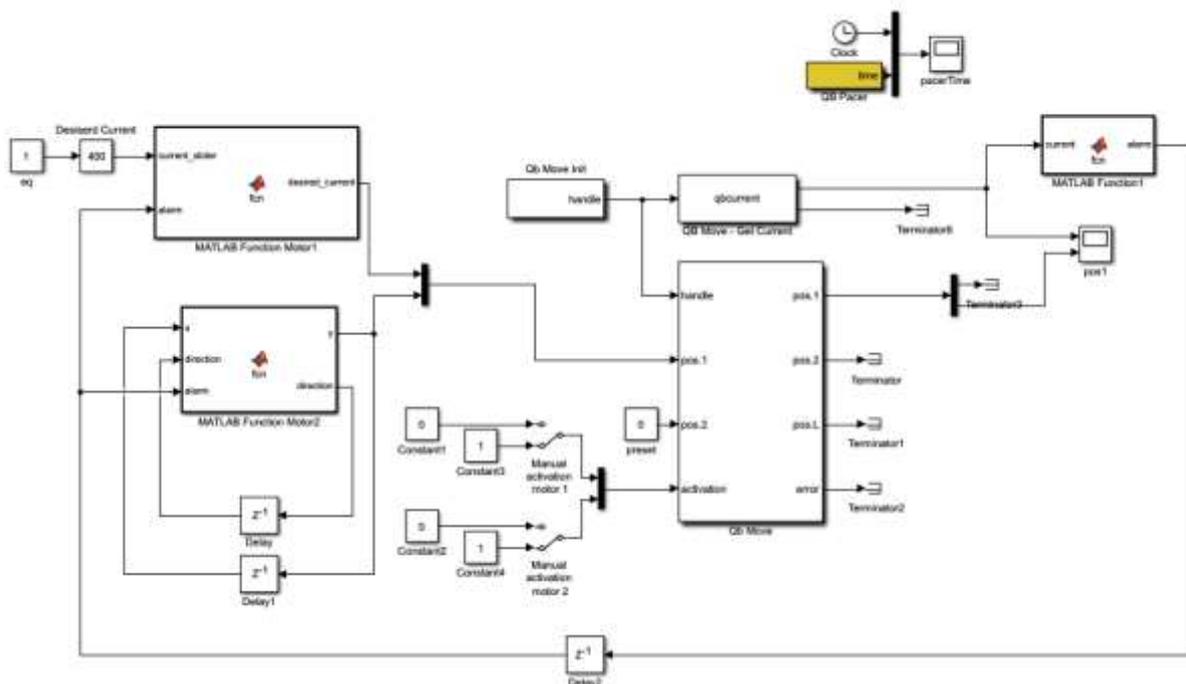
Аррали цилиндр мотори M1 ва ишчи камерани кўтариш-тушириш учун M2 сифатида Maxon Motor DSX 22S моторлари қўлланилган. S1 ва S2 сенсорлар сифатида Encoder Sensor қўлланилган. Жараён электрон плата (контроллер) лар орқали бошқарилади. Барча электрон қисмлар ERM кабеллар орқали боғланган.

Моделнинг иш принципи куйидагича: Хомашё валиги зичлиги ортиши билан аррали цилиндр мотори M1 даги юкланиш токи ортади ва контроллерга сигнал келиб тушади. Бунда ишчи камерани кўтариш-тушириш мотори M2 то аррали цилиндр мотори M1 даги юкланиш оптимал қийматга тушгунича камерани ишчи ҳолатдан чиқаради (11-расм).



а. Камеранинг ишчи ҳолати б. Камеранинг ишчи ҳолатдан чиққан ҳолати
1 – кривошип; 2 – штифт; 3 – шатун; M1 – аррали цилиндр электромотори; M2 – камерани кўтариб-тушириш механизми электромотори; S1 – аррали цилиндр электромотори sensori; S2 – камерани кўтариб-тушириш механизми sensori
11-расм. Кўтариш-тушириш қурилмаси макетининг ишчи вазияти

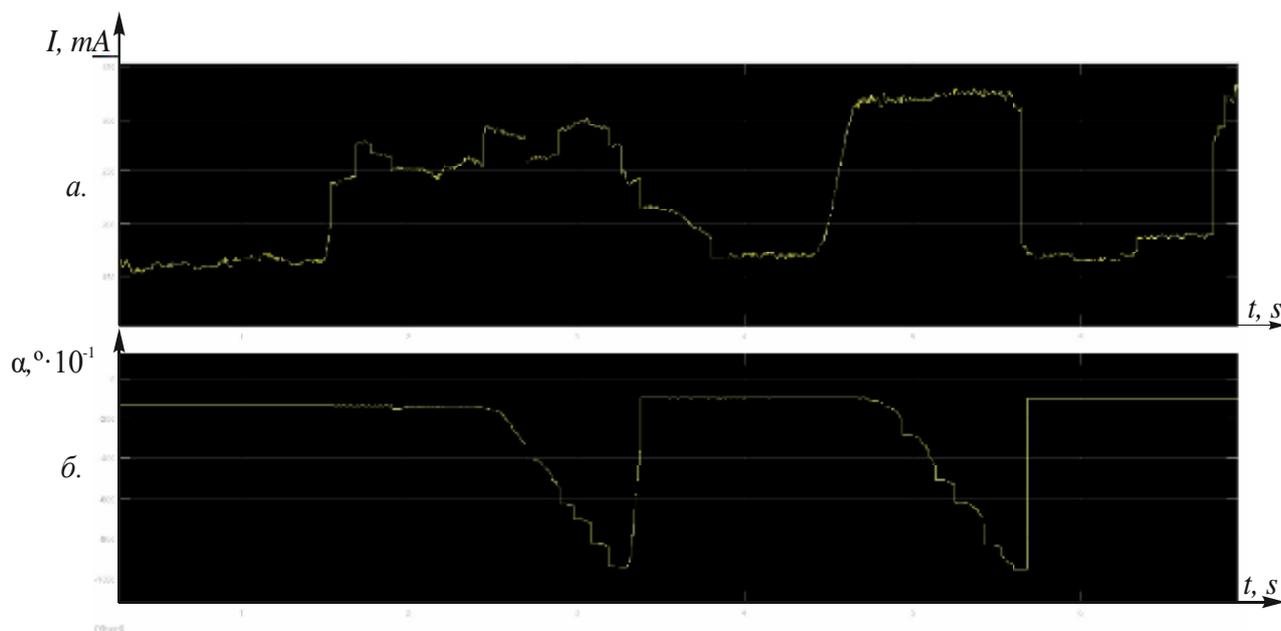
Matlab дастури Sumulink тизимости пакетида макетни бошқариш учун модел лойиҳаланди (12-расм). Simmulink пакетида лойиҳаланган дастурий таъминот моделни компьютер орқали бошқариш ва натижаларни рақамли ва график кўринишда олиш имконини беради.



12-расм. Matlab Sumulink дастурида бошқарув модели

Бошқарув моделига аррали цилиндр мотори M_1 ни бошқариш учун Matlab Function Motor1 ва кўтариш-тушириш механизмини ҳаракатга келтирувчи M_2 мотор учун эса Matlab Function Motor2 ҳамда ҳар икки моторни ўзаро бошқариш учун эса Matlab Function1 функциялари киритилди.

Натижалар график кўринишда 13-расмда келтирилган.



а – аррали цилиндр мотори M_1 даги юкланиш токи; б – M_2 мотор орқали бошқарилувчи ишчи камерани ҳолатининг силжиш катталиги

13-расм. Моделда олинган графиклар

Графикдан кўриниб турибдики, M_1 мотордаги юкланиш токининг ортиши билан M_2 мотор ишчи камерани ишчи ҳолатдан чиқаради. Юкланиш токи ортиши билан ишчи камеранинг силжиш қиймати ҳам ўзининг максимал қийматига эришади.

Диссертациянинг «Такомиллаштирилган кўтариш-тушириш қурилмасининг ишлаб чиқариш синовлари ва иқтисодий самарадорлигини аниқлаш» деб номланган тўртинчи бобида кўтариш-тушириш қурилмасининг тажриба варианты Наманган вилояти «Қосонсой пахта тозалаш» АЖ жинлаш цехидаги 4ДП-130, «Тўрақўрғон пахта тозалаш» АЖ жинлаш цехидаги 5ДП-130 аррали жинларида ишлаб чиқариш шароитларида синов натижалари келтирилган.

Қурилма 2 хил: маҳаллий бошқарув ва автоматик режимда ишлайди. Маҳаллий бошқарув режимда кўтариш-тушириш жараёни бошқарув панелидаги тугма орқали бошқарилади (14-расм).

Автоматик бошқарув тизимида аррали цилиндр электромоторидаги юкланиш токи чегаравий қийматдан маълум муддат узлуксиз ортиши билан сақлаш релеси пневмоцилиндр ҳаво тақсимлагичига сигнал узатади. Ҳаво тақсимлагич эса пневмоцилиндрдаги ҳаво йўналишини ўзгартириб ишчи камерани ишчи ҳолатдан чиқаради. Электромотор релесидagi ток кучининг чегаравий қийматини ва вақт оралиғини ўзгартириш имкони мавжуд ҳамда бу қийматлар ишланаётган пахтанинг навига боғлиқ равишда танланади. Механизмнинг бошқарув тизими 14-расмда келтирилган. Қурилмани ишлаб чиқариш жараёнида қўллаш орқали хомашё валиги зичлигининг меъёридан ортиб кетмаслиги таъминланди, жараённи автоматлаштириш имкони яратилди, операторнинг иш шароити енгиллашди, ишчи камеранинг ишчи ҳолатга келтиришда зарб кучини камайтириш ҳисобига хомашёнинг ҳаракатдаги аррали цилиндрни тўхтатиб қўйиши олди олинди.



14-расм. Ишлаб чиқариш жараёнига ўрнатилган ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмасининг бошқариш тизими

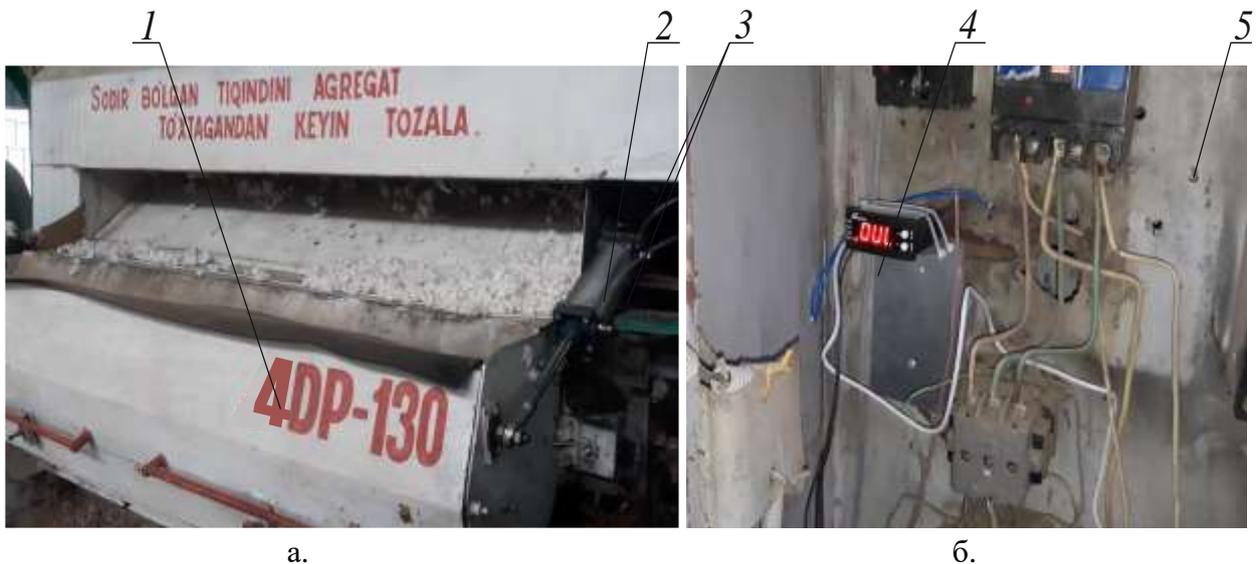
1-жадвалда тажрибвайи ва назарий изланишлар орқали таклиф этилаётган кўтариш-тушириш қурилмаси параметрлари келтирилган.

