

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ

МУХАММАДИЕВ ДАВЛАТ МУСТАФАЕВИЧ

**ЧИГИТНИ ЧИҚАРУВЧИ ҚУРИЛМАЛИ АРРАЛИ ЖИН ВА
ПУЛЬСЛОВЧИ ҲАВО ОҚИМЛИ КОНДЕНСОР МАШИНА
АГРЕГАТЛАРИ ДИНАМИКАСИ**

**05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехник тизимлар
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2014

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Contents of the abstract of doctor's dissertation

Мухаммадиев Давлат Мустафаевич Чигитни чиқарувчи қурилмалар асрали жин ва пульсловчи ҳаво оқимли конденсор машина агрегатлари динамикаси	3
--	---

Мухаммадиев Давлат Мустафаевич Динамика машинных агрегатов пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора с пульсирующим потоком	26
--	----

Mukhammadiev Davlat Dynamics of machine units of saw gin with seed retractor device and condenser with pulse air stream	49
---	----

Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	71
---	----

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ

МУХАММАДИЕВ ДАВЛАТ МУСТАФАЕВИЧ

**ЧИГИТНИ ЧИҚАРУВЧИ ҚУРИЛМАЛИ АРРАЛИ ЖИН ВА
ПУЛЬСЛОВЧИ ҲАВО ОҚИМЛИ КОНДЕНСОР МАШИНА
АГРЕГАТЛАРИ ДИНАМИКАСИ**

**05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехник тизимлар
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2014

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 30.09.2014/В2014.5.Т319 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтида бажарилган.

Докторлик диссертациясининг тўла матни Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳузуридаги Фан доктори илмий даражасини берувчи 16.07.2013.Т.06.01 рақамли илмий кенгаш веб-саҳифасида www.titli.uz манзилига жойлаштирилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) веб-саҳифада www.titli.uz манзилига ва “ZiyoNet” Ахборот-таълим порталида www.ziyo.net манзилига жойлаштирилган.

**Илмий
маслаҳатчи:**

Раҳматқориев Шавкат Убайдуллаевич,

техника фанлари доктори, профессор

**Расмий
оппонентлар:**

Джураев Анвар Джураевич,

техника фанлари доктори, профессор

Алимухамедов Шавкат Пирмухамедович,

техника фанлари доктори, профессор

Раҳмонов Хайриддин Қодирович,

техника фанлари доктори

**Етакчи
ташкилот:**

Наманган муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳузуридаги 16.07.2013.Т.06.01 рақамли илмий кенгашининг «25» декабр 2014 й. соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100100, Тошкент ш., Шохжаҳон, 5, тел. (+99871)- 253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz)

Докторлик диссертацияси билан Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (02 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100100, Тошкент ш., Шохжаҳон, 5, тел. (+99871)- 253-06-06, 253-08-08.

Диссертация автореферати 2014 йил «22» ноябрда тарқатилди.

(2014 йил «22»ноябрдаги № 02 рақамли реестр баённомаси)

К. Жуманиязов,

фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

А.З. Маматов,

фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., профессор

А.Ж. Джураев,

фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислон Каримов раҳбарлигида ишлаб чиқилган инкирозга қарши чоралар дастурининг комплекс тадбирларидан бири бу «...Биринчидан – корхоналарни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жиҳозлашни янада жадаллаштириш, замонавий, мослашувчан технологияларни кенг жорий этиш. Бу вазифа авваламбор иқтисодиётнинг асосий тармоқлари, экспортга йўналтирилган ва маҳаллийлаштириладиган ишлаб чиқариш қувватларига тегишлидир. Бу ўринда ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жиҳозлаш, халқаро сифат стандартларига ўтиш бўйича қабул қилинган тармоқ дастурларини амалга оширишни тезлаштириш вазифаси қўйилмоқда. Ўз навбатида, бу мамлакатимизнинг ҳам ташқи, ҳам ички бозорда барқарор мавқега эга бўлишини таъминлаш имконини беради»¹.

Бозор иқтисодиётига ўтиш муносабати билан Ўзбекистон пахта тозалаш корхоналари олдида пахта толасининг рақобатбардошлигини оширишдек муҳим масала қўйилмоқда. Бу масалани ҳал қилиш учун пахта тозалаш саноатининг асосий маҳсулоти бўлган пахта толасининг товар кўринишини тубдан яхшилаш лозим. Шунинг учун Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг «2007-2011 йилларда пахта тозалаш саноати корхоналарини модернизация ва реконструкция қилиш дастури тўғрисида» ги 2007 йил 3 апрелдаги 70-сонли қарорига асосан пахта тозалаш саноатининг асосий стратегик вазифаси – бозор талабларига жавоб бера оладиган янги техника ва технологияларни тезкор жорий қилиш орқали рақобатбардош маҳсулот ишлаб чиқаришдир.

Мавжуд технологик оқим линиясидаги бирор машинанинг тўхташи бутун комплекснинг тўхташига ёки параллел оқим ускуналарининг юқори юкланиш билан ишлашига олиб келади. Биринчи ҳолатда машиналарнинг салт ишлаши (қисқа тўхташ ҳолатларида) ёки кетма-кет жойлашган машиналарни таъмирлаш, тозалаш ва тизимни қайта ишга туширишга қўшимча вақт ажратилишига тўғри келади. Иккинчи ҳолатда, юқори юкланишда ишлаш туфайли пахта толасининг сифати ёки технологик машиналар ресурслари камаяди. Бунинг ҳаммаси машиналар жойлашувида ўлчамларини, иш унумдорликлари ва бирикиб ишлашини ҳисобга олувчи, ресурс ва энергия тежамкорлиги талабларига жавоб берувчи машина агрегатлари тизимини яратиш бўйича изланишлар олиб боришнинг мақсадга мувофиқлигини кўрсатади.

Ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг рақобатбардошлиги унинг сифати ва авваламбор, ишлаб чиқариш харажатлари билан боғлиқ бўлган таннарх билан аниқланади. Пахтадан тола ажратиб олишда пахта тозалаш корхоналарининг ишлаб чиқариш харажатларини сезиларли пасайтиришга аррали жиннинг иш унумини ва тола конденсорининг тозалаш

¹ И.Каримов. Жаҳон молиявий-иқтисодий инкирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. –Т.: Ўзбекистон, 2009, 56 б.

самарадорлигини ошириш орқали эришиш мумкин. Аррали жин ва конденсорнинг бир маромда ишлаши кўп ҳолларда уларни пахта билан бир текисда таъминлашга боғлиқ ва бу жараёнда пахта таъминлагичнинг аҳамияти катта. Мавжуд аррали жин ва конденсорларни маълум техник ечимлар асосида такомиллаштириш орқали иш унумдорлиги ва тозалаш самарадорлигини ошириш ўз имкониятларини охиригача ишлатиб бўлди, шунинг учун изланишларни янги ноанъанавий техник ечимлар орқали олиб бориш лозим. Шу туфайли пахтадан толани ажратишдан олдин пахтани тозалаш, ёйиш ва уни бир маромда белгиланган иш унумида ишчи камерага етказувчи ва тола сифати ўрнатилган талабларга жавоб берувчи пахта таъминлагични ишлаб чиқиш зарурияти вужудга келади. Таъминлагич ва аррали жин ишчи камерасининг ўлчамлари ва иш унумдорлиги бўйича бирикиб ишлашини таъминлаш учун ишчи камеранинг янги конструкциясини яратиш лозим. Бу ўз навбатида пахтани бир маромда таъминлаш, жинлаш ва конденсорда толани тозалаш жараёнларида кам энергия сарфловчи машина агрегатлари динамикасини ривожлантириш зарурияти долзарб муаммо эканини кўрсатади. Ушбу диссертация иши шу каби муаммони бартараф этишга бағишланган.

Тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация иши Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг муҳим йўналишлари: ФТД-2 – «Физика, астрономия, энергетика ва машинасозлик» ҳамда АТД-3 – «Энергетика, энергия- ресурстежамкорлик, транспорт, машина ва асбобсозлик» дастурларига мос ҳолда бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича халқаро илмий тадқиқотлар шарҳи. Пахтадан толани ажратиш ва тозалашда аррали жин ва конденсор машина ва агрегатлардаги динамик жараёнларни ўрганиш билан боғлиқ тадқиқотлар машинасозликнинг замонавий устувор йўналишларидан биридир.

АҚШ, Австралия, Германия, Буюк Британия, Япония, Хитой, Россия, Ҳиндистон ва бошқа давлатларнинг илмий марказлари, олий таълим муассасаларида технологик машина агрегатлар динамикаси масалаларини ечишга доир тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Пахтани жинлаш ва толани тозалаш жараёнларини тушуниш ва ўрганиш учун пахта тозалаш машина ва агрегатларини динамик тадқиқ этишда назарий ва амалий механика, машина ва механизмлар назарияси ва инфор­мацион технологияларидан фойдаланиш замонавий ёндашув ҳисобланади.

Бугунги кунда пахтани жинлаш ва толани тозалаш бўйича тадқиқот ишлари АҚШ (Lummus, Continental eagle), Австралия (Lummus Australia Pty., Ltd.), Хитой (Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co.,Ltd), Ҳиндистон (Nipha) ва бошқа мамлакатлар олимлари томонидан олиб борилиб, пахтани жин ишчи камерасига таъминлагичлар орқали етказиб бериш, жинлаш ва толани конденсорда тозалаш каби жараёнлар бўйича етарлича тажриба тўпланган.

Замонавий босқичда машина агрегатлари динамик тадқиқотларининг мазкур йўналишлари ривожланиши нафақат технологик машиналар асосларини тушуниш, балки энергия сарфини камайтириш ва пахта толаси сифатини

сақлаш орқали иқтисодий самарадорликка эришиш имкониятларини очиб беради.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Пахта тозалаш саноати машина ва агрегатлар яратишнинг кўп йиллик тарихи ва унда пахта таъминлагичлар, аррали жинлар ва конденсорларни ишлаб чиқишга доир тадқиқот натижалари хорижий олим ва мутахассислардан Э. Уитни, С.З. Халл, Т. Эллиот, С.Э. Хугс, Р.Н. Ракофф, А.В. Стенли, Р.Г. Хардин IV, П.А. Фанк ва бошқаларнинг ишларида келтирилган. Чет эллик Ж.К. Бойкин (АҚШ), К. Томпсон (Буюк Британия), П. Кумар, М.К. Шарма (Ҳиндистон) каби олимлар пахтанинг дастлабки кўрсаткичлари аррали жиннинг технологик ва энергетик параметрларига таъсирини ўрганиш борасида илмий изланишлар олиб боришмоқда.