1-жадвал

Таклиф этилаётган кўтариш-тушириш қурилмаси параметрлари

№	Қурилма параметрлари	Кўрсаткич ёки маркаси	Изоҳ
1.	Пневмоцилиндр штоги узунлиги	0,2 m	Ишчи камеранинг туширилган ҳолатидан келиб чиқиб, шток маҳкамланган нуқтанинг кўчишини ҳисобга олган ҳолда аниқланди.
2.	Пневмоцилиндр диаметри	60, 80, 100 mm	Ишчи камерани кўтариш учун етарли бўладиган кучни ҳосил қилиш учун пневмоцилиндрдаги босимга мос равишда омилли тажрибалар асосида
3.	Пневмоцилиндрдаги ҳаво босими	0,41, 0,31, 0,25 MPa	Ишчи камерани кўтариш учун керак бўладиган кучни ҳосил қилиш учун пневмоцилиндр диаметрига мос равишда омилли тажрибалар асосида
4.	Ҳаво тақсимлагич	AirTac 4V310-10	Ишчи камеранинг иккита вазиятда ҳам бошқариш имконини бериш учун, ҳаво ўтказиш қобилиятини ҳисобга олган ҳолда
5.	Компрессор	GS9/24 (250 l/min)	Пневмоцилиндрнинг етарли бўладиган кучни ҳосил қилиш учун сиқилган ҳавони истеъмол қилиш талабидан келиб чиқиб (максимал талабни қондириш учун)
6.	Пневмоқувур диаметри	8 мм	Сиқилган ҳавони ўтказиш қобилиятини ҳисобга олган ҳолда (минимал талаб)
7.	Электромотор релеси	NA712L (2-120 A)	Аррали цилиндр электромоторидаги ток кучининг ўзгариш диапазонини ҳисобга олган ҳолда

Тажриба ўтказиш давомида электромоторнинг нормал иш режимидаги ток кучи аниқланиб (85 А), контроллерга ундан маълум даражада (электромотордаги юкланишнинг ортиши чегарасида (89 А)) баландроқ кўрсаткич ва таймер (4 сек) белгиланди. Шу тариқа электромотордаги ток кучи 89 А дан узлуксиз 4 s вақт давомида ортиб туришида контроллер механизмни автоматик равишда ишга туширди ва ишчи камера ишчи ҳолатдан чиқарилди (15-расм). Бу орқали ишчи камерадаги хомашё зичлигининг ортиб кетиши олди олинди.



1-ишчи камера, 2-пневмоцилиндр, 3-ҳаво қувури, 4-контроллер, 5-аррали жиннинг электр қутиси, а – ишчи камеранинг ишчи ҳолатдан чиқиш жараёни, б – контроллер кўрсаткичи

15-расм. Ишчи камерани автоматик тушириш жараёни

Ўтказилган синов ишлари ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмасининг энергия сарфи $0,002 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$ ни ташкил этиб, битта пахта тозалаш корхонаси учун уни қўллашдан қутилаётган йиллик иқтисодий самарадорлик 106,8 млн. сўмни ташкил этиши аниқланди.

ХУЛОСАЛАР

1. Назарий изланишлар натижасида ишчи камерани кўтариш кучининг ўзгариш қонунияти аниқланди. Унинг максимал қиймати ҳаракат бошида $F = 1600 \text{ N}$ ни ташкил қилиб, камеранинг кўтарилиши билан эгри чизиқли қонуният бўйича камайиб бориши аниқланди.

2. Поршенга тушадиган тўлиқ юкланиш $P = 1875 \text{ N}$, сурилиш узунлиги $S = 0,2 \text{ m}$, поршеннинг ўртача тезлиги $v_y = 0,1 \text{ m/s}$ бўлганда босим тўлқинининг тарқалиши ва ишчи босимнинг ўзгариши учун кетадиган вақт – $T_m = 0,961 \text{ s}$ аниқланди.

3. Ишлаб чиқариш шаротида 4ДП-130 аррали жини ишчи камерасини кўтариш-тушириш учун кучлар аниқланди. Бунда ишчи камерани кўтариш учун $F_x = 1490 \text{ N}$, тушириш учун эса $F_m = 519 \text{ N}$ куч талаб этилиши аниқланди.

4. Ишчи камерани кўтарилиш вақти ($2,57 \text{ s}$) ва унинг ҳаракат тенграмаси ($\varphi = 0,0043t^4 - 0,45t^3 + 0,113t^2 + 0,021t + 1,217$) аниқланди. Ушбу ҳаракат тенграмаси ишчи камерани кўтариш учун талаб қилинадиган кучнинг ўзгариш қонуниятини аниқлашга имкон берди.

5. Тўлиқ омилли тажрибалар асосида пневмоцилиндрнинг тавсия параметрлари аниқланди ($D = 60 \text{ mm}$ да $p = 0,41 \text{ MPa}$; $D = 80 \text{ mm}$ да $p = 0,31 \text{ MPa}$; $D = 100 \text{ mm}$ бўлганда $p = 0,25 \text{ MPa}$).

6. Аррали цилиндр электрюриткичидаги юкланиш токига боғлиқ равишда ишчи камерани кўтариш-туширишни бошқариш имкониятларини ўрганиш учун Matlab платформасида ишловчи ишчи камера макети тайёрланди ва синовдан ўтказилди. Ўтказилган синовлар ишчи камерани аррали жин электрюриткичидаги юкланиш токига боғлиқ равишда бошқариш имконини берди.

7. Кўтариш-тушириш қурилмасини ишлаб чиқариш жараёнида қўллаш орқали хомашё валиги зичлигининг меъёридан ортиб кетмаслиги таъминланди, жараённи автоматлаштириш имкони яратилди, операторнинг иш шароити энгиллашди, ишчи камеранинг ишчи ҳолатга келтиришда зарб кучини камайтириш ҳисобига хомашё валигининг ҳаракатдаги аррали цилиндрни тўхтатиб қўйиши олди олинди. Изланиш натижаларига асосланиб кўтариш-тушириш қурилмасини нафақат жин балки линтер ва соҳадаги бошқа машиналар учун ҳам қўллаш мумкин.

8. Тавсия этилаётган ишчи камерани кўтариш-тушириш қурилмасини ишлаб чиқаришга қўллашдан кутилаётган йиллик иқтисодий самара битта пахта тозалаш корхонаси учун 106,8 млн. сўмни ташкил қилди.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

УСМОНОВ ШУХРАТЖОН КАМОЛЖОНОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
УСТРОЙСТВА ПОДЪЁМА-ОПУСКАНИЯ РАБОЧЕЙ
КАМЕРЫ ПИЛЬНОГО ДЖИНА**

05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические системы

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

Наманган-2022

Тема диссертации доктора философии (Doctor of Philosophy) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2022.1.PhD/T1140.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности и Наманганском инженерно-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском и английском (резюме)) размещен на веб-сайте Наманганского инженерно-технологического института (www.nammti.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	Эргашев Жамолиддин Саматович доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Ахмедходжаев Хамит Турсунович доктор технических наук, профессор Хакимов Шеркул Шергозиевич доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится 9 апреля 2022 года в 14⁰⁰ часов на заседании научного совета PhD.03/30.12.2019.T.66.01 при Наманганском инженерно-технологическом институте по адресу: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская – 7, Административное здание Наманганского инженерно-технологического института, 1-й этаж, в малом зале заседаний, тел. (+99869) 225-10-07, факс (+99869) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института (диссертация зарегистрирована за №455) Адрес: г. Наманган, ул. Касансайская - 7, тел. (+99869) 225-10-07.

Автореферат диссертации разослан 25 марта 2022 года.
(реестр протокола рассылки №69 от 25 марта 2022 года)

Р.М.Мурадов

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

Х.Т.Бобожанов

Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

К. Холиков

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Как показывает мировая практика, текстильная швейная, обувная промышленности (ТСФ) в сущности, входят в отрасли с высокими капитальными оборотами. В последние годы в мире выращивается 25-26 млн. тонн хлопка-сырца в год¹. С ростом населения Земли повышается основная естественная необходимость человечества в одежде, соответственно также растет потребность к хлопковому сырью. Эта тенденция в свою очередь требует внедрения в практику машин, выполняющих качественный процесс первичной обработки хлопка с высокой производительностью. В этом отношении считается важным использование машин с качественной работой, а также энерго-ресурсосберегающих технических средств и устройств первичной обработки хлопка.

В 2019-2024 годах рост мировой потребности к хлопковой продукции в среднем ожидается более 3,1%². Вместе с этим в последнем двадцатилетии наблюдается тенденция перемещение производственных мощностей (в том числе текстильной промышленности) из США и Европы в Азиатские и Южно Американские государства³. В тоже время, проводятся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений обеспечения энергосберегающими механизмами и техническими средствами машин первичной обработки хлопка ресурсосберегающей технологией, управления процесса и автоматизации машин. В этой сфере среди машин первичной обработки хлопка уделяется отдельное внимание обеспечению высококачественной работы, улучшению возможностей управления, обеспечению энерго-ресурсосберегающими механизмами, а также обоснованию ее параметров и режимов работы машин, применяемых на этапе джинирования, являющимся основным процессом.

В стране для большего развития производства в отрасли внедрен кластерный способ – новая система ведения работ. Ведутся всесторонние мероприятия и достигаются определенные результаты по модернизации хлопко-текстильного производства, внедрению высокопроизводительных инновационных технологий, модернизации предприятий обработки хлопка и запуску новых мощностей, прядению пряжи, ткачеству и окрашиванию ткани, производству швейных изделий, переработке семян, быстрому повышению объема производства готовой продукции. В стратегии Действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены важные задачи, в частности, «...повышение конкурентоспособности национальной экономики, ...сокращение в экономике энергетических и материальных расходов, широкое внедрение в производство

¹ <https://www.statista.com/statistics/259489/worldwide-production-of-cottonseed/>

² <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/cotton-market>

³ <https://www.abacademies.org/articles/the-kazakh-cotton-industry-and-international-competitive-advantage-7247.html>

энергосберегающих технологий»⁴. Выполнение этих задач, в том числе, создание модернизированных машин с точки зрения техники и технологии, качественно выполняющих процесс отделения волокна от семени на предприятиях первичной обработки хлопка, имеет все большее значение. Основной машиной на предприятиях первичной обработки средневолокнистого хлопка является пильный джин, его функция отделение волокна от семени с сохранением природных свойств хлопка. Качество выпускаемой продукции, производительность во многом зависит от процесса работы джина. Отставание в области применения информационных технологий, новых научных достижений, современных механизмов машин первичной обработки хлопка среди машин, применяемых на предприятиях текстильной и легкой промышленности, возлагает еще большую ответственность на специалистов, работающих в этой отрасли. Несмотря на большие успехи, достигнутые в сфере пильного джинирования хлопка, управление процессом, автоматизация машины, совершенствование энергосберегающими механизмами, улучшение условий труда оператора работающего на нем являются актуальными вопросами сегодняшнего дня.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Стратегии Действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, в том числе, «...повышение конкурентоспособности национальной экономики, ...сокращение в экономике энергетических и материальных расходов, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий», в постановлении 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», в постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 22 июня 2020 года №397 «О мерах по дальнейшему развитию хлопкового и текстильного производства», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Настоящее исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологии республики: II. «Энергетика, энергия и энергосбережение».

Степень изученности проблемы. За рубежом со стороны S.E.Hughs, O.K.Boykin, K.Tompson, M.K.Sharma, P.Kumar и других проводились научные исследования по совершенствованию техники и технологии пильного джинирования хлопка.

В настоящее время к основным проблемам процесса пильного джинирования относятся высокая потребляемая мощность, не обеспеченность современными механизмами, низость возможностей процесса управления. Исследования, проведенные по изысканию решений этих проблем, нашли свое

⁴ Указ Президента Республики Узбекистан от 07.02.2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

отражение в работах Р.В.Корабельникова, Р.Г.Махкамова, Э.Т.Максудова, Б.М.Мардонова, Н.З.Камалова, Д.М.Мухаммадиева, Х.Ахмадходжаева, Р.Мурадова, Ж.Эргашева, М.Тиллаева и других ученых.

Наблюдения показали, что в джинах, используемых на отечественных хлопкообрабатывающих предприятиях, в направлениях использования современных механизмов, автоматизации и управлении процесса исследования проведены в недостаточной степени.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполняется диссертация. Диссертация выполнена в рамках темы научно-исследовательской работы Наманганского инженерно-технологического института ИОТ-2016-2-9 «Внедрение в производство устройств регулирования плотности сырцового валика и сбережения электроэнергии в джинурующей машине».

Целью исследования является управление машины путем совершенствования механизма подъема-спуска рабочей камеры пильного джина и улучшение условий труда оператора.

Задачи исследования:

создание оптимального варианта совершенствования механизма подъема-спуска рабочей камеры на основе анализа имеющихся механизмов;

определение сил требуемых для подъема-спуска рабочей камеры путем теоретических и экспериментальных исследований;

исследование процесса управления положения рабочей камеры через нагрузочный ток электродвигателя пильного цилиндра;

проведение производственных испытаний и рекомендация для применения в производстве автоматически регулируемого механизма подъема-спуска рабочей камеры.

Объектом исследования является совершенствованный механизм подъема-спуска рабочей камеры, рабочие органы пильного джина, технологический процесс механизма подъема-спуска с рекомендованными параметрами.

Предметом исследования являются расчетные размеры механизма подъема-спуска рабочей камеры пильного джина, конструктивные параметры, определение сил требуемых при подъеме-спуске рабочей камеры, устройство и методы пуска в зависимости от нагрузки для автоматизации процесса.

Методы исследования. Экспериментальные и теоретические исследования основаны на физико-математических моделях, а их анализ – на общих закономерностях теоретической механики, теории механизмов и машин, термодинамики и автоматики. Для определения параметров рабочих органов использовались современные способы динамики машин и математической статистики. В процессе исследования применены методы расчетов статического и динамического моделирования прикладных процессов, полнофакторных экспериментов, наблюдения, измерения, сравнения целевые электронные программы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

для выведения уравнения движения рабочей камеры пыльного джина, путем обработки видеосъемки, с применением программных пакетов, процесса ее подъема-спуска, разработан стенд и метод эксперимента;

применением уравнения Лагранжа II-рода определена закономерность движения процесса подъема рабочей камеры для определения динамики изменения силы достаточной для подъема рабочей камеры пыльного джина;

на основе полнофакторных экспериментов определены диаметры пневмоцилиндра и соответствующие значения давления сжатого воздуха в нем (при $d=60\text{мм}$ $p=0,41\text{МПа}$; при $d=80\text{мм}$ $p=0,31\text{МПа}$; при $d=100\text{мм}$ $p=0,25\text{МПа}$) на создание силы (1,5 кН) достаточной для подъема рабочей камеры пыльного джина;

с целью предупреждения превышения плотности сырцового валика оптимального значения (для I-сорта 320-325 кг/м^3 , для III-сорта 290-295 кг/м^3), разработано устройство подъема-спуска, позволяющее продлить срок эксплуатации рабочих органов, основанное на применении пневматического привода, управляемое в зависимости от нагрузки электродвигателя пыльного цилиндра.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработано совершенствованное, с низким расходом электрической энергии, автоматически регулируемое устройство подъема-спуска рабочей камеры;

на основе полного факторного эксперимента определены параметры пневмоцилиндра применяемого для подъема-спуска рабочей камеры;

в результате использования пневматического привода расход энергии механизма подъема рабочей камеры уменьшился в 3 раза, сократилась вероятность забоев рабочей камеры;

создано опытное устройство для определения силы влияния пневмоцилиндра;

разработано устройство подъема-спуска рабочей камеры автоматически управляемое в зависимости от нагрузочного тока электродвигателя пыльного цилиндра.

Достоверность результатов исследования обосновывается взаимным подтверждением результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами производственных испытаний совершенствованного устройства подъема-спуска рабочей камеры, а также сравнением результатов, их адекватностью, соответствие общим закономерностям отрасли.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в определении законов движения и уравнений энергетического баланса в процессе подъема-спуска рабочей камеры пыльного джина.

Практическая значимость исследований заключается в создании энергосберегающего, автоматизированного устройства подъема-спуска

рабочей камеры и в определении рекомендуемых параметров, а также во внедрении его в производстве.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов исследований по совершенствованию механизма подъема-спуска рабочей камеры пильного джина:

новое устройство подъема-спуска рабочей камеры внедрено в непрерывный технологический процесс АО «Туракургон пахта тозалаш» (справка «Объединения хлопко-текстильных кластеров Узбекистана» от 28 июля 2021 года под номером 03/22-151). В результате достигнуто создание устройства подъема-спуска, которое приводит к оптимальной работе джина путем автоматизации процесса подъема-спуска, уменьшающее расход энергии в 3 раза.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 12 научно-технических, в частности 7 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 6 научных статей, в том числе 5 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации состоит из 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведения исследования, характеризуются цель и задачи, объект и предмет исследования, приоритетное направление развития науки и технологии республики, излагается научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрываются научная и практическая значимость результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Анализ исследований по совершенствованию конструкций пильного джина»** проанализированы конструкции пильного джина, применяемые в республике и за границей. Вместе с научно-техническими исследованиями, проводимыми по совершенствованию пильных джинов в ряд вопросов, ждущих своего решения, можно также внести и механизм подъема-спуска камеры.

Подъем-спуск рабочей камеры, являясь неотъемлемой частью процесса джинирования, начиная с джинов марки ДП, началось проектирование этого механизма. Но в связи с большим расходом энергии, эксплуатационных расходов, узостью применения механизмы подъема-спуска в настоящее время в основном не применяются в промышленности. Во многих предприятиях

подъем-спуск рабочей камеры выполняется оператором вручную с помощью рычажного механизма. Вместе с этим, не изучены научные основы кинематики и динамики процесса подъема-спуска рабочей камеры. А механизм подъема-спуска, отвечающий современным требованиям, остается вне внимания специалистов. Решением данных вопросов можно повысить эффективность машины, улучшить условия труда оператора, увеличить возможности автоматизации машины.

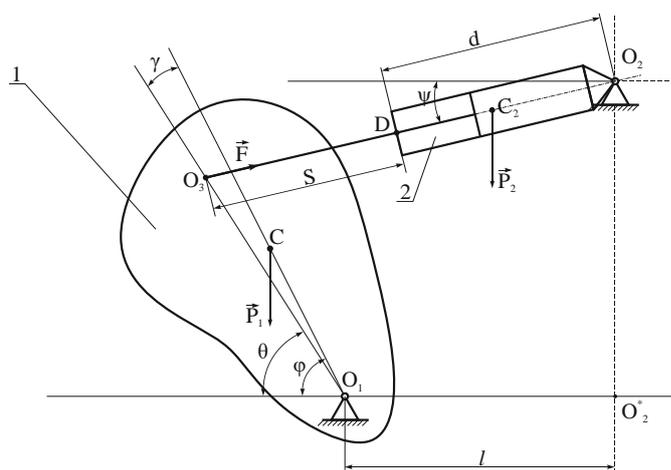
Проведен сравнительный анализ актуатора для подъема-спуска рабочей камеры широко применяемый в настоящее время во многих сферах промышленности, а также определены преимущества применения пневматического актуатора. Проанализированы элементы предлагаемой пневмосистемы для подъема-спуска рабочей камеры.

Исследования, проведенные в сфере пильного дженирования, показали, что из-за дороговизны эксплуатационных расходов, узости применения механизмы подъема-спуска рабочей камеры в настоящее время в основном не применяются на производственных предприятиях. А подъем-спуск рабочей камеры выполняется оператором с помощью рычажного механизма. Вместе с этим, не изучены научные основы кинематики и динамики процесса подъема-спуска рабочей камеры.

Исходя из результатов анализа, определены цель и задачи работы.

Во второй главе диссертации названной «**Теоретические исследования параметров механизма подъема-спуска рабочей камеры**» выведено уравнение движения рабочей камеры пильного джина при ее подъеме с помощью пневмоцилиндра.

Для одного цикла пневмоцилиндр 2 поворачивает рабочую камеру 1 на угол $\Delta\varphi$ и держит в рабочем состоянии (рис. 1).



1 – рабочая камера, 2 – пневмоцилиндр
Рис. 1. Схема подъема рабочей камеры

Так как связи в системе состоят из геометрических связей, этой системе подходит уравнение Лагранжа второго рода.

С помощью теоретических исследований для определения силы необходимой для подъема пневмоцилиндром рабочей камеры, применив уравнение Лагранжа второго рода, выведено уравнение движения рабочей камеры:

$$I(\varphi)\varepsilon + \frac{1}{2} \frac{\partial T}{\partial \varphi} \cdot \omega^2 = -P_1 a \cos \varphi - \frac{d}{2} P_2 B_1 + F \frac{\partial D}{\partial \varphi} \quad (1)$$

где $I(\varphi)$ – приведенный момент инерции системы, T – кинетическая энергия системы, φ – угол поворота рабочей камеры (обобщенная координата), ε –

угловое ускорение рабочей камеры, ω – угловая скорость рабочей камеры, P_1 – сила тяжести рабочей камеры, d – длина корпуса пневмоцилиндра, P_2 – сила тяжести корпуса пневмоцилиндра, F – сила движения, возникающая от давления воздуха в пневмоцилиндре, D – закономерность изменения перемещения штока пневмоцилиндра в зависимости от φ .