Пахта тозалаш саноатида қўлланиладиган технологик машиналарни динамик тадқиқ этишнинг назарий методологик асослари ривожланишига олимлардан Р.Г. Маҳкамов, И.Т. Махсудов, А.Е. Лугачев, М. Тиллаев, М. Агзамов, Х.Т. Ахмедходжаев, Р.А. Мангутов, А. Жўраев, Р.И. Каримов, К.А. Каримов, Ш.П. Алимухамедов ва бошқалар салмоқли ҳисса қўшишмоқда. Бу ишлар асосан, пахта хом ашёсининг хусусиятларини ва чет элда пахтани дастлабки ишлашда АҚШ технологиясига асосланиб ишлаб чиқилган машиналар конструкцияларини ўрганиш билан боғлиқ. Ўзбекистон олимлари томонидан олиб борилган айрим тадқиқотларгина аррали жин таъминлагичида пахтани тозалаш, жинлаш унумдорлигини ошириш ва энергия сарфини камайтириш муаммоларига қаратилган. Пахтани жинлашда ишчи камерадан чигитни чиқарувчи қурилманинг ҳамда толани пульсловчи ҳаво ёрдамида тозалайдиган конденсор конструкциялари ва узатиш механизмининг динамик параметрлари ва кўрсаткичларини муқобиллаштириш муаммолари ҳозирги пайтгача ўрганилмаган. Бу эса аррали жин иш унумдорлигини ошириш ва энергия сарфини камайтириш ҳамда толани конденсорда тозалаш технологиясини такомиллаштириш зарур эканидан далолат беради.

Диссертация тадқиқотининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги қуйидаги лойиҳаларда ўз аксини топган:

амалий илмий лойиҳалар: № 19.12 «Пахта тозалаш ва кўн маҳсулот саноати технологик машиналарининг асосий ишчи органларини такомиллаштириш ва технологиясини ишлаб чиқиш» (2003–2005 йй.); № А-13-166 «Турли хил хўжалик юритиш шароитида юқори самарали, энергия ва ресурсларни тежовчи ҳамда экспортбоб пахтани дастлабки қайта ишловчи машиналар тизимини пахта тозалаш корхонасининг пахта хом ашёсини тайёрлов ҳажмини, қайта ишлаш даври, селекцион ва саноат навларини ҳисобга олган ҳолда яратиш» (2006–2008 йй.);

инновацион лойиҳа: № ФА-И4-Ф04 «Аррали жин ишчи камерасини ишлаб чиқаришга татбиқ этиш» (2011–2012 йй.).

Тадқиқотнинг мақсади машина агрегатлари динамикаси тадқиқотлари асосида иш унумдорлиги, ўзаро жойлашуви ва энергияни тежаш билан пахта толаси сифатини таъминлаш талабларига жавоб берувчи аррали жин ва конденсорнинг янги конструкцияларини яратиш.

Қўйилган мақсадга мос равишда қуйидаги **тадқиқот вазифалари** белгилаб олинди:

аррали жинлаш технологик жараёнларига асосланган машиналарни таҳлил қилиш ва таъминлагич, аррали жин ишчи камераси ва конденсорнинг янги конструкцияларини ишлаб чиқиш;

математик моделлаштириш асосида пахта толасининг таъминлагич барабани, аррали жин ишчи камераси ва конденсор тўрли барабанида ҳаракат жараёнини ўрганиш;

ўтиш ва барқарорлашган режимлардаги динамик характеристикаларни ва параметрларни аниқлаш имконини берувчи аррали жин ва конденсор ишлашининг функционал қонуниятларини қуриш ва машина ишчи органларининг рационал параметрларини топиш;

тузилган математик моделларни ЭХМда татбиқ қилиш учун дастурий воситалар ишлаб чиқиш;

назарий-тажрибавий тадқиқотлар асосида ўрта толали пахтани қайта ишлаш технологик оқимида кам энергия сарфловчи машина агрегатлар жойлашувининг узлуксизлиги ва иш унумдорликлари, ўлчамлари ва бирикиб ишлаш талабларига жавоб берувчи янги ишлаб чиқилган аррали жинлаш машинасининг самарадорлигини аниқлаш;

саноат ишлаб чиқариши шароитида чигитни ишчи камерадан қўшимча чиқарувчи қурилмали аррали жин кўрсаткичларини тадқиқ этиш ва ундан самарали фойдаланиш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш.

Тадқиқот объекти сифатида пахта тозалаш саноати технологик оқими машина ва механизмлари олинган.

Тадқиқот предмети – икки барабанли қозикли таъминлагич, аррали жин ва тола конденсори.

Тадқиқот усуллари. Назарий тадқиқотларда замонавий назарий ва амалий механика, машина ва механизмлар назарияси, ҳисоблаш математикаси усулларида фойдаланилди.

Тажрибавий тадқиқотларда эса лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитларида машиналар фаолияти ва пахта толаси сифатларини баҳолашнинг замонавий ўлчов асбоб ва ускуналарида, тажриба натижаларини қайта ишлашда тадқиқотларни режалаштиришнинг статистик ва математик усулларида, дастурлар мажмуасини ишлаб чиқишда Fortran, Qbasic дастурлаш тилларидан ва «ПЭР» иқтисодий ҳисоблаш мажмуасидан фойдаланилган.

Диссертация тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

икки барабанли таъминлагич, чигитни ишчи камерадан қўшимча чиқарувчи қурилмали аррали жин ва пульсловчи ҳаво оқимли конденсор (675, 2354, IAP 02992, IAP 04037, FAP 00589, FAP 00841) ҳамда аррали жинлаш машиналари конструкциясининг динамик жараёнларини ҳисоблаш услуби ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилган;

пахтани тозалаш ва жинлаш машиналарининг рационал режим ва параметрларини танлаш имконини берувчи тола, чигит сифат кўрсаткичлари, аррали жин ва тола конденсори иш унумдорликларининг чигитни чиқарувчи

кувур ва пульсатор характеристикаларига боғлиқ равишда ўзгариш қонуниятлари аниқланган;

ишчи органлардаги технологик қаршиликларни ҳисобга олган ҳолда аррали жиннинг динамик ва конструктив кўрсаткичларини танлаш имконини берувчи 156 аррали цилиндр вали, чигитни чиқарувчи кувур ва шнекларнинг юкланиши қонуниятлари ҳамда улар айланишининг критик частоталари аниқланган;

пахтани қайта ишлашда энергия сарфини ва пахта толаси таннархини камайтирувчи «таъминлагич – аррали жин – тола конденсори» машина агрегатларининг математик моделлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

пахтанинг ифлосланганини 31% гача камайтирувчи икки барабанли таъминлагич ва толанинг ифлосланганини 13% гача камайтирувчи пульсловчи ҳаво оқимли конденсор ишлаб чиқилган;

икки барабанли таъминлагич, чигитни ишчи камерадан қўшимча чиқарувчи қурилмали аррали жин ва пульсловчи ҳаво оқимли тола конденсорларининг динамик кўрсаткичларини ҳисоблаш дастурлари (№ DGU 00829, № DGU 00830 ва № DGU 02400) ишлаб чиқилган;

156 аррали жин ишчи камерасига чигитни қўшимча чиқарувчи қурилмани ўрнатиш орқали пахта толасининг сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда иш унумдорлиги соатига 2242,3 кг га етказилган ва аррали цилиндрнинг солиштирма электр энергия сарфи камайтирилган.

Олинган натижаларнинг ишончлилиги математик моделлар механиканинг замонавий фундаментал қонунлари асосида қурилгани ва назарий натижаларнинг лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитида тажрибавий натижалар билан солиштириш орқали тасдиқлангани билан асосланган.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг назарий моҳияти қуйидагилардан иборат:

икки барабанли қозикли таъминлагич, чигитни ишчи камерадан чиқарувчи қурилмали аррали жин ва пульсловчи ҳаво оқимли тола конденсори узатмаларининг динамик характеристикалари ва параметрларини аниқлашга ёрдам берувчи динамик ҳисоблаш услуби билан дастурий воситалар яратилган; пахтанинг икки барабанли таъминлагичдаги, жин ишчи камерасидаги ва толанинг тўрли барабан сиртидаги ҳаракатлари математик моделлари қурилган; тола конденсори тозалаш самарадорлигининг пульсатор ўлчамларига нисбатан ўзгариши ҳамда тола, чигит сифат кўрсаткичлари ва аррали жин иш унумдорлигининг чигитни қўшимча чиқарувчи кувур айланиш частотасига боғлиқ ҳолда ўзгариш қонуниятлари олинган.

Тадқиқотларнинг амалий аҳамияти – пахта толаси сифат кўрсаткичларини сақлаган ҳолда қайта ишлаш харажатларини камайтирувчи икки барабанли таъминлагич, чигитни ишчи камерадан чиқарувчи қурилмали аррали жин ва пульсловчи ҳаво оқимли тола конденсорларининг янги конструкциялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ишлаб чиқилган пульсловчи ҳаво оқимли КВВБ тола конденсори, икки барабанли таъминлагич

ва чигитни ишчи камерада чикарувчи курилмали такомиллаштирилган 156 аррали жин ишчи камераси «КРСВУ» маркаси билан «Ўзпахтасаноат» уюшмаси корхоналарида ишлаб чиқаришга жорий этилиб, йиллик иқтисодий самара 96,5 млн сўмни ташкил этган («Ўзпахтасаноат» уюшмасининг 04.09.2014 йилдаги жорий қилинганлик далолатномаси).

Ишнинг апробацияси. Тадқиқот натижалари 14 та илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан 10 та халқаро анжуманларда, хусусан: "Механика ва машинасозлик муаммолари" (Тошкент, 1993 ва 1998 йй.); Назарий ва амалий механика бўйича VIII Бутунроссия съездида (Пермь, 2001 й.); «Замонавий шароитда қанопни қайта ишлашнинг долзарб муаммолари» (Кострома, 2002 й.); «Механиканинг ҳозирги замон муаммолари ва истиқболлари» (Тошкент, 2004, 2006 ва 2009 йй.) анжуманларида апробациядан ўтказилган.

Диссертация ишининг асосий натижалари ЎзР ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти Х.Ҳ.Усмонхўжаев номидаги «Пахта мажмуаси машина ва механизмлари назарияси» бирлашган семинарида (Тошкент, 2003–2014 йй.); «Paxtasanoat ilmiy markazi» АЖ Илмий Кенгаш йиғилишида (Тошкент, 2006–2010 йй.) ва Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳузуридаги 16.07.2013.Т.06.01 рақамли Илмий Кенгаш қошидаги 05.02.03 – «Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехник тизимлар» мутахассислиги бўйича илмий семинарида (Тошкент, 2014 й.) маъруза қилинди ва муҳокама этилди.

Натижаларнинг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 46 та илмий иш, шу жумладан, халқаро журналларда 8 та илмий мақола чоп этилган ҳамда 6 та Ўзбекистон Республикаси патенти ва дастурлаш маҳсулотларига 3 та гувоҳнома олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса ва тақлифлар, 191 та фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 211 саҳифа, 89 та расм ва 39 та жадваллардан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

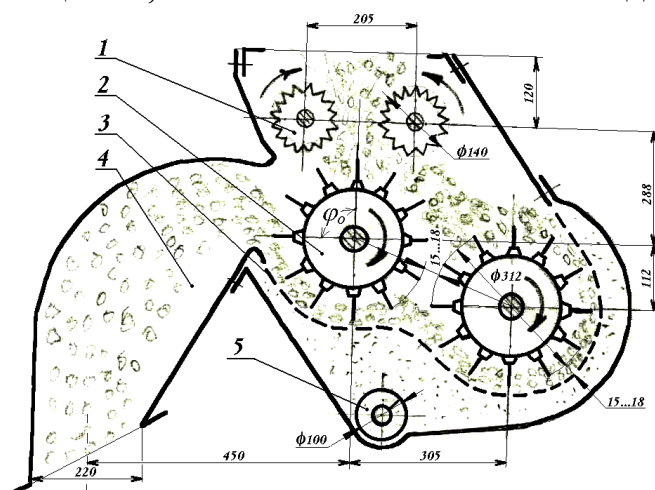
Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти аниқланган, тадқиқотнинг асосий услубияти, ишнинг апробацияси, чоп этилган ишлар ва диссертация тузилишига оид маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **биринчи боби** «Пахта тозалаш саноати машиналарининг конструкцияларига доир ишларнинг шарҳи» деб номланган ва унда МДХ ва чет элларда ўрта толали пахтани қайта ишловчи технологик оқим машиналар конструкциялари шарҳи келтирилган. Республикамиз ва чет элларда ишлаб чиқаришда мавжуд бўлган пахтани қайта ишлаш технологик оқимлари таҳлилига кўра жараён: пахтани қуритиш – тозалаш – тола ажратиш – толани тозалаш босқичларини ўз ичига олади.

Бу таҳлиллардан келиб чиққан ҳолда айтиш мумкинки, технологик жараённинг бир маромда ишлаши аррали жин ва конденсорлар фаолиятдан, уларнинг фаолиятлари эса ўз навбатида кўп жихатдан ишчи камерани пахта билан бир текисда таъминланишига боғлиқ бўладики, таъминлагичнинг аҳамияти бу жараён учун жуда катта ҳисобланади. Шу сабабдан таъминлагич, аррали жин ва тола конденсорларини мажмуа кўринишида ўрганиш тақозо этилади.

Адабиётлар таҳлили асосида пахтани қайта ишлаш оқим технологиясида таъминлагичлар пахтани тозалаш ва тола ажратиш жараёнларига бир маромда ва узлуксиз етказиб берувчи асосий машиналар ҳисобланиши ва улар турли жихатдан мажмуа фаолиятининг самарадорлигини ишлаб чиқишда яхлит ёндошув мавжуд эмаслиги аниқланган ва шу асосда илмий тадқиқот вазифалари белгиланган.

«Аррали жин таъминлагичининг динамикаси» деб номланган **иккинчи боб** аррали жиннинг икки барабанли қозикли таъминлагич барабанини ишлаб чиқишга, пахтанинг таъминлагич ичидаги ҳаракати ва таъминлагич – машина



1-расм. Икки барабанли таъминлагичнинг схемаси ва конструктив параметрлари

агрегати узатмасининг динамикасини ЭХМ ёрдамида тадқиқ қилишга бағишланган.

Таъминлагич жин қурилмасининг умумий мажмуасига киради ва жин ишчи камерасига пахтани бир текис етказиб бериш, юмшатиш, пахтадан толани ажратишдан олдин хас-чўплардан қисман тозалаш вазифаларини бажаради. Юқорида санаб ўтилган кўрсаткичларни таъминлаш учун икки барабанли қозикли таъминлагич ишлаб чиқилди (1-расм).

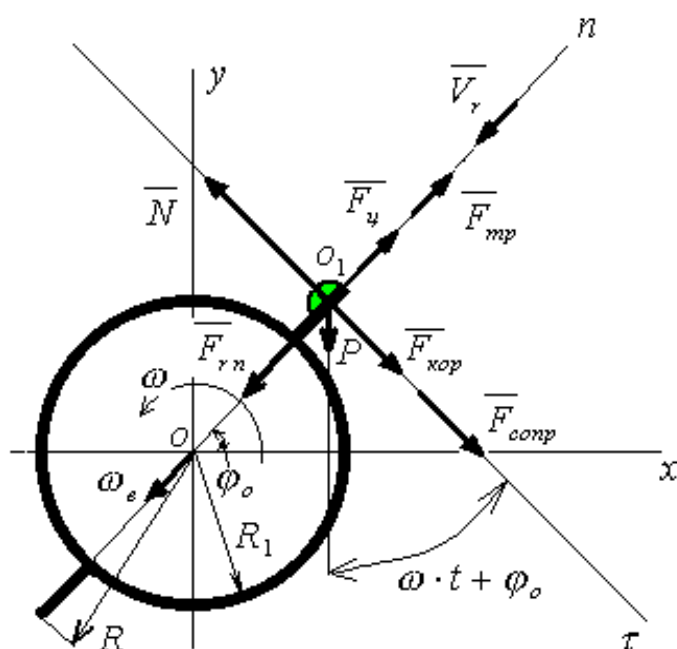
Таъминлагич ичида пахта ҳаракатини ўрганиш учун тузилган ҳисоб схемасида ҳаракат олти қисмдан иборат деб қаралган. Улардан биринчи, учинчи ва бешинчи қисмлари пахтанинг қозикли барабанлар сиртидаги ҳаракатини (2-расм), иккинчи, тўртинчи ва олтинчи қисмлари эса пахтанинг барабанлардан ажралган ҳолдаги ҳаракатини (3-расм) ифодалайди.

Келтирилган схемалар асосида пахтанинг қозикли барабан сирти бўйлаб ҳаракати (1) ва қозикли барабан сиртидан ажралган ҳолдаги ҳаракатининг (2) дифференциал тенгламалари тузилди:

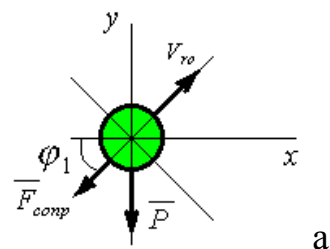
$$\frac{d^2 s}{dt^2} = K_{mp} \cdot \left[\frac{K^* \cdot (\omega \cdot R)^2}{m} + 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} + g \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) \right] - \frac{\dot{s}^2}{R} - g \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_x^2) \cdot \sin(\varphi_1)}{m}; & \frac{d^2 y}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_y^2) \cdot \cos(\varphi_1)}{m} - g; \\ \frac{d^2 x}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_x^2) \cdot \sin(2 \cdot \pi - \varphi_1)}{m}; & \frac{d^2 y}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_y^2) \cdot \cos(2 \cdot \pi - \varphi_1)}{m} - g. \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

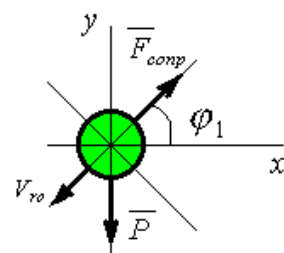
бу ерда K_{mp} – пахта ва қозикли барабан орасидаги ишқаланиш коэффиценти; K^* – пропорционаллик коэффиценти; φ_0 ва φ_1 – пахтани барабан қозикларига тушиш ва ундан ажралиш бурчаклари; ω – қозикли барабаннинг айланиш частотаси, c^{-1} ; m – пахтанинг массаси, кг; R – қозикли барабаннинг радиуси, м; g – эркин тушиш тезланиши, $м/с^2$; t – вақт, с; V_x ва V_y – пахта ҳаракати тезлигининг x ва y ўқларидаги проекциялари, $м/с$.



2-расм. Пахтанинг қозикли барабан сирти бўйлаб ҳаракати ҳисоб схемаси



а



б

а – юқоридан;

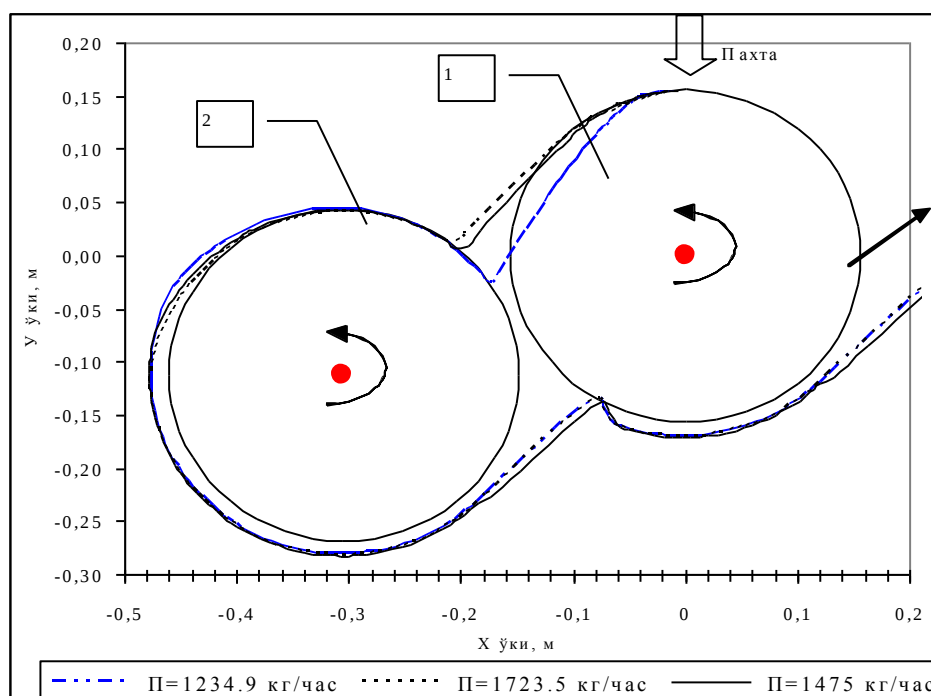
б – пастдан узилиш ҳолларида.

3-расм. Пахтанинг қозикли барабан сиртидан узилган ҳолда ҳаракати ҳисоб схемаси

(1) ва (2) тенгламаларни ечиш учун $\dot{s} = F(t, s, \dot{s})$ кўринишдаги иккинчи тартибли дифференциал тенгламаларни ечишнинг Рунге-Кутта сонли усулидан фойдаланилди. Ҳисоблашга киришишдан олдин вақт қадами Δt ҳамда бошланғич t_0 , $s(t_0) = s_0$ ва $\dot{s}(t_0) = \dot{s}_0$ қийматлар берилди.