Зная кинематическую схему механизма (рис. 1) и размеры определим закономерность изменения силы влияния пневмоцилиндра: $a = 0,438 \text{ m}$, $b = 0,8 \text{ m}$, $l = 0,39 \text{ m}$, $d = 0,439 \text{ m}$, $\delta = 0,93 \text{ m}$.

Массы и углы поворота звеньев: $m_1 = 400 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$, $m_3 = 3 \text{ kg}$, $\omega_{10} = 0$, $72,74^\circ \leq \varphi \leq 87,1^\circ$, $\gamma = 7,28^\circ$.

Для определения размеров рабочей камеры и момента инерции звеньев спроектирована рабочая камера пыльного джина 4ДП-130 с реальными размерами на программе SolidWorks 2016 и получены геометрические размеры, массовые характеристики с помощью приложения системы «Анализировать» (рис. 2).

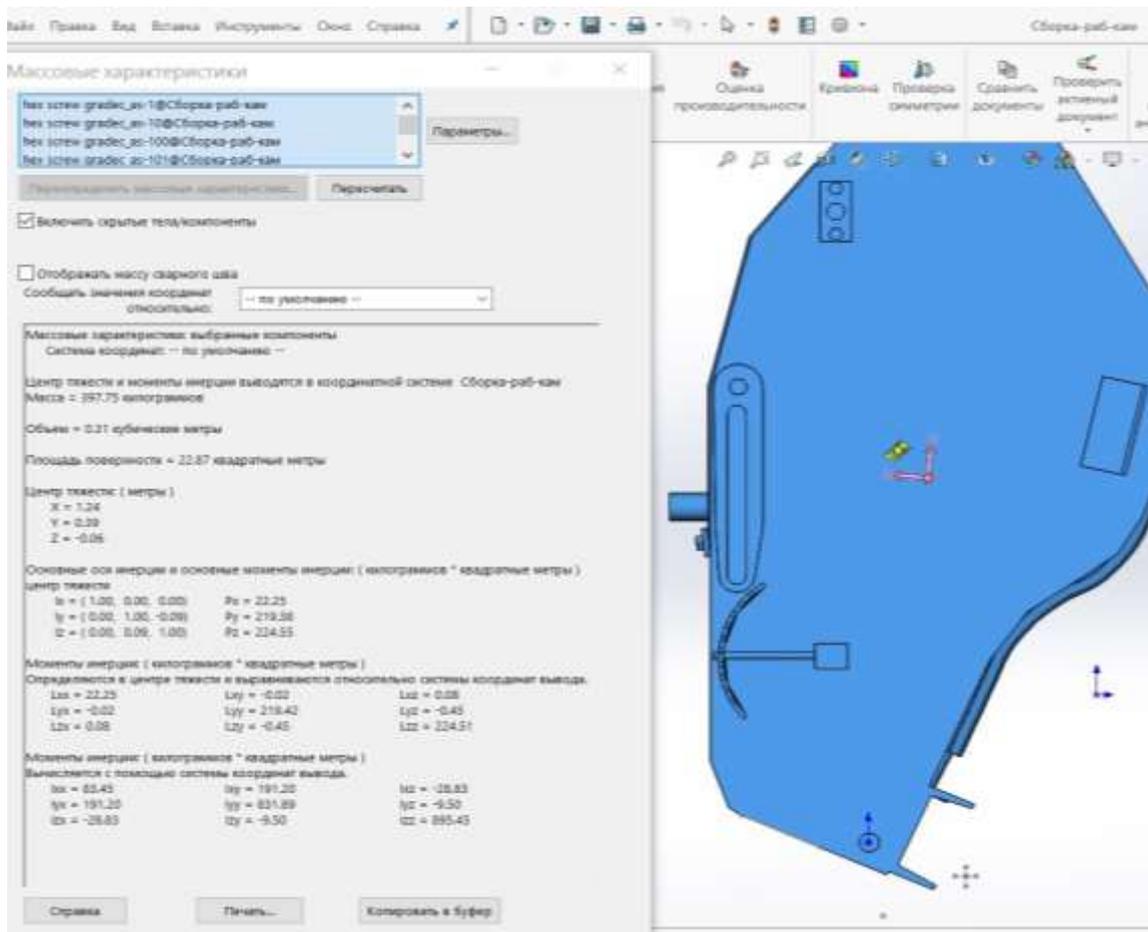


Рис. 2. Проект рабочей камеры пыльного джина 4ДП-130 на программе SolidWorks

Загрузив данные, полученные путем проектирования рабочей камеры пыльного джина 4ДП-130 на программном пакете SolidWorks и закономерность движения рабочей камеры при подъеме в программу Maple, определена закономерность изменения силы (рис. 3).

Как видно из графика, максимальная величина силы совпадает на начало движения и с течением времени ее величина уменьшается. В начале движения ее величина равна 1600 N . А в конце движения приближается к нулю. Это объясняется тем, что, с одной стороны, в конце движения камера останавливается, а с другой стороны, центр тяжести рабочей камеры, составляющая основную часть силы сопротивления, приближается к вертикали.

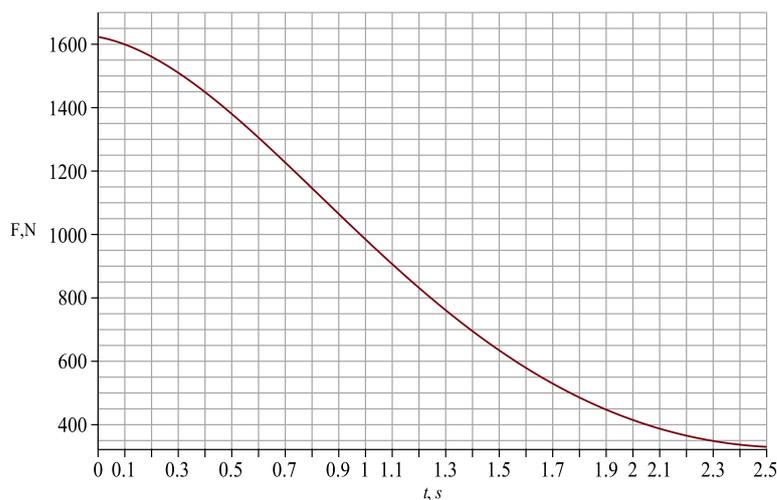


Рис. 3. График изменения силы при подъеме рабочей камеры

Выбрана структура привода пневмосистемы для подъема-спуска рабочей камеры. Здесь определены способ контроля скорости штока, параметры торможения, расположения выходного звена, направления воздуха и аппарата управления (рис. 4).

Для определения конструктивных параметров пневмосистемы произведен силовой расчет. В качестве начальных данных приняты принципиальная схема пневмосистемы (рис. 4), рабочий ход S (длина штока) выходящего звена, средняя скорость v_c движения, технологическая нагрузка P , приведенные массы m подвижных деталей, номинальное давление p_n сжатого воздуха.

Суммарная нагрузка, влияющая на поршень, состоит из технологической нагрузки, силы трения за счет уплотнителей, силы сопротивления за счет давления воздуха во второй стороне пневмоцилиндра:

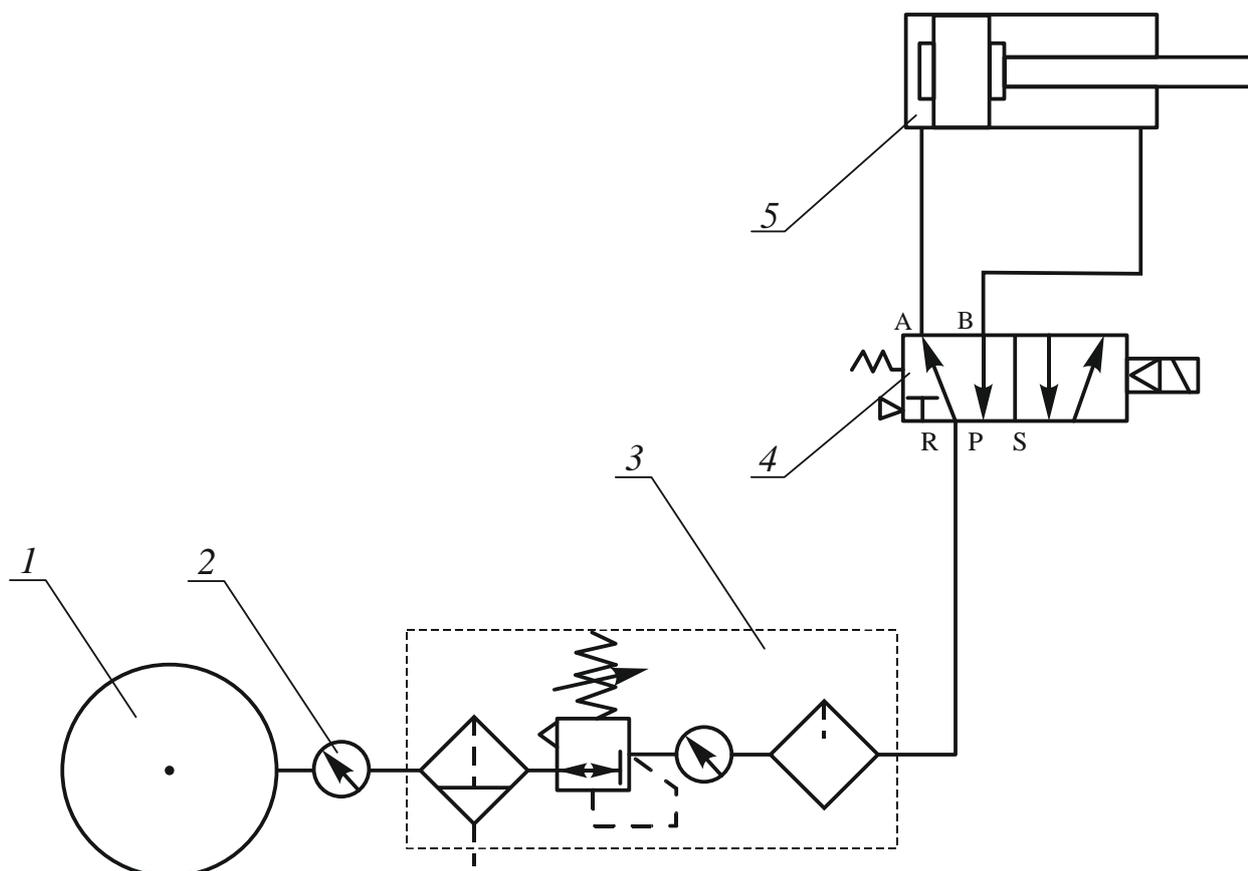
$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1241 + 490 + 144 = 1875\text{ N} \quad (2)$$

Для расчета времени пуска привода требуется совместное решение дифференциальных уравнений, выражающие уравнение движения изменения давления в рабочей и выходной поверхностях пневмодвигателя и штока вместе со связанной с ней массой.

Рассчитано общее время, расходуемое на пуск привода:

$$T_m = t_1 + t_2 + T_1^D + T_2^D + t_3 = 0,04 + 0,011 + 0,45 + 0,46 = 0,961\text{ s} \quad (3)$$

где t_1 – время пуска воздухораспределительного золотника, t_2 – время хода волны воздушного давления от клапана пневмораспределителя до поршня, T_2^D – действительное рабочее время поршня, t_3 – время выхода воздуха.