Икки барабанли таъминлагичнинг математик моделини ЭХМда ҳисоблаш натижасида пахтани таъминлагич ичидаги ҳаракатининг қозикли барабан сиртига тушиш бурчагига ва тезлигига (таъминлагич валикларнинг айланиш частотаси ва таъминлагич унумдорлигига; 4-расм), шунингдек қозикли барабаннинг диаметри ва айланиш частотасига боғлиқ равишда ўзгариши графиклари курилди.

Аммо икки барабанли таъминлагичнинг ишчи камерага пахтани бир текисда муайян унумдорликда етказиб беришини таъминлаш учун қозикли барабанлар айланиш тезлигининг ўзгаришларини ҳамда электр двигатели сарфлаётган қувватни камайтириш лозим ва бу мақсадда таъминлагич машина агрегатининг ҳаракат тенгласига мурожаат қиламиз.



4-расм. Чигитли пахта траекториясининг таъминлагич валиклари айланиш частотаси ва унумдорлигига боғлиқ равишда ўзгариши

Лагранжнинг II тур тенгламаларидан фойдаланиб, таъминлагич машина агрегати ҳаракат тенгламаси тузилди:

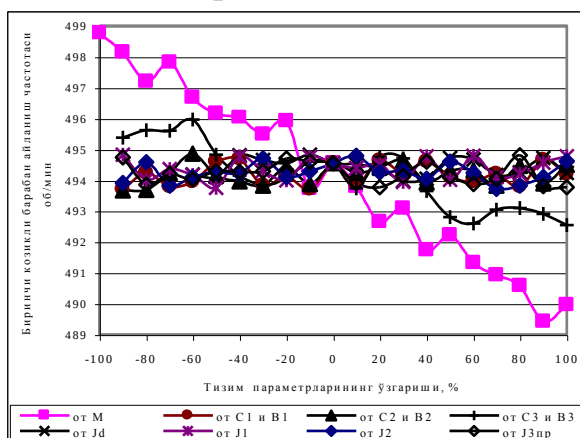
$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D1} \cdot \varphi_1) - \epsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D1} \cdot \dot{\varphi}_1) ; \\ \mathfrak{I}_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 &= c_1 \cdot i_{D1} \cdot (\varphi_D - i_{D1} \cdot \varphi_1) + \epsilon_1 \cdot i_{D1} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D1} \cdot \dot{\varphi}_1) - c_2 \cdot (\varphi_1 - i_{12} \cdot \varphi_2) - \\ &\quad - \epsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - c_3 \cdot (\varphi_1 - i_{13} \cdot \varphi_3) - \epsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_1 ; \\ \mathfrak{I}_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 &= c_2 \cdot i_{12} \cdot (\varphi_1 - i_{12} \cdot \varphi_2) + \epsilon_2 \cdot i_{12} \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2 ; \\ \mathfrak{I}_{3np} \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_3 \cdot i_{13} \cdot (\varphi_1 - i_{13} \cdot \varphi_3) + \epsilon_3 \cdot i_{13} \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_{3np} ; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

бу ерда $\mathfrak{I}_D, \mathfrak{I}_1, \mathfrak{I}_2, \mathfrak{I}_{3np}$ – мос равишда айланувчи массаларнинг инерция моментлари, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; M_D, M_1, M_2, M_{3np} – электр двигателининг айланувчи ўқи ва таъминлагич барабанларга таъсир этувчи юкланишлар моментлари, $\text{Н} \cdot \text{м}$; c_1, c_2, c_3 – тасмали узатманинг бикирлиги, $\text{Н} \cdot \text{м} / \text{рад}$; $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ – тасмали узатмаларнинг диссипация коэффициентлари, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} / \text{рад}$; $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3$ – тизим айланувчи массаларининг бурчак тезликлари, с^{-1} ; i_{D1}, i_{12}, i_{13} – тасмали узатманинг узатиш нисбатлари.

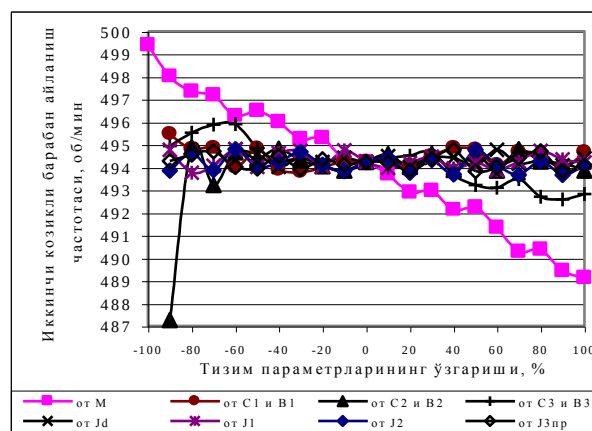
Чизиксиз дифференциал тенгламалар (3) тизими ЭХМ ёрдамида ечилди. Сонли натижалар асосида қозикли барабанлар (5-расм), ИВР-1 вариатори етакчи ўқининг нотекис айланиши ва айланиш частотаси ўзгаришлари ҳамда электр двигатели истеъмол қилаётган қувватнинг графиклари қуйидаги берилган параметрлар учун (0,%): қаршилик моменти ($M_1=12,475, M_2=12,475, M_{3np}=1,287 \text{ Н} \cdot \text{м}$); тасмали узатманинг эластик ва диссипатив параметрлари ($c_1=61,948, c_2=41,472, c_3=24,048 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{рад}$ ва $\epsilon_1=0,3636, \epsilon_2=0,2138, \epsilon_3=0,1596 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} / \text{рад}$), электродвигатель инерция моменти ($\mathfrak{I}_d=0,158 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$), биринчи

($\mathfrak{I}_1=4,469 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$) ҳамда иккинчи қозикли барабанларнинг ($\mathfrak{I}_2=4,469 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$) ва таъминлагич валикларининг ($\mathfrak{I}_{3np}=0,2547 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$) ИВР-1 вариатори валига нисбатан келтирилган моментлари аррали жин таъминлагичининг ҳақиқий параметрларини камайтирилган (-100%) ва орттирилган (100%) қийматларида қурилди.

Натижада машина агрегати ҳаракатининг тенгламалари тузилиб, динамик характеристикалари ўрганилди ва таъминлагич узатмасининг рационал параметрлари топилди. Аниқландики, электр двигатели истеъмол қилаётган қувват 1,51 дан 1,366 кВт гача камайтирилиб, қозикли барабан айланиш частотаси 494,3 мин⁻¹ (51,76 с⁻¹) га тенг бўлган ҳолда айланиш нотекислиги 0,00008 дан 0,00243 гача камаяди ва бу учун таъминлагичдаги учинчи тасмали узатманинг эластик-диссипатив параметрлари 70 %га (24,048 дан 7,214 Н·м/рад гача) камайтирилиши лозим.



а



б

5-расм. Биринчи (а) ва иккинчи (б) қозикли барабанлар айланиш частоталарининг ўзгариш графиклари

Тозалаш самарадорлигини ўрганиш мақсадида «PaxtaGin KB» ОАЖ “Машина синаш маркази”да кенглиги 560 мм бўлган икки барабанли таъминлагичнинг тажриба қурилмаси яратилди. Ўтқазилган тажрибалар натижасига кўра унинг иш унумдорлиги 1587 кг/соат га тенг бўлганда тозалаш самарадорлиги 31 %ни ташкил этди.

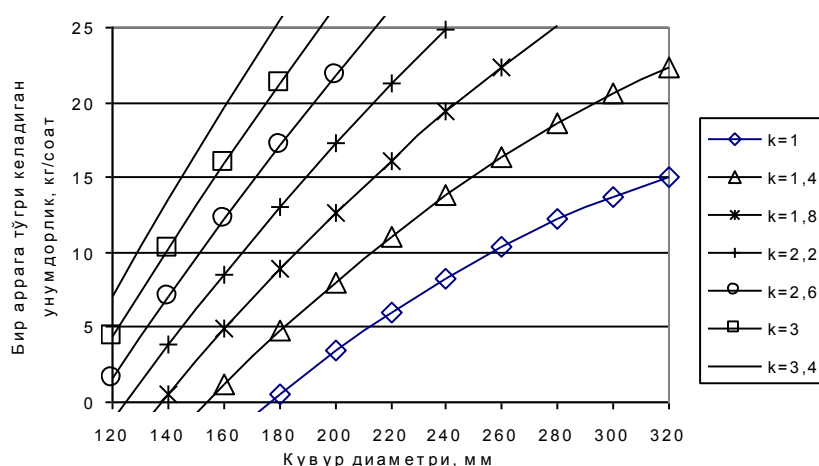
Умуман олганда, яратилган кенглиги 560 мм, диаметри 312 мм ва қозикли барабанларининг айланиш тезлиги 490 мин⁻¹, икки барабанли таъминлагич унумдорлиги 1587 кг/соат бўлганида пахтани 31%гача тозалайди ва 0,84 кВт/соат қувват истеъмол қилган ҳолда пахта зичлигини камайтириш ва тозалаш ҳамда аррали жин ишчи камерасига бир маромда етказиб беришни таъминлайди. Эни 560 мм ва иш унумдорлиги 1587 кг/соат бўлган таъминлагич ўрнатилган аррали жин унумдорлиги 508 кг/соатни (ёки бир арра учун 508/30=16,9 кг/соат ни) ташкил этиши лозим. Серияда чиқираладиган аррали жин унумдорлиги битта арра учун 15,3 кг/соат ни ташкил этади. Шунинг учун машина агрегатлар жойлашувининг узлуксизлиги ва иш унумдорликлари, ўлчамлари ва бирикиб ишлаши бўйича мосликларини таъминлаш мақсадида аррали жин яратиш зарурати туғилди.

Диссертациянинг **учинчи боби** «Юқори унумдорликка эга аррали жин ишчи камерасини яратиш» деб номланган. Унда аррали жин ишчи камерасига қўшимча ўтқазилган чигитни олиб чиқувчи қурилмани назарий ўрганиш ва ишлаб чиқиш ҳақида сўз боради.

Аррали жинни модернизация қилиш орқали унумдорлигини ошириш учун хом ашё валигининг тезлиги ва массасини ошириш лозим. Хом ашё валигининг тезлиги ва массасини ошириш учун ишчи камера ичига чигитни чиқарувчи R радиусли қувур ўрнатилиши талаб этилади ва бу эса ишчи камера ҳажмини $(V_{об} - \pi \cdot R^2 \cdot l)$ га камайтиради. Хом ашё валигининг массаси G га тенг. Ишчи камера радиуси бўйлаб қувур деворидан брусгача масофа $(0.16 м - R)$ ни ташкил этади, яъни R ортиши билан бу масофа камаяди.