1 – компрессор, 2 – манометр, 3 – блок фильтрации воздуха,
4 – электромагнитный распределитель воздуха, 5 – пневмоцилиндр

Рис. 4. Принципиальная схема пневмосистемы для устройства подъема-спуска рабочей камеры

Итак, при полной нагрузке на поршень $P = 1875 \text{ N}$, перемещении $S = 0,2 \text{ m}$, средней скорости поршня $v_c = 0,1 \text{ m/s}$, расходуемое время на распределение волны давления и изменение рабочего давления будет равно $T_m = 0,961 \text{ s}$.

В третьей главе диссертации названной «**Экспериментальные исследования кинематических и динамических параметров механизма**

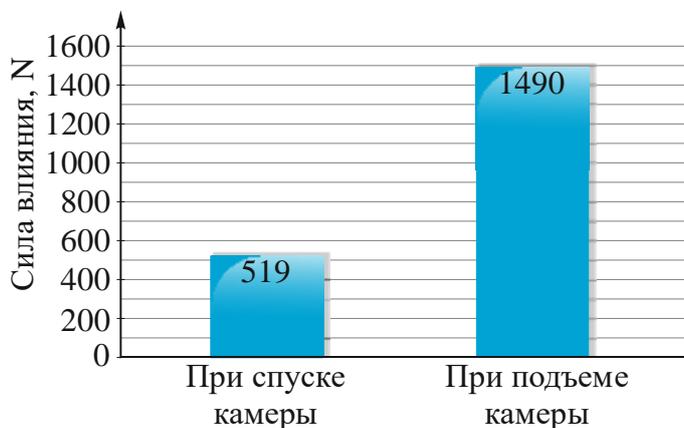


Рис. 5. Максимальные величины сил подъема-спуска камеры (N)

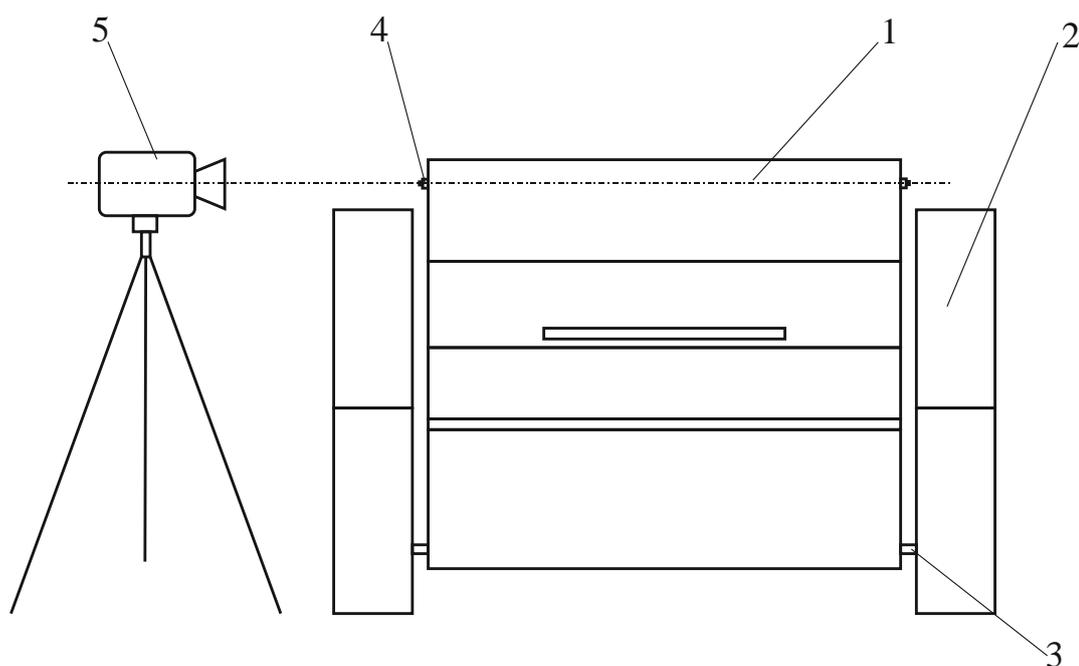
подъема-спуска рабочей камеры» экспериментально определена сила подъема рабочей камеры пильного джина. Опыты проведены в нормальном рабочем режиме пильного джина АО «Косонсой пахта тозалаш». Эксперименты проведены при джинировании хлопка I-сорта 1-класса селекционного сорта Андижан-35 с влажностью – 9,5%, засоренностью – 1,1% и замеры

выполнены серийно произведенными измерительными устройствами. В результате практических исследований определена требуемая сила для приведения камеры в рабочее положение актуатором равная 1490 N, а для вывода с рабочего положения – 519 N. А также, определено, что для приведения камеры в рабочее положение расходуется в 3 раза больше энергии, чем для вывода камеры с рабочего положения.

Как видно, при сравнении максимальной величины (1490 N) подъема рабочей камеры с теоретически определенной выше максимальной величиной силы (1600 N), результаты исследований отличаются друг от друга на 6%. То есть теоретические исследования соответствуют экспериментальным.

Из практических исследований можно сделать вывод, что для ввода камеры в рабочее положение требуется больше сил. Расчеты проведены для большей требуемой силы от пневмоцилиндра, т.е. для процесса подъема рабочей камеры. Так как если сила влияния пневмоцилиндра достаточна для подъема рабочей камеры, естественно, будет достаточна и для спуска рабочей камеры. Вместе с этим, при подъеме рабочей камеры взаимодействует с рабочей поверхностью со стороны штока с меньшей силой влияния пневмоцилиндра. То есть, для цикла требующего больше сил работает сторона пневмоцилиндра с меньшей требуемой силой влияния.

Как известно, не изучив кинематики системы нельзя решить задачу ее динамики. Для определения величины силы требуемой от пневмоцилиндра применим прямую задачу динамики. Для этого сначала необходимо определить закономерность движения рабочей камеры. Для выполнения этой задачи разработан алгоритм определения уравнения движения подъема рабочей камеры и стенд для съемки ее движения. При подъеме рабочей камеры 1 процесс снят на видео с целью изучения кинематики ее движения. Рабочая



1 – рабочая камера, 2 – корпус машины, 3 – шарнир, 4 – точка крепления пневмоцилиндра к рабочей камере, 5 – видеокамера

Рис. 6. Схема съёмки на видео подъема-спуска рабочей камеры

камера прикреплена снизу к корпусу 2 машины парой шарниров 3. Для одного цикла подъема в фокус наблюдения принята точка крепления пневмоцилиндра к рабочей камере и видеокамера 5 установлена на одной горизонтали с этой точкой (рис. 6). Перемещение точки крепления пневмоцилиндра к рабочей камере наблюдалось с помощью записи. На рисунке 6 представлен стенд видеозаписи подъема рабочей камеры пильного джина. При подъеме рабочей камеры с помощью стенда наблюдалось его состояние через перемещение центра 4 шарнира на конце штока пневмоцилиндра.

Видеоматериал, полученный с помощью высокочастотного (60 fps) устройства записи, обработан на программе Adobe After Effects, и каждый кадр экспортирован в формате JPEG.

Последовательно выделенные кадры для одного цикла подъема рабочей камеры обработаны на программе CorelDraw в одинаковом масштабе. Здесь замерено перемещение центра шарнира рабочей камеры на каждом кадре, введено в программу Microsoft Excel. Распределив приращение полученных размеров по времени, определена ее угловая скорость.

С целью предупреждения ошибок замеров и обработки, получения результатов в виде графика, сведения в виде готовой таблицы обработаны с использованием приложения Curve Fitting (cftool) программы Matlab. Это приложение применяется для разработки максимально приближенной математической функции или кривых линий (smoothing) данных точек. График угловой скорости рабочей камеры полученный из приложения Curve

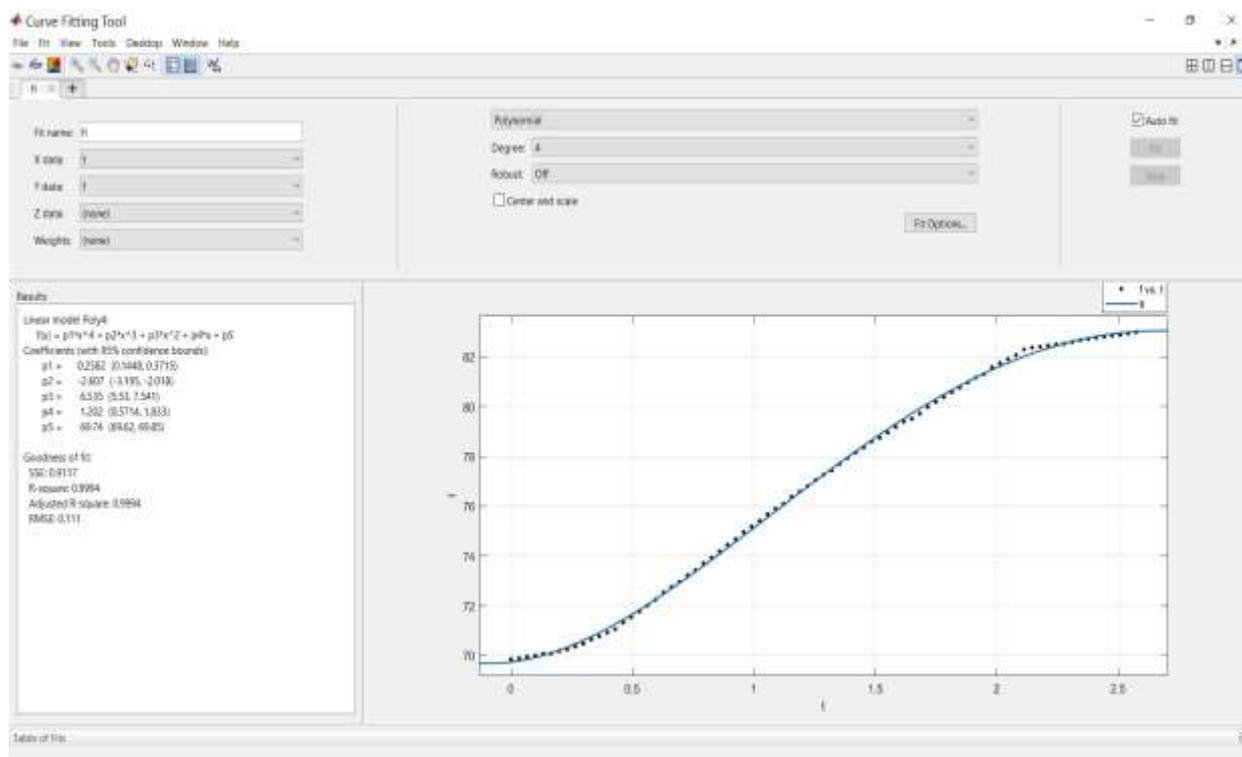


Рис. 7. Построение графика изменения угловой скорости рабочей камеры приложением Curve Fitting

Fitting представлен на рисунке 7. В результате определено время подъема рабочей камеры ($t=2,57$ s) и ее уравнение движения $\varphi(t) = 0,0043t^4 - 0,45t^3 + 0,113t^2 + 0,021t + 1,217$.

В результате наблюдений определено, что при подъеме рабочей камеры с помощью рычага вручную в конце цикла имеется удар камеры о корпус. В результате чего сырцовый валик, врезаясь в зубья пил, приводит к резкому увеличению нагрузки на электродвигатель и его останову. Безусловно, это происходит не при каждом подъеме камеры, а временами, и имеет вероятностный характер. Так или иначе, ударное воздействие рабочей камеры можем рассматривать как отрицательный фактор, влияющий на рабочий процесс джина.

По вышеизложенной методике построен график изменения угловой скорости рабочей камеры при ее подъеме, а также сравнен с предлагаемым устройством подъема-спуска. Результаты сравнений предложены на рис. 8.

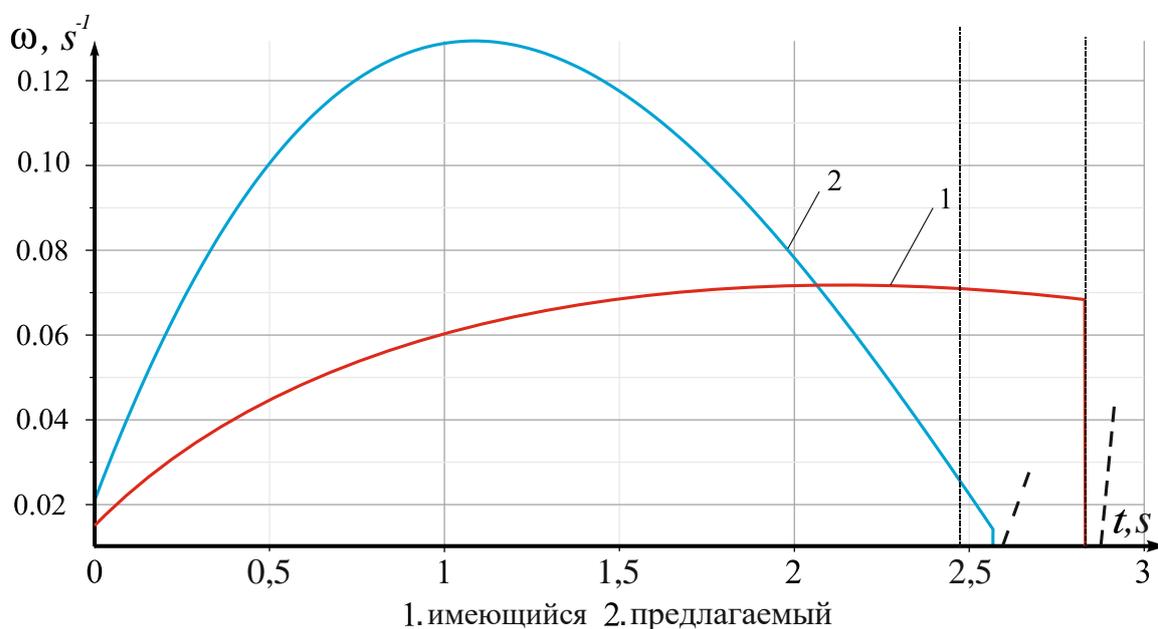


Рис. 8. График изменения угловой скорости рабочей камеры при подъеме рычагом (1) и пневмосистемой (2)

На основе полнофакторных экспериментов получено регрессионное уравнение для определения силы влияния пневмоцилиндра:

$$Y = 1454,6 + 753,5x_1 + 484,9x_2 + 251,6x_1x_2$$

где Y – сила влияния пневмоцилиндра, x_1 – диаметр пневмоцилиндра, x_2 – давление воздуха пневмоцилиндра. График построенный на основе регрессионного уравнения приведен на рис. 9.

Основываясь определенным уравнением регрессии определены рекомендуемые параметры пневмоцилиндра (при $D = 60$ mm $p = 0,41$ МПа ; при $D = 80$ mm $p = 0,31$ МПа ; при $D = 100$ mm $p = 0,25$ МПа).

Разработан макет механизма подъема-спуска камеры в зависимости от нагрузочного тока пильного цилиндра. Макет лабораторного устройства

спроектирован на программе SolidWorks и распечатан на 3D принтере, собран с помощью резьбовых соединений (рис. 10).

В качестве двигателя M_1 пыльного цилиндра и двигателя M_2 для подъема-спуска рабочей камеры применены двигатели Maxon Motor DSX 22S. В качестве сенсоров $S1$ и $S2$ использованы сенсоры Encoder Sensor. Процесс управляется электронной платой (контроллером). Все электронные элементы соединены кабелями ERM.

Принцип работы модели следующий: с повышением плотности сырьевых валика повышается нагрузочный ток двигателя M_1 пыльного цилиндра и на контроллер поступает сигнал. При этом двигатель M_2 подъема-спуска рабочей камеры выводит ее из рабочей зоны до тех пор пока нагрузочный ток двигателя M_1 пыльного цилиндра не достигнет оптимальной величины (рис. 11).

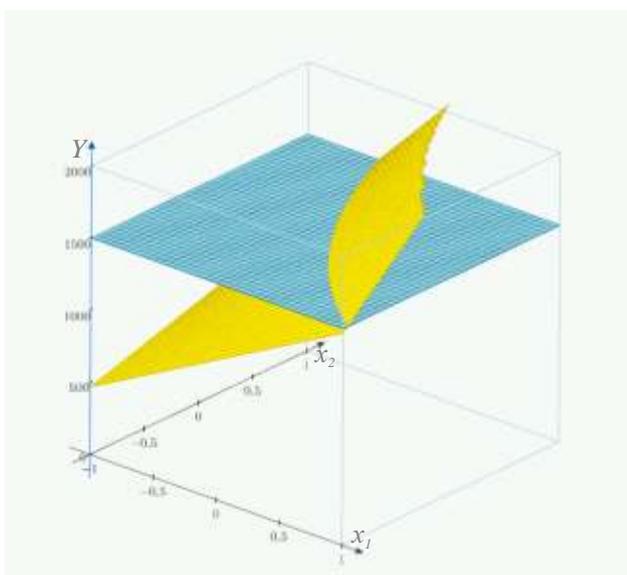
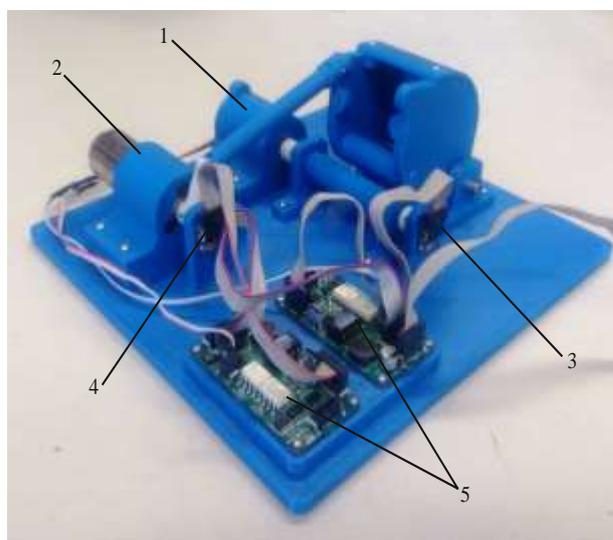
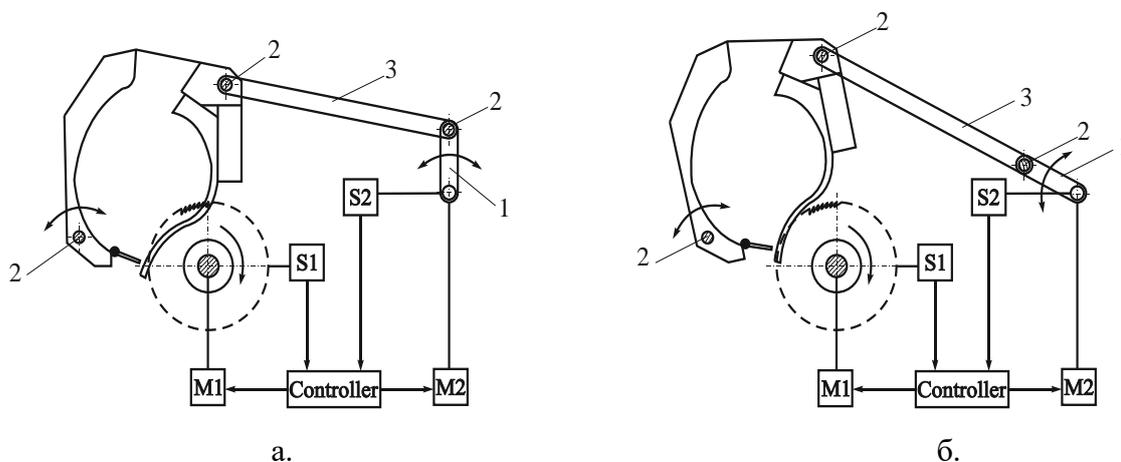


Рис. 9. График, построенный на основе уравнения регрессии



1 – двигатель M_1 , 2 – двигатель M_2 , 3 – сенсор $S1$, 4 – сенсор $S2$, 5 – электронная плата
Рис. 10. Макет пыльного джина



а. Камера в рабочем положении, б. Камера не в рабочем положении
1 – кривошип; 2 – штифт; 3 – шатун; M_1 – двигатель пыльного цилиндра; M_2 – двигатель механизма подъема-спуска камеры; $S1$ – сенсор двигателя пыльного цилиндра; $S2$ – сенсор механизма подъема-спуска камеры

Рис. 11. Схема работы макета устройства подъема-спуска рабочей камеры

На приложении Sumulink программы Matlab спроектирована модель для управления макета (рис. 12). Программное обеспечение, спроектированное приложением Simmulink, дает возможность управления модели на компьютере, а также получения результатов в численном и графическом виде.