А. Максудов томонидан таклиф этилган тенгликни юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича қайта ёзиш мумкин:

$$Q_t = Q_o + 1.35 (\nu - \nu_o) + 7,1 \cdot [k \cdot \nu_b \cdot (0.16 м - R) - \nu_{bo}] + 0.5 \cdot [\rho \cdot (V_{об} - \pi R^2 \cdot l) - G_o], \quad (4)$$



6-расм. Чигит чиқарув қурилмага эга аррали жин қувур диаметридан ва хом ашё валиги бурчак тезлиги коэффициент k дан боғлиқ равишда кутиладиган унумдорлиги

бу ерда Q_o – жиннинг паспортда кўрсатилган унумдорлиги; ν , ν_o ва ν_b , ν_{bo} – мос равишда аррали цилиндр ва хом ашё валигининг таклиф этилаётган ва қўлланилаётган айланиш тезликлари; G , G_o – хом ашё валигининг таклиф этилаётган ва мавжуд массаси; k – хом ашё валиги айла-

ниш частотасининг ортишини ҳисобга олувчи коэффициент.

Аррали жиннинг битта арраси учун унумдорликни 20 кг/соат гача етказиш учун чигит чиқарувчи қувур диаметрининг минимал қийматида хом ашё валиги айланиш частотасини $2,4$ мартадан $3,4$ мартагача (6-расм), диаметрини эса 160 мм дан 180 мм гача орттириш кераклиги (4) ифодадан аниқланди. Бунда арра диски ва қувур орасидаги масофа 40 мм дан 30 мм гача, ишчи камеранинг ҳажми 16% дан 20% гача камаяди. Шу сабабли хом ашё валигининг массасини орттириш учун арралар сонини 20% га орттириш лозим. Бунинг учун эса аррали дисклар оралиғини 18 мм дан 15 мм гача камайтириш лозим.

Чигит чиқарувчи қурилмага эга аррали жин унумдорлигини ошириш учун қуйидаги масалалар ечилди.

1. Тезлик векторининг радиал ва тангенциал ташкил этувчилари аниқланди:

$$U_r(\hat{r}, \theta) = F_1(\hat{r}) \cdot \Phi(\theta), \quad U_\theta(\hat{r}, \theta) = F_2(\hat{r}) \cdot \Phi(\theta), \quad (5)$$

бу ерда

$$F_1(\hat{r}) = \frac{1}{1 - \hat{R}_1^2} \cdot \left[U_{H0} \cdot \left(\frac{\hat{R}_1^2}{\hat{r}} - \hat{r} \right) - U_{HC} \cdot \left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{r}} - \hat{R}_1 \cdot \hat{r} \right) \right];$$

$$F_2(\hat{r}) = \frac{1}{1 - \hat{R}_1^2} \cdot \left[U_{\theta 0} \cdot \left(\hat{r} - \frac{\hat{R}_1^2}{\hat{r}} \right) + \omega_1 \cdot R_1 \cdot \left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{r}} - \hat{R}_1 \cdot \hat{r} \right) \right];$$

$$\hat{R}_1 = R_1 / R_2, \quad \hat{r} = r / R_2, \quad \Phi(\theta) = \sum_{n=1}^N [a_0 + a_n \theta_n^n].$$

Хом ашё валигининг мос бурчак тезлиги топилди:

$$\omega(\hat{r}, \theta) = \frac{1}{2} \cdot \left[F_2(\hat{r}) \cdot \Phi(\theta) - \frac{1}{\hat{r}} \Phi(\theta) \cdot F_1(\hat{r}) \right], \quad (6)$$

бу ерда r, θ – цилиндрлик координаталар; U_r, U_θ – тезлик векторининг радиуси ва тангенциал ташкил этувчилари; R_1 ва ω_1 – ички цилиндрнинг радиуси ва айланиш тезлиги; R_2 – ташқи цилиндрнинг радиуси; r – қаралаётган нуқтанинг радиуси.

Хом ашё валигининг кинематикасини ўрганиш натижасида аррали жин юқори унумдорликда ишлаганда пахта зичлигининг камайиши ва унинг ишчи камерага кирмай қолиши аниқланди. Бундай ҳолнинг юзага келиши хом ашё валиги ва ишчи камерага тушиши керак бўлган пахта ҳаракат йўналишларига боғлиқ экан. Бу муаммони ҳал этиш учун хом ашё валиги йўлига пластина ўрнатилди. Натижада хом ашё валигининг айланиш йўналиши ишчи камерага тушиши керак бўлган пахта йўналиши томонга ўзгартирилди.

Олиб борилган тажрибалар натижасида чигит чиқарувчи қурилманинг параметрлари аниқланди: ташқи диаметр – 159 мм; тешиklar – бўйлама-тирқиш кўринишида, қийшайтирилган, кенглиги 6 мм; тешиklar сони – айлана бўйлаб 16 та; қўшни тешиklar 0,5 қадамга силжитилган; тешиklarнинг узунлиги – 250 мм. Қувурнинг айланиш частотаси 360 мин⁻¹ га тенг ва у хом ашё валиги билан бир хил йўналишда айланади; шнекнинг айланиш частотаси 720 мин⁻¹ га тенг ва у қувур ҳаракатига нисбатан қарама-қарши йўналишда айланади.

Таққослаш мақсадида ўтказилган тажрибалар 30 аррали жинда бир аррага мос келувчи тола бўйича унумдорлик соатига 10 кг эканлиги аниқланди. Айнан шундай ўлчамларга эга бўлган янги таклиф этилган 36 аррали чигит чиқарув қурилмага эга жиннинг бир аррага тўғри келувчи унумдорлиги соатига 15,1 кг ни ташкил этди. 36 аррали жиннинг унумдорлиги 81%га ошди, яъни 30 аррали жинга нисбатан 1 тонна толани ажратиш учун 45% кам вақт сарфланиши аниқланди.

Серияда чиқариладиган аррали жин унумдорлиги (бир аррага 10 кг/соат тола), қувур радиуси ($r=0,08$ м), хом ашё валининг бурчак тезлиги (51 с⁻¹ ва $k_1=3,3$) қийматларини (4) тенгламага қўйиб, чигитни чиқарув қурилмага эга

аррали жиннинг ҳар бир аррага тўғри келувчи унумдорлиги $15,15 \text{ кг/соат}$ ни топамиз. Бундай унумдорликда тишлардан фойдаланиш коэффициентининг қиймати $k=0,7$ ни ташкил этади. Тажриба йўли билан топилган хом ашё валининг бурчак тезлиги (хом ашё валининг ва қувур бурчак тезликларининг йиғиндиси $15,476+37,699=53,175 \text{ с}^{-1}$) унинг назариядаги қийматидан $2,175 \text{ с}^{-1}$ ($4,3\%$)га фарқ қилади.

«Чигитни чиқарувчи қурилмага эга аррали жиннинг динамикаси» деб номланган **тўртинчи боб**да аррали жиннинг статик ва динамик характеристикалари таҳлил қилинган ва чигитни чиқарувчи қурилмага эга 156 аррали тажриба-саноат жинининг экспериментал текшириш натижалари келтирилган.

Чигитни чиқарувчи қурилмага эга аррали жин ишчи камераси деталлари, хусусан, унинг асосий қисмлари – аррали цилиндр, чигитни чиқарувчи қувур ва шнек сезиларли даражадаги ташқи юкланмалар таъсири остида бўлади.

Ишлаб чиқилган чигитни чиқарувчи қурилмага эга 36 аррали жин асосида такомиллаштирилган 156 аррали жин яратиш ва тажрибада текшириш учун қуйидаги назарий масалалар ечилди.

I. Лагранжнинг II тур тенгламаларидан фойдаланиб, 156 аррали цилиндр машина агрегати ҳаракатининг дифференциал тенгламаси тузилди:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_{D2} \cdot \ddot{\varphi}_{D2} &= M_{D2} - c_4 \cdot (\varphi_{D2} - i_{D25} \cdot \varphi_5) - \epsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_{D2} - i_{D25} \cdot \dot{\varphi}_5); \\ \mathfrak{I}_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 &= c_4 \cdot i_{D25} \cdot (\varphi_{D2} - i_{D25} \cdot \varphi_5) + \epsilon_4 \cdot i_{D25} \cdot (\dot{\varphi}_{D2} - i_{D25} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_5; \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

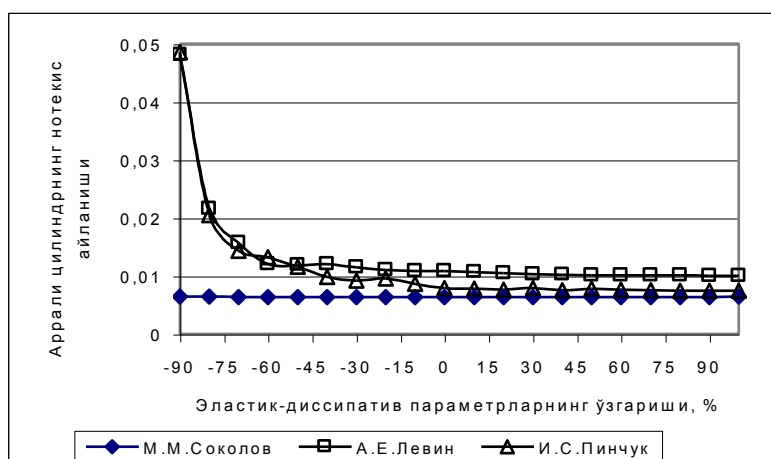
бу ерда $\mathfrak{I}_{D2}$, $\mathfrak{I}_5$ – электр двигатели ва аррали цилиндрларнинг инерция моментлари, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; M_{D2} , M_5 – электр двигатели ва аррали цилиндр валларига тушаётган юкланишларнинг моментлари, $\text{Н} \cdot \text{м}$; c_4 – муфтанинг эластиклик бикирлиги, $\text{Н} \cdot \text{м/рад}$; ϵ_4 – муфтанинг диссипация коэффициенти, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с/рад}$; $\dot{\varphi}_{D2}$, $\dot{\varphi}_5$ – электр двигатели ва аррали цилиндрларнинг бурчак тезликлари, с^{-1} ; i_{D25} – муфтанинг узатиш нисбати.

5ДП-156 жиннинг 156 аррали цилиндри машина агрегатини тадқиқ қилиш учун тезлаштириш усули ёрдамида аррали цилиндрнинг инерция моменти $\mathfrak{I}_2=1.244 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, аррали цилиндр валига тушаётган технологик юкланиш моменти $M_2=M_{cp}+M_o \cdot \cos(\pi \cdot \omega_o \cdot t/6)+\varphi_o$ аниқланди (бу ерда $M_{cp}=843.72 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_o=78.78 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $\omega_o=\pi \cdot 490/30 \text{ рад/с}$; t – вақт; φ_o – бошланғич фаза) ва ҳисоб йўли билан муфтанинг бикирлиги $c_4=23065,2 \text{ Н} \cdot \text{м/рад}$ ва диссипация коэффициенти $\epsilon_4=128,5346 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с/рад}$ қийматлари топилди.

Чизиксиз дифференциал тенгламалар (7) тизими ЭХМда Рунге-Кутта усулида сонли ечилиб, ҳаракатлантирувчи двигателнинг И.С. Пинчук, А.Е. Левин ва М.М. Соколов таклиф этишган турли характеристикаларида аррали цилиндрнинг динамикаси ўрганилди.

Аррали цилиндр ҳаракати тенгламасини ўрганиш натижасида қуйидагилар аниқланди: муфтанинг эластик-диссипатив параметрлари -90 дан 100% гача орттирилса, А.Е. Левин ва И.С. Пинчук характеристикаларидан фойдаланилганда айланишнинг нотекислиги $7,44 \cdot 10^{-3}$ дан $4,85 \cdot 10^{-2}$ гача ортади, М.М. Соколов характеристикасидан фойдаланилганда эса $6,44 \cdot 10^{-3}$ дан $6,39 \cdot 10^{-3}$ гача камаяди;

5ДП-156 аррали цилиндри инерция моменти -90 дан 100% гача орттирилса, М.М. Соколов ва А.Е. Левин характеристикаларида аррали цилиндр айланишининг нотекислиги деярли бир хилда $6,58 \cdot 10^{-3}$ дан $6,32 \cdot 10^{-3}$ гача ва $1,08 \cdot 10^{-2}$ дан $1,02 \cdot 10^{-2}$ гача камаяди, И.С. Пинчук характеристикасида эса $7,23 \cdot 10^{-3}$ дан $9,38 \cdot 10^{-3}$ гача ортади (7-расм); двигатель инерция моментининг ўзгариши М.М. Соколов ва А.Е. Левин характеристикаларида аррали цилиндр айланишининг нотекислигига таъсир этмайди; электр двигателининг ўтиш ва барқарорлашиш режимларини ўрганиш учун А.Е. Левин ва М.М. Соколов характеристикаларидан, барқарор режимда эса И.С. Пинчук характеристикасидан фойдаланиш тавсия этилади.



7-расм. Эластик-диссипатив параметрларни аррали цилиндр айланиши нотекислигига таъсири

тезликларнинг аррали цилиндр учун 117,9; 450,2 ва 774,3 $рад/с$, чигитни чиқарувчи қувур учун 203,65; 811,16; 1814,06 $рад/с$ ва шнек учун 74,85; 292,48; 636,1 $рад/с$ қийматлари аниқланди. Чигит чиқарувчи қувурнинг кўндаланг ва шнекнинг бўйлама силжишлари қонуниятлари олинди: уларнинг максимал қийматлари $l=0,191$ м учун $-2,91 \cdot 10^{-6}$ м ни ва $l=0,293$ м учун $-6,33 \cdot 10^{-5}$ м ни ташкил этди.

Арралар сони 130 тадан 156 тага етказилганда аррали цилиндр валининг диаметрини катталаштириш шарт эмаслиги аниқланди. Чунки аррали цилиндрининг бурчак тезлиги биринчи критик соҳага $\omega_p \leq 0,75 \cdot \omega_{1кр}$ (қаттиқ вал – $76,969 < 88,451$ $рад/с$) мос келди ва ўқнинг узунлик бўйича кўндаланг силжиши 0,1058 мм ни ташкил этди.

Чигитни чиқарувчи қувур максимал кучланишининг қиймати $\tau_{max}=15,4 \cdot 10^5$ н/м² (қувур материали пўлат-45нинг рухсат этилган кучланиши $[\tau_k]=1029,7 \cdot 10^5$ Н/м²) ва тешик соҳалари учун бурилиш бурчагининг қиймати $\phi_{max}=0,0324^\circ$ эканлиги аниқланди.

II. Такмиллаштирилган чигит чиқарувчи қурилмага эга аррали 5ДП-156 жиннинг тажриба учун яратилган намунасида ўтказилган эксплуатация синовлари натижасида унинг тола ажратиш технологик жараёнини қоникарли

Умуман олганда, аррали цилиндр айланишининг нотекислигини камайитириш учун эластик-диссипатив параметрларни 23065,2 дан 29984,76 $Н \cdot м/рад$ гача (128,534 дан 167,09 $Н \cdot м \cdot с/рад$ гача) орттириш лозим.

II. Шунингдек, чекли элементлар усулини кўчишлар шаклида қўллаш орқали ўтказилган ҳисоблашлар натижасида биринчи, иккинчи ва учинчи критик

бажарганлиги, тола бўйича унумдорлиги $2242,3 \text{ кг/соат}$, толаси ажратилган чигитнинг туклилиги $11,4\%$ дан чигит чиқарувчи қувурдан кейин $10,36\%$ га тушгани, асосий аррали жин сарфлаётган қувват $77,2 \text{ кВт/соат}$, чигит чиқарувчи қувурники эса $4,5 \text{ кВт/соат}$ га ва толани олиш учун ҳаво сарфи $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$ га тенг эканлиги аниқланди.

Такомиллаштирилган, чигит чиқарувчи қувурга эга аррали 5ДП-156 жиннинг Бектемир, Алимкент, Қорасув ва Пскент пахта тозалаш заводларига жорий қилиниши унумдорлик ортишини ва электр энергиясининг солиштирма сарфланишининг камайиши билан бирга машина агрегатлари жойлашувининг узлуксизлиги ва иш унумдорликлари, ўлчамлари ва бирикиб ишлаш бўйича мослиги (пахта учун 7007 кг/соат) ни кўрсатди. Йиллик иқтисодий самара $96,5$ миллион сўмдан ортиқ бўлиши аниқланди.

Таклиф этилаётган икки барабанли қозикли таъминлагич, чигит чиқарув қурилмасига эга аррали жин ва тола конденсорининг самарадорлигини баҳолаш учун 2^{n} марказий композицион режасини қўллаб, тажриба тадқиқотлари ўтказилди. Кириш параметрлари сифатида – арранинг чиқиб туриш баландлиги ($x_1=47, 52, 57 \text{ мм}$) ва чигит чиқарувчи қувурнинг айланиш частотаси ($x_2=365, 389, 413 \text{ мин}^{-1}$) олинди, чунки бу параметрлар таъминлагич, аррали жин ва конденсор иш унумдорликларини, энергия сарфини, пахта ва чигитнинг ифлосланганлигини, чигитни камерадан чиқариш, чигитнинг туклилиги ва шикастланганлиги, ножинс аралашмаларнинг толадаги масса улуши, тола узунлиги омилларини белгилайди.

Натижада қуйидаги регрессия тенгламалари олинди:

$$y_1=6958,3682+272,3858 \cdot x_1 \cdot x_2-788,3332 \cdot x_1^2+292,2118 \cdot x_2^2;$$

$$y_2=2242,1568+87,6096 \cdot x_1 \cdot x_2-256,3984 \cdot x_1^2+98,126 \cdot x_2^2;$$

$$y_3=5,6267-0,8583 \cdot x_1+0,2217 \cdot x_2-0,37 \cdot x_1 \cdot x_2;$$

$$y_4=74,8216-3,3642 \cdot x_1+2,3646 \cdot x_2+2,4129 \cdot x_1 \cdot x_2;$$

$$y_5=0,2107+0,1093 \cdot x_1+0,0052 \cdot x_2+0,008 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (8)$$

$$y_6=1,7573-0,0643 \cdot x_1-0,195 \cdot x_2+0,06 \cdot x_1 \cdot x_2+0,1227 \cdot x_1^2-0,1889 \cdot x_2^2;$$

$$y_7=1,1450+0,6477 \cdot x_1-0,3029 \cdot x_2-0,5087 \cdot x_1 \cdot x_2+0,1699 \cdot x_1^2-0,2817 \cdot x_2^2;$$

$$y_8=11,4905+0,1322 \cdot x_1-0,3356 \cdot x_2-0,1426 \cdot x_1 \cdot x_2+0,3439 \cdot x_1^2;$$

$$y_9=33,7083-0,5535 \cdot x_1^2.$$

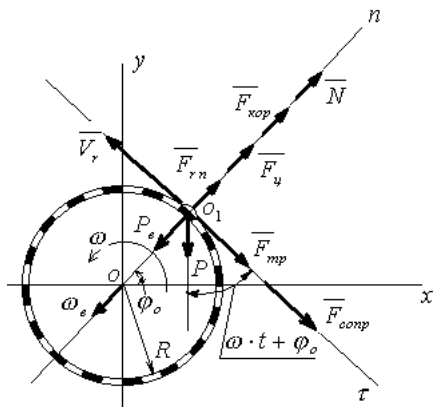
Муқобил пахта толаси сифатини аниқлашда мезон қилиб унинг узунлиги қаралди ва масалани ечишда қуйидаги чекланишлардан фойдаланилди: таъминлагичнинг пахта бўйича унумдорлиги – $y_1=7000 \text{ кг/соат}$; тола бўйича жин унумдорлиги – $y_2=2340 \text{ кг/соат}$; чигитнинг қувур орқали чиқарилиши – $y_3=7\%$; жин аррали цилиндри истеъмол қилаётган қувват – $y_4=75 \text{ кВт/соат}$; чигитнинг ифлосланганлиги $y_5=0,33\%$; ножинс аралашмаларнинг толадаги масса улуши – $y_6=4,9\%$; чигитнинг механик шикастланишининг ортиши – $y_7=7,9\%$; чигитнинг туклилиги – $y_8=12,28\%$.

Регрессия тенгламасидан мукобил кўрсаткичларни аниқлаш «Оптималловчи моделнинг ечимини Ньютон усулида излаш» дастури ёрдамида бажарилди. Натижада арранинг чиқиб туриш баландлиги ($x_1=51,5$ мм) ва қувурнинг айланиш частотаси ($x_2=387,6$ мин⁻¹) ҳамда бу катталикларга мос келувчи таъминлагичнинг унумдорлиги 6956 кг/соат, аррали жиннинг унумдорлиги 2242 кг/соат, толанинг узунлиги $y_9=33,71$ мм аниқланди. Чигит чиқарув қурилмасига эга 156 аррали жин яратиш оқим линиясининг пахта бўйича унумдорлигини 7,4 т/соат (тола бўйича 2,385 т/соат) гача етказиш имконини берди. 36 аррали ва 156 аррали чигит чиқарув қурилмага эга жинлар унумдорликларининг фарқи 5,9% ни ташкил этади.

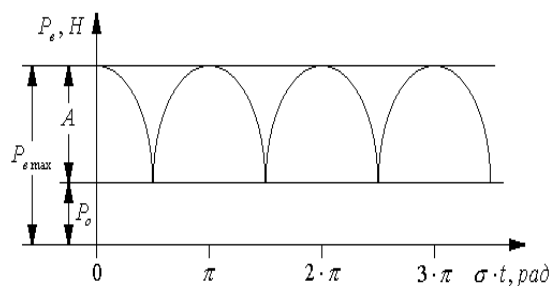
Ўтказилган назарий ва амалий тадқиқотлар асосида ифлосланиши турлича бўлган пахта бўйича унумдорлиги 7 т/соат бўлган ишлаб чиқариш оқими яратилди; яратилган жин юқори унумдорликни ва толани сифатли тозалашни, машина агрегатларини ўринлаштиришда бирикиб ишлаш, ўлчамлар ва маҳсулдорлик бўйича талабларни қондириб, тола бўйича 2242 кг/соат унумдорликни ва электр энергия сарфини камайтириш имконини берди.

Демак, таклиф этилган иккита чигит ажратувчи қурилмага эга 5ДП-156 аррали жинлари ишлаб чиқариш оқими 188 ишчи куни режимида 18206,3 т пахта толаси етиштириб бериш имконига эга.

Диссертациянинг пульсловчи ҳаво оқимли тола конденсори яратишга бағишланган **бешинчи боби** «Тола конденсори машина агрегати динамикасининг тадқиқоти» деб номланган. Унда машина агрегатининг динамикаси ўрганилган, шунингдек тажриба асосида пульсловчи ҳаво оқимли конденсор геометрик ва аэродинамик параметрларини ўрганиш орқали таклиф этилган конденсорнинг самарадорлиги аниқланган.



8–расм. Тола конденсорини ҳисоблашга доир схема



9–расм. Сўриш кучини пульсатор заслонкасининг бурилиш бурчагидан боғлиқлиги

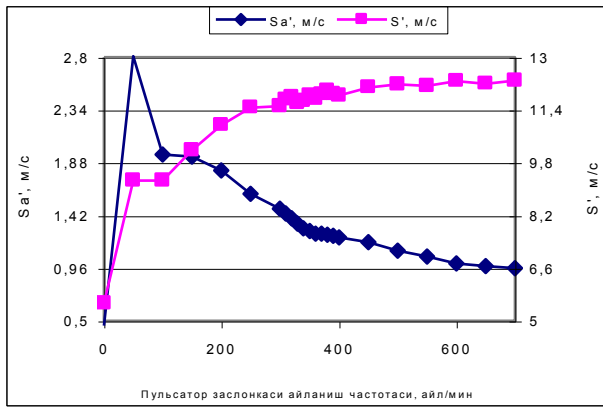
Ҳисоблаш схемаси асосида (8–9 расмлар) толанинг тўрли барабан устидаги ҳаракатининг дифференциал тенгламалари тузилди:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = K_{mp} \cdot \left[\frac{P_o}{m} + \frac{A}{m} \cdot \left| \cos(\sigma \cdot t + \alpha_o) \right| + g \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_o) - \right. \\ \left. - 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} - R \cdot \omega^2 - \frac{\dot{s}^2}{R} \right] + \frac{K^*}{m} \cdot (\omega \cdot R - \dot{s})^2 + g \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_o), \quad (9)$$

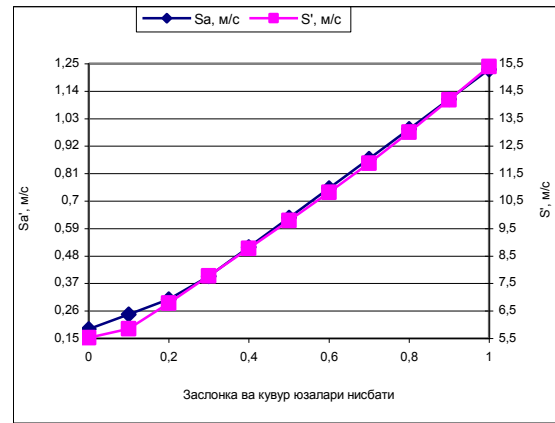
бу ерда K_{mp} – тола ва тўрли барабан орасидаги ишқаланиш коэффиценти; K^* – пропорционаллик коэффиценти; φ_0 – толани тўрли барабан сиртига тушиш бурчаги; ω – тўрли барабаннинг айланиш частотаси, c^{-1} ; m – толанинг массаси, кг; R – тўрли барабаннинг радиуси, м; g – эркин тушиш тезланиши, $м/с^2$; t – вақт, с; P_0 – сўриш кучининг доимий ташкил этувчиси, Н; A – сўриш кучининг ўзгарувчи қисми амплитудаси, Н; σ – пульсатор заслонкасининг айланиш частотаси, c^{-1} ; α_0 – пульсатор заслонкасининг бошланғич фазаси.

(9) тенгламани ечишда Рунге-Кутта усулидан фойдаланилди.

Пульсатор айланиши частотасининг 0 ва 700 $мин^{-1}$ интервалида амплитуда функцияси ва йиғинди нисбий тезликларнинг ташкил этувчиларига таъсирини ўрганиш натижасида параметрларнинг рационал қийматлари: $\sigma=370 \cdot \pi/30 c^{-1}$; $P_0=0,3 \cdot P_{\max}$ Н; $A=0,7 \cdot P_{\max}$ Н аниқланди (10–11 расмлар). Йиғинди тезликларнинг мос максимал қийматлари $S'=11,87032$ м/с ва $Sa'=0,869451$ м/с ни ташкил этди. $\sigma=0 c^{-1}$; $P_0=P_{\max}=0,245$ Н; $A=0$ Н ҳоли учун эса бу тезликлар $S'=5,527653$ м/с ва $Sa'=0,18704$ м/с га тенг бўлди.



А



Б

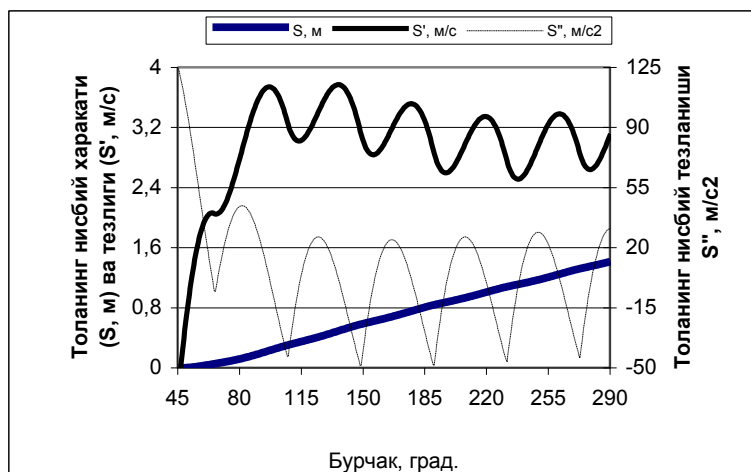
10-расм. Пульсатор заслонкаси айланиши частотасидан (а) ҳамда заслонка ва қувур юзалари нисбатидан (б) боғлиқ равишда толанинг амплитудаси (Sa') ва йиғинди нисбий тезликнинг (S') ўзгаришлари

II турдаги Лагранж тенгламаларидан фойдаланиб пульсатор хаво оқимли конденсор узатмаси машина агрегатининг ҳаракат дифференциал тенгламаси тузилди:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D3} \cdot \varphi_3) - e_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D3} \cdot \dot{\varphi}_3), \\ \mathfrak{I}_{3np} \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_1 \cdot i_{D3} \cdot (\varphi_D - i_{D3} \cdot \varphi_3) + e_1 \cdot i_{D3} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D3} \cdot \dot{\varphi}_3) - \\ &\quad - c_2 \cdot (\varphi_3 - i_{34} \cdot \varphi_4) - e_2 \cdot (\dot{\varphi}_3 - i_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - M_{3np}, \\ \mathfrak{I}_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 &= c_2 \cdot i_{34} \cdot (\varphi_3 - i_{34} \cdot \varphi_4) + e_2 \cdot i_{34} \cdot (\dot{\varphi}_3 - i_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - \\ &\quad - c_3 \cdot (\varphi_4 - i_{45} \cdot \varphi_5) - e_3 \cdot (\dot{\varphi}_4 - i_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_4, \\ \mathfrak{I}_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 &= c_3 \cdot i_{45} \cdot (\varphi_4 - i_{45} \cdot \varphi_5) + e_3 \cdot i_{45} \cdot (\dot{\varphi}_4 - i_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - \\ &\quad - c_4 \cdot (\varphi_5 - i_{56} \cdot \varphi_6) - e_4 \cdot (\dot{\varphi}_5 - i_{56} \cdot \dot{\varphi}_6) - M_5, \\ \mathfrak{I}_6 \cdot \ddot{\varphi}_6 &= c_4 \cdot i_{56} \cdot (\varphi_5 - i_{56} \cdot \varphi_6) + e_4 \cdot i_{56} \cdot (\dot{\varphi}_5 - i_{56} \cdot \dot{\varphi}_6) - M_6; \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

бу ерда $\varphi_D, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5, \varphi_6$ – двигатель ротори, редукторнинг кириш вали, тўрли барабан, шлюз затвори, оралиқ вал ва пульсатор заслонкасининг

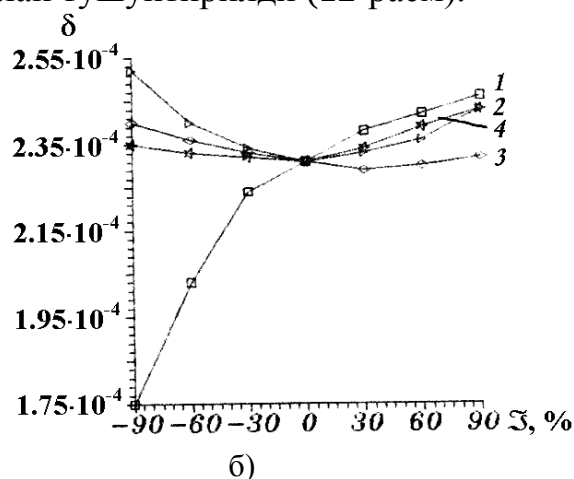
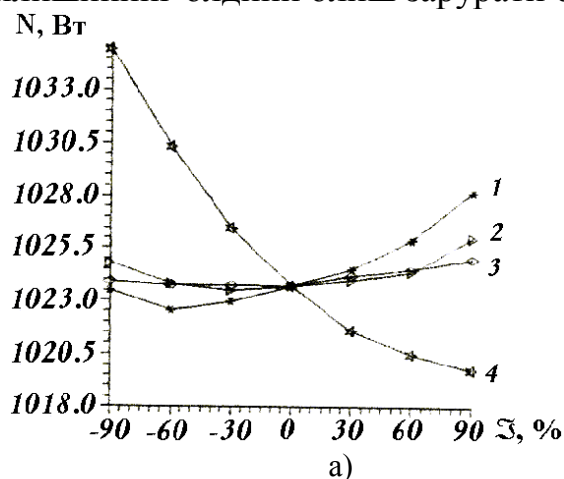
бурчак тезликлари, c^{-1} ; i_{D2} , i_{23} , i_{34} , i_{45} , i_{56} – тизимнинг узатиш нисбатлари; i_{D3} – двигатель ва тўрли барабан валлари орасидаги узатиш нисбати.