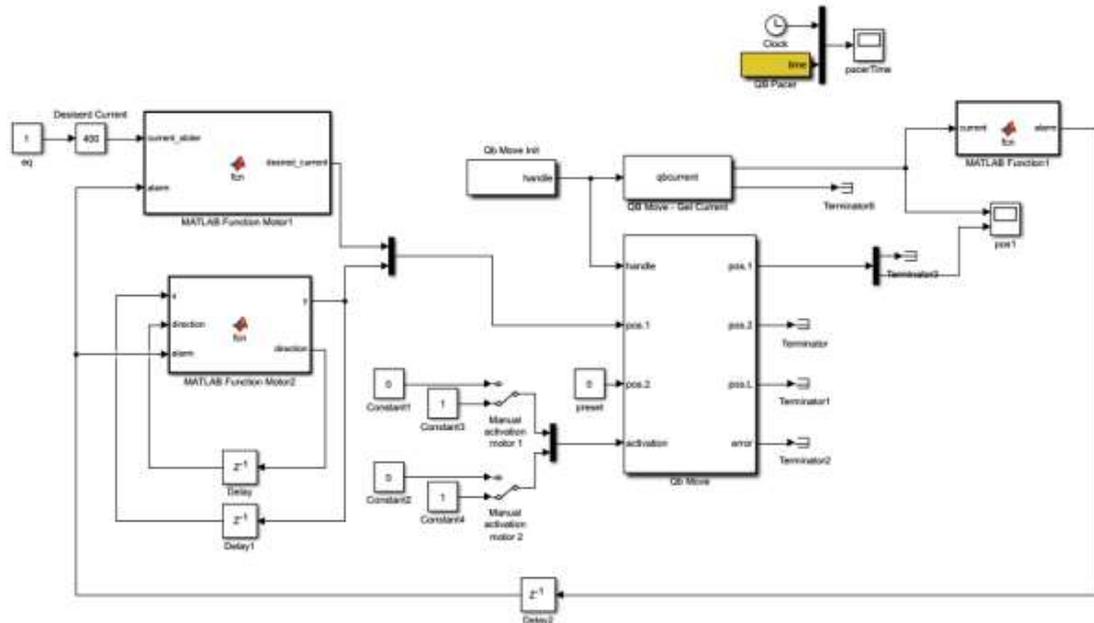
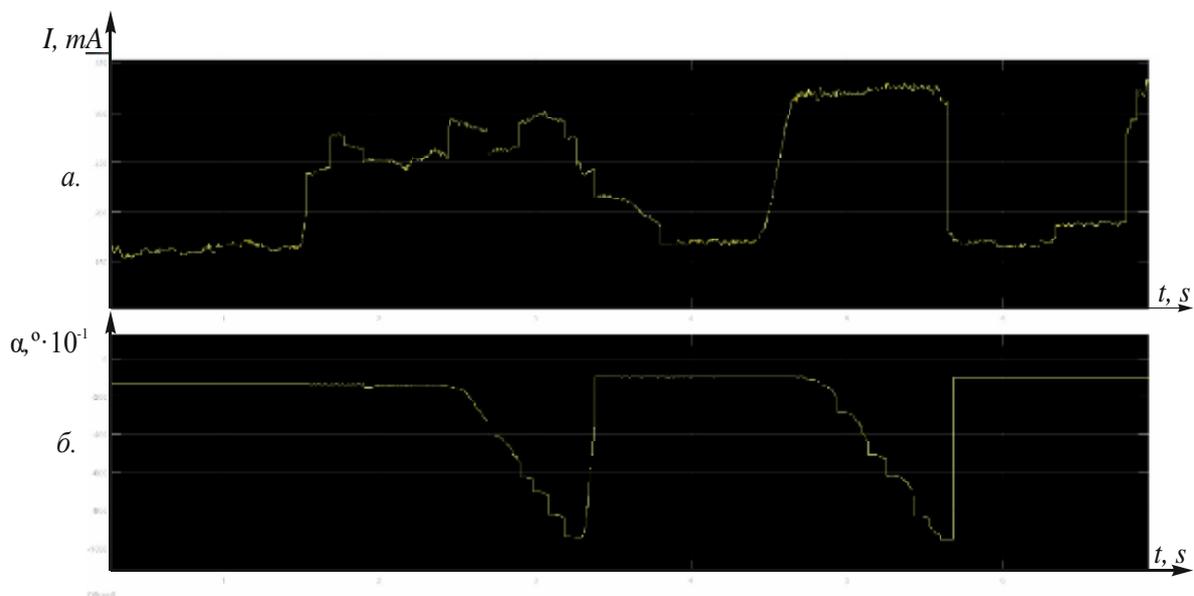


Рис. 12. Модель управления на программе Matlab Sumulink

В модель управления введена функция Matlab Function Motor1 для управления двигателем M_1 пильного цилиндра, а функция Matlab Function Motor2 – для управлением двигателя M_2 механизма подъема-спуска камеры, а также функция Matlab Function1 – для взаимного управления обоих двигателей.

Результаты приведены в виде графиков на рисунке 13.



а – нагрузочный ток в двигателе M_1 пильного цилиндра; б – величина перемещения рабочей камеры управляемой двигателем M_2

Рис. 13. График, полученный на модели

Как видно из графика, с увеличением нагрузочного тока на двигателе M_1 двигатель M_2 перемещает рабочую камеру с рабочего положения. С увеличением до указанной величины нагрузочного тока величина перемещения рабочей камеры также достигает максимального значения.

В четвертой главе диссертации названной «**Промышленные испытания и определение экономической эффективности усовершенствованного механизма подъема-спуска**» приведены результаты испытаний в промышленных условиях экспериментального варианта устройства подъема-спуска на пильных джинах 4ДП-130 пильного цеха АО «Косонсой пахта тозалаш» и на пильных джинах 5ДП-130 пильного цеха АО «Туракургон пахта тозалаш» Наманганской области.

Устройство работает в двух режимах управления: ручном и автоматическом. В ручном режиме управления процесс подъема-спуска управляется кнопкой на панели управления (рис. 14).

В автоматическом режиме управления, при непрерывном превышении нагрузочного тока электродвигателя пильного цилиндра граничной величины заданного времени, предохранительное реле подает сигнал на распределитель воздуха пневмоцилиндра. А распределитель воздуха, меняя направление воздуха в пневмоцилиндре, выводит рабочую камеру из рабочего положения. Имеется возможность изменения граничных значений силы тока и промежутка времени в реле электродвигателя, а также эти значения выбираются в зависимости от сорта обрабатываемого хлопка. Система управления механизма приведена на рисунке 14.



Рис. 14. Система управления устройства подъема-спуска рабочей камеры установленного в производственный процесс

Применением устройства в производственном процессе обеспечено предупреждение превышения плотности сырцового валика, появилась возможность автоматизации процесса, облегчилось условие труда оператора, за счет уменьшения сила удара при перемещении рабочей камеры в рабочее положение предупрежден останов пыльного цилиндра во время движения сырцового валика.

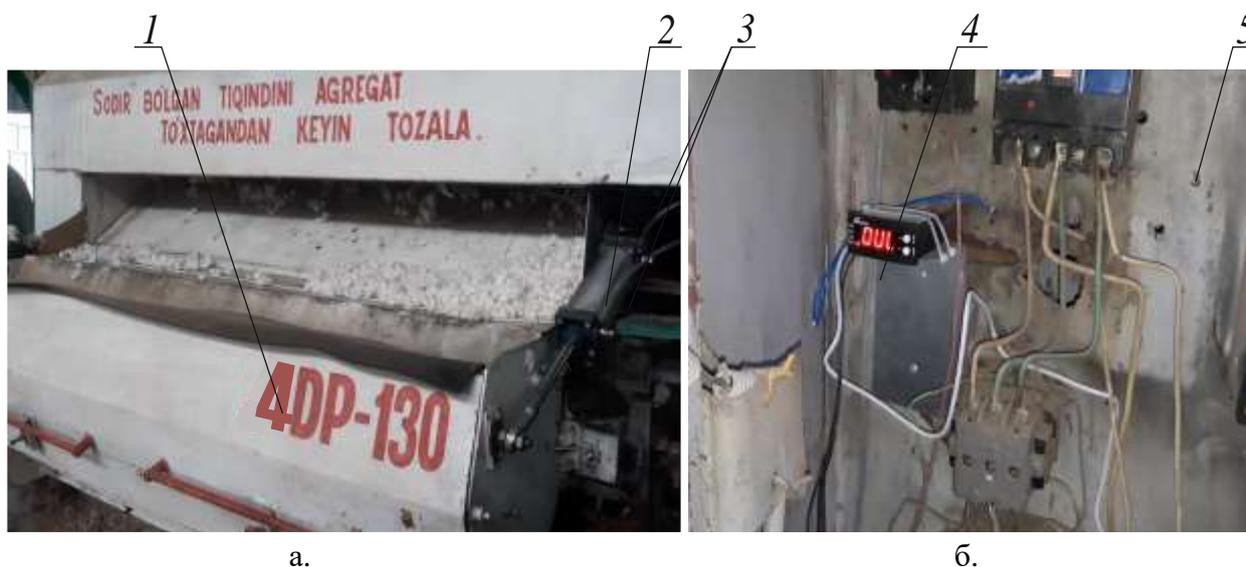
В таблице 1 приведены параметры устройства подъема-спуска, предлагаемые экспериментальными и теоретическими исследованиями.

Таблица 1

Предлагаемые параметры устройства подъема-спуска

№	Параметры устройства	Показатель или марка	Примечание
1.	Длина штока пневмоцилиндра	0,2 <i>m</i>	Определено с учетом перемещения точки крепления штока, исходя из опущенного положения рабочей камеры.
2.	Диаметр пневмоцилиндра	60, 80, 100 <i>mm</i>	На основе факторных экспериментов в соответствии с давлением в пневмоцилиндре на создание силы достаточной для подъема рабочей камеры.
3.	Давление воздуха в пневмоцилиндре	0,41; 0,31; 0,25 <i>MPa</i>	На основе факторных экспериментов в соответствии с диаметром пневмоцилиндра на создание силы достаточной для подъема рабочей камеры.
4.	Распределитель воздуха	AirTac 4V310-10	С учетом пропускной способности воздуха, для возможности управления в обоих положениях рабочей камеры.
5.	Компрессор	GS9/24 (250 <i>l/min</i>)	Исходя из требований потребления сжатого воздуха для создания силы достаточной пневмоцилиндру (для удовлетворения максимального требования)
6.	Диаметр пневмотрубки	8 <i>mm</i>	С учетом пропускной способности сжатого воздуха (минимальное требование)
7.	Реле электродвигателя	NA712L (2-120 <i>A</i>)	С учетом диапазона изменения силы тока электродвигателя пыльного цилиндра

При проведении испытаний, определив силу тока (85 А) в нормальном режиме электродвигателя, в контроллере установлены величина (89 А) чуть выше определенной (не выше нагрузки электродвигателя) и таймер (4 сек). Таким образом, при превышении силы тока электродвигателя 89 А в течении непрерывных 4 секунд контроллер в автоматическом режиме задействовал механизм и рабочая камера выведена из рабочего положения (рис. 15). Этим было предупреждено превышение плотности сырцового валика в рабочей камере.



а – процесс вывода рабочей камеры из рабочего положения, б – показатель контроллера
1 – рабочая камера, 2 – пневмоцилиндр, 3 – воздухопровод, 4 – контроллер, 5 – электрический щит пыльного джина

Рис. 15. Процесс автоматического спуска рабочей камеры

Из проведенных испытаний определен ожидаемый годовой экономический эффект 106,8 млн. сум на одно хлопкоочистительное предприятие, за счет сокращения расхода энергии устройства подъема-спуска рабочей камеры до 0,002 кВт·час.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате теоретических исследований определена закономерность изменения силы подъема рабочей камеры. Определено, что ее максимальное значение составляет $F = 1600 \text{ N}$ в начале движения, с подъемом камеры уменьшается по криволинейной закономерности.

2. Определено, что при полной нагрузке на поршень $P = 1875 \text{ N}$, длине хода $S = 0,2 \text{ m}$, средней скорости $v_c = 0,1 \text{ m/s}$, время распространения волны давления и изменения рабочего давления составляет $T_m = 0,961 \text{ s}$.

3. Определены силы для подъема и спуска рабочей камеры пыльного джина 4ДП-130 в производственных условиях. Найдено, что для подъема рабочей камеры необходимо $F_k = 1490 \text{ N}$, а для спуска $F_m = 519 \text{ N}$.

4. Определено время подъема рабочей камеры (2,57 s) и уравнение ее движения ($\varphi = 0,0043t^4 - 0,45t^3 + 0,113t^2 + 0,021t + 1,217$).

5. На основе полнофакторных экспериментов определены рекомендуемые параметры пневмоцилиндра (при $D = 60 \text{ mm}$ $p = 0,41 \text{ MPa}$; при $D = 80 \text{ mm}$ $p = 0,31 \text{ MPa}$; при $D = 100 \text{ mm}$, $p = 0,25 \text{ MPa}$).