11-расм. Пульсацияли сўрувчи ҳаво оқимли тўрсимон барабаннинг бурилиш бурчагидан боғлиқ равишда тола ҳаракати ўзгаришининг характеристикаси

пульсловчи ҳаво оқими қаршилигининг моменти M_6'' ($H \cdot m$) қабул қилинди.

Конденсор сарфлаётган қувватни камайтириш мақсадида конденсор машина агрегати сарфлаётган энергия минимумини мезон деб олиниб, динамик синтез ўтказилди. Қўшимча мезон сифатида тўрли барабан айланиши нотекислиги қабул қилинди ва бу танлов толани ташиш ва тозалаш режимлари бузилишининг олдини олиш зарурати билан тушунтирилди (12-расм).



1 - тўрли барабан; 2 - шлюз затвори; 3 - оралиқ вал; 4 - пульсатор заслонкаси.

12-расм. Электр двигатель сарфлаётган қувватнинг (а) ва тўрли барабан айланиш нотекислигининг (б) инерция моментларига нисбатан ўзгариши

Муқобил параметрларни аниқлашда сарфланаётган қувват мезон қилиб олинди. Бунинг учун сарфланаётган қувватнинг оралиқ вал, пульсатор заслонкаси инерция моменти ва эластик-диссипатив параметрларига боғлиқ равишда ўзгаришининг полиномиал муносабати тузилди.

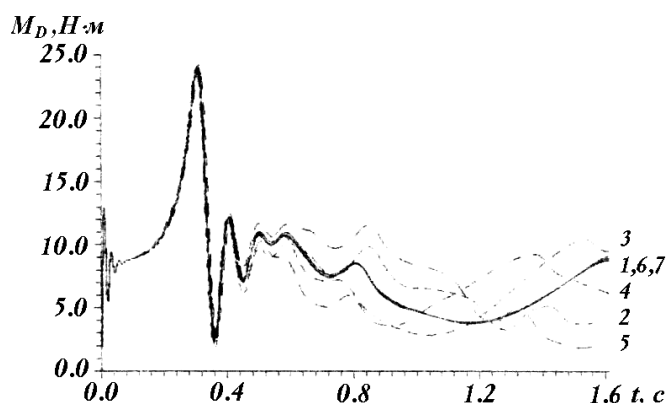
Иккинчи тартибли марказий композицион режадан фойдаланиб, электр двигатели сарфлаётган қувватнинг оралиқ вал ($\mathfrak{I}_5$) ва пульсатор заслонкаси ($\mathfrak{I}_6$) инерция моментида боғлиқ равишда ўзгариш муносабати қурилди:

$$y = 1024,02 - 0,704 \cdot x_1 - 6,488 \cdot x_2 + 1,047 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,626 \cdot x_1^2 + 0,651 \cdot x_2^2, \quad (11)$$

бу ерда $x_1 = \frac{\mathfrak{I}_5 - 0,00385}{0,0028875}$, $x_2 = \frac{\mathfrak{I}_6 - 0,0338}{0,02535}$.

(10) тенгламалар ва (11) муносабатдан фойдаланиб параметрларнинг қуйидаги муқобил қийматлари аниқланди: $\mathfrak{I}_5 = 0,003056$; $\mathfrak{I}_6 = 0,05915 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Ўтиш жараёнининг муҳим кўрсаткичи – юкланиш бошлангандан кейин



1 - $c = 13.52$; 2 - $c = 6.76$; 3 - $c = 27.03 \text{ Н} \cdot \text{м}/\text{рад}$; 4 - $\mathfrak{I} = 0.029$; 5 - $\mathfrak{I} = 0.118 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; 6 - $M = 0.15$; 7 - $M = 0.6 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

13-расм. Конденсор параметрларининг турли қийматларида асинхрон двигатель ҳаракатлантирувчи моментининг вақтга боғлиқ равишда ўзгариши

юзасига нисбати (x_2) конденсорнинг тозалаш самарадорлигига таъсир этувчи асосий омиллар экан. Бу омилларнинг таъсирларини ўрганиш учун икки омилли жараёнга мос иккинчи тартибли ортогонал режалаштириш матрицасидан фойдаландик.

Тажриба пахта толасининг бир партияси, нави ва кўриниши (С-6524, II нав, машина терими) учун пульсловчи ҳаво оқимли 20 аррали жинда 3ОВП–КВВБ пульсатор айланиш частотасининг 200, 430, 660 *айл/мин* қийматларида, пульсатор заслонканинг қувур кўндаланг кесими юзига нисбатининг 0,5; 0,7; 0,9 қийматларида ўтқазилди.

Тажриба натижаларини математик қайта ишлаш ишончлилигининг 0,95 қийматида олиб борилди. Регрессия тенгламаси тола таркибидаги ножинс аралашмалар x_1 ва x_2 омилларнинг табиий катталиклари учун регрессия тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлди:

$$y = 11,467 - 0,004 \cdot x_1 - 17,535 \cdot x_2 + 0,0047 \cdot x_1 \cdot x_2 + 11,382 \cdot x_2^2. \quad (12)$$

Бу муносабат асосида аниқланган пульсатор заслонкаси ва қувур кўндаланг кесими юзалари нисбатининг 0,7 ва пульсатор айланиш частотасининг 370 *айл/мин* қийматларида энг яхши тозалаш самарадорлигига эришилди: тозалаш самарадорлиги 13%га ортди.

ХУЛОСА

Олиб борилган назарий ва тажрибавий тадқиқотлар асосида пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик машиналарининг янги авлодини ишлаб чиқиш учун қуйидаги хулоса ва тавсиялар шакллантирилди:

1. Адабиётларнинг аналитик таҳлили ва пахта тозалаш саноати машиналарининг ишлашини ўрганиш пахтани тозалаш ва уни аррали жинга бир текисда тақсимловчи икки барабанли таъминлагични, ишчи камерага чигитни чиқариш қувури ўрнатилган аррали жин ва пульсловчи ҳаво оқимли тола конденсорини ишлаб чиқиш зарурияти аниқланди.

2. Икки кетма-кет жойлашган қозикли барабанлар ва уларни ўраб турувчи тўрли сиртга эга жин таъминлагичининг конструкцияси асосланди, таъминлагич машина агрегати фаолиятининг технологик ҳисоб схемаси, динамик ва математик моделлари ишлаб чиқилди ҳамда ҳаракатнинг дифференциал тенгламалари тузилди. Гаусс-Зейдель усулидан фойдаланиб пахтани турли юзада энг кўп масофа босиб ўтиш мезони бўйича ҳамда лаборатория шароитида ўтказилган тажриба асосида таъминлагичнинг рационал параметрлари аниқланди. Ишлаб чиқилган алгоритм ва дастурлар таъминлагич узатмасининг динамик параметрларини аниқлаш имкониятини яратди.

3. Пахта ва чигитнинг аррали жин ишчи камерасидаги ҳаракатини математик моделлаштириш ёрдамида уринма тезликни ўзгариш қонуниятини ўрганиш орқали қурилманинг самарадор ишлашини баҳолаш имконияти аниқланди. Арралари орасидаги қадам камайтирилган ва кўшимча чигит чиқариш қувури ўрнатилган жин ишчи камерасининг конструкцияси ишлаб чиқилди. Уларнинг геометрик ва кинематик параметрларининг рационал қийматлари аниқланди.

4. Чигит чиқарувчи қурилмага эга аррали жин машина агрегатининг динамик ва математик моделлари қурилди, “двигатель – бажарувчи машина” тизимининг турли характеристикалари таҳлил қилинди ва юритма динамик параметрларининг рационал қийматлари аниқланди.

5. Чекли элементлар усулини кўчишлар шаклида қўллаш орқали пахта тозалаш машиналари валлари критик тезликларини, уларни кучга ва мустаҳкамликка ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқилди ва муҳандислик ҳисоблаш ишлари учун тавсия этилди. Янги чигит чиқарувчи қурилмага эга 156 аррали жинни ҳисоблаш мисолида аррали цилиндр вали, чигит чиқарувчи қувур ва шнеklar мустаҳкамлигини баҳолаш бўйича ҳисоблаш тадқиқоти ўтказилди ва уларнинг мустаҳкамликка қўйилган талабларга жавоб берувчи конструкцион параметрлари тавсия этилди.

6. Таклиф этилаётган икки барабанли қозикли таъминлагич, кўшимча чигит чиқарувчи қурилмага эга аррали жин ва тола конденсори самарадорлигини баҳолаш учун 2ⁿ марказий композицион режасини қўллаб, тажриба тадқиқотлари ўтказилди. Регрессия тенгламасидан муқобил кўрсаткичларни аниқлаш «Оптималловчи моделнинг ечимини Ньютон усулида

излаш» дастури ёрдамида бажарилди. Натижада арранинг колосникдан чиқиб туриш баландлиги $x_1=51,97\approx 52\text{мм}$ ва қувурнинг айланиш частотаси $x_2=388,4\approx 400\text{ мин}^{-1}$ бўлиши топилди ва бу ҳолда таъминлагичнинг унумдорлиги 7000 кг/соат , аррали жиннинг унумдорлиги 2242 кг/соат , толанинг узунлиги $33,71\text{ мм}$ эканлиги аниқланди.

7. Назарий ва тажрибавий тадқиқотлар ҳамда 5ДП-156 (5ДП-130) ва ДПЗ-216 (ДПЗ-180) аррали жинларни саноат ва корхоналараро синаш натижалари бу машиналарни «О'зрaxteranoat» уюшмасига қарашли 5 та пахта тозалаш корхоналарига жорий қилиш имкониятини берди. Пахтани қайта ишлаш технологик оқимидаги машиналарни рационал фойдаланиш туфайли 30000 т пахтани қайта ишловчи корхона учун электроэнергия сарфи $480,5$ дан $407,7\text{ кВт/соат}$ гача камаяди ва иш унумдорлиги 12% дан 50% гача ошади, бу эса йилига $96,5\text{ млн. сўм}$ иқтисодий самара беради.

8. Пахта толасининг тўрли барабан юзасидаги ҳаракати технологик ҳисоб схемаси