6. С целью изучения возможности управления подъема-спуска рабочей камеры в зависимости от нагрузочного тока электродвигателя пильного цилиндра, разработан и испытан макет рабочей камеры, работающий на платформе Matlab. Проведенные испытания показали возможность управления подъемом-спуском рабочей камеры пильного джина в зависимости от нагрузочного тока электродвигателя пильного цилиндра.

7. Путем применения устройства подъема-спуска в производственном процессе обеспечено предупреждение превышения плотности сырцового валика, создана возможность автоматизации процесса, упростились рабочие условия оператора, предупрежден останов вращающегося пильного цилиндра сырцовым валиком за счет уменьшения силы удара при подъеме рабочей камеры в рабочее положение. На основе результатов исследований устройство подъема-спуска можно использовать не только в джинах, но в линтерах и других машинах отрасли.

8. Ожидаемый годовой экономический эффект от применения в производстве рекомендованного устройства подъема-спуска рабочей камеры на одно хлопкообрабатывающее предприятие составил 106,8 млн. сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING ACADEMIC DEGREES
PhD. 03/30. 12. 2019. T. 66. 01 at NAMANGAN ENGINEERING AND
TECHNOLOGY INSTITUTE**

**TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY
NAMANGAN ENGINEERING AND TECHNOLOGY INSTITUTE**

USMONOV SHUXRATJON KAMOLJONOVICH

**IMPROVEMENT AND JUSTIFICATION OF THE
PARAMETERS OF THE LIFTING-LOWERING DEVICE FOR
THE ROLL BOX OF THE SAW JIN**

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 № B2022.1.PhD/T1140.

The dissertation is carried out at Tashkent institute of textile and light industry and Namangan institute of engineering and technology.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on web-page of Scientific Council at the address (www.nammti.uz) and information-educational portal Ziyonet at the address (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Ergashev Jamoliddin Samatovich
doctor of technical sciences, docent

Official opponents:

Axmedxodjayev Xamit Tursunovich
doctor of technical sciences, professor

Hakimov Sherkul Shergoziyevich
doctor of technical sciences, docent

Leading organization:

Andijan machine-building institute

The defense of the dissertation will take place on 9 April 2022 at 14⁰⁰ o'clock at a meeting of one-time scientific council on awarding the academic degree of the doctor of philosophy (PhD) on the basis of the scientific council number PhD.03/30.12.2019.T.66.01 at the Namangan institute of engineering and technology Address: 160100, Namangan city, str. Kasansay -5, Administrative building of the Namangan institute of engineering and technology, 1st floor, small conference hall, tel. (+99869) 228-76-68, 225-10-07, a fax: 228-76-75; e-mail: niei_info@edu.uz.

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center (IRC) of Namangan institute of engineering and technology (registration number 455). (Address: 160100, Namangan city, str. Kasansay -5, tel. (99869) 228-76-68.)

Abstract of the dissertation sent out on 25 March 2022 year
(mailing report № 69 on 25 March 2022 year)

R. M. Muradov

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

X.T. Bobojanov

Scientific secretary of the scientific council
awarding academic degrees, doctor of technical sciences, docent

K. M. Kholikov

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

INTRODUCTION (abstract of the PhD thesis)

The purpose of the research is to control the machine by improving the mechanism for lifting and lowering the roll box of the saw gin and improving the working conditions of the operator.

The object of the research is the improved mechanism for lifting and lowering the roll box, the working bodies of the saw gin, the technological process of the lifting and lowering mechanism with the recommended parameters.

The scientific novelty of the research is as follows:

to derive the equation of motion of the roll box of the saw gin, by processing the video of the process of its ascent and descent using computer packages, a stand and an experimental method were developed;

using the Lagrange equation of the II-kind, the regularity of the movement of the process of lifting the roll box was determined to determine the dynamics of the change in the force sufficient to lift the roll box of the saw gin;

on the basis of full-factorial experiments, the diameters of the pneumatic cylinder and the corresponding values of the compressed air pressure in it (at $d=60\text{mm}$ $p=0.41\text{MPa}$; at $d=80\text{mm}$ $p=0.31\text{MPa}$; at $d=100\text{mm}$ $p=0.25\text{MPa}$) were determined to create a force ($1,5\text{ kN}$) sufficient to lift the roll box of the saw gin; in order to prevent excess of the density of the raw roller of the optimal value (for I-grade $320\text{-}325\text{ kg/m}^3$, for III-grade $290\text{-}295\text{ kg/m}^3$), a lifting-lowering device has been developed that allows extending the life of working bodies, based on the use of pneumatic drive, controlled depending on the load of the saw cylinder motor.

Scientific and practical significance of the research results.

The scientific significance of the results of the study lies in the determination of the laws of motion and the equations of energy balance in the process of lifting and lowering the roll box of the saw gin.

The practical significance of the research lies in the creation of an energy-saving, automated device for lifting and lowering the roll box and in determining the recommended parameters, as well as in introducing it into production.

Implementation of the research results. Based on the results of research on improving the mechanism for lifting and lowering the roll box of the saw gin:

a new device for lifting and lowering the roll box was introduced into the continuous technological process of Turakurgon pakhta tozalash JSC (certificate of the Association of Cotton-Textile Clusters of Uzbekistan dated July 28, 2021 under the number 03/22-151). As a result, the creation of a lifting-lowering device has been achieved, which leads to the optimal operation of the genie by automating the lifting-lowering process, which reduces energy consumption by 3 times.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation consists of 117 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Ш.Усмонов, А.Умаров, К.Ортиқова, О.Юсупов. Аррали жин ишчи камерасини суриш кучи ва энергиясини тажриба йўли билан аниқлаш // НамМТИ илмий-техника журнали. 2020 й. 2-сон 197-203 б. (05.00.00; №33).

2. Ш.Усмонов, А.Умаров, К.Ортиқова, О.Юсупов. Аррали жин ва линтер машиналари аррали цилиндр тезликларининг таҳлили // НамМТИ илмий-техника журнали. 2019 й. 4-сон 46-50 б. (05.00.00; №33).

3. Ш.Усмонов, А.Умаров, Н.Саттаров. Аррали жин ишчи камераси киритиш-чиқариш механизмининг лаборатория курилмаси // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали. Фарғона, 2020. Том 24. Махсус сон. №1. 150-153 б. (05.00.00; №20)

4. Ш.Усмонов, А.Умаров. Аррали жин ишчи камераси кўтариш-тушириш курилмаси учун пневмоцилиндр параметрларини аниқлаш // Фан ва технологиялар тараққиёти” журнали, 2021 й. 3-сон, 239-245 б. (05.00.00; №24)

5. Sh.Usmonov, J.Ergashev, A.Umarov. Theoretical and experimental studies of determining the force of the lifting-lowering of the roll box // Harvard Educational and Scientific Review. 2021 y. Vol.1. Issue 1 Pages 62-72. (05.00.00 №4)

6. А.Умаров, Ш.Усмонов. Аррали жин ишчи камераси // Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. Наманган, 2018. – №2. 46-50 б. (05.00.00; №33).

II бўлим (II часть; II part)

7. С.Каххаров, А.Умаров, Ш.Усмонов, Д.Султонова. Пахтани дастлабки ишлаш жиҳозларининг ишлаш жараёнларини таҳлили // “Ўзбекистон Республикасида тўқимачилик, пахта тозалаш ва енгил саноат корхоналарида жаҳон талабига мос равишда маҳсулот ишлаб чиқаришда техника технологияларнинг аҳамияти” илмий-амалий анжуман. – Наманган, 2016. 178-179 б.

8. А.Умаров, Ш.Усмонов. Регулирование перемещения рабочей камеры в пыльном джине // “Машинашуносликнинг долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” академик Х.Х.Усмонхўжаев таваллудининг 100 йиллигига бағишланган Республика илмий-амалий конференцияси мақолалар тўплами (2019 й. 20-21 ноябр). 117-120 б.

9. Ш.Усмонов, А.Умаров. Аррали жин ишчи камерасини киритиш-чиқариш механизмини такомиллаштириш // “Инновационное развитие науки и образования” международная научно-практическая конференция. Павлодар, Казахстан (2020 й. июнь) стр. 425-428.

10. Ш.Усмонов. Аррали жин ишчи камерасини киритиш-чиқариш механизми // “Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион

ривожлантиришдаги замонавий муаммолар” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. Андижон машинасозлик институти. (2020 й. 13-15 май). 434-438 б.

11. Ш.Усмонов. Ишчи камерани кўтариш-тушириш учун пневмотизимни қўллашнинг ўзига хос хусусиятлари // “Тўқимачилик ва енгил саноати машиналарини лойиҳалаш ва такомиллаштиришда инновацион ёндашувлар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани. Наманган муҳандислик - технология институти (2021 йил 24-25 март), 272-273 б.

12. Ш.Усмонов. Ишчи камерани кўтариш-тушириш механизми ишлаб чиқариш синовлари натижалари // “Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари” мавзусидаги Республика онлайн илмий-техник конференцияси. Жиззах политехника институти (2021 йил 9-10 апрел) Т1, 123-125 б.

13. Ш.Усмонов. Аррали жин ишчи камерасини кўтариш-тушириш учун қўлланиладиган пневмотизимнинг принципал схемаси // “Fan, ta'lim, ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish innovatsion texnologiyalari dolzarb muammolari va ularning yechimi” Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti, 2021 yil 21-22 aprel, 33-35 б.

14. Ш.Усмонов, А.Умаров. Ишчи камерани кўтариш жараёнида ишга тушиш ва тўхташда ҳаракат параметрлари бўйича бошқарувчи кучларни аниқлаш // “Пахта, тўқимачилик ва енгил саноат маҳсулотлари сифатини таъминлашнинг замонавий концепциялари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция, Наманган муҳандислик-технология институти 2021 й. 22-23 апрель, 97-100 б.

15. Ш.Усмонов. Ишчи камерани кўтариш жараёни кинематикасини тажрибавий тадқиқ қилиш // “Тўқимачилик саноатининг ривожланиш тенденциялари: муаммо ва ечимлари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференцияси, ТерДУ, 2021 йил 23-24 апрел. 290-293 б.

16. Ш.Усмонов. Аррали жин ишчи камерасининг кўтариш-тушириш қурилмаси // “Машинасозликда инновациялар, энергиятежамкор технологиялар ва ресурслардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш” мавзусида Халқаро миқёсдаги илмий-амалий конференция НамМҚИ, 28-29 май 519-522 б.

17. Ш.Усмонов. Аррали жин ишчи камерасини кўтариш-тушириш учун энергия сарфи ҳисоби // “Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истиқболлари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция, АндМИ, 2021 й 12-13 июн.

18. Ш.Усмонов, А.Умаров. Динамический расчет устройства подъёма-опускания рабочей камеры // “Современные научные решения актуальных проблем” международная научно-практическая конференция. Ростов на Дону, Россия, 2022 г. январь, с. 93-98.

Автореферат «Наманган муҳандислик-технология институти Илмий техника журнали» таҳриридан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнлари мослиги текширилди (18.03.2022 й.).

Босишга рухсат этилди: 19.03.2022 й.
Бичим 60x84 $\frac{1}{16}$, “Times New Roman”
Гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади: 60. Буюртма № 0132
НамМТИ босмаҳонасида чоп этилган.
Наманган шаҳри, Косонсой кўчаси, 7-уй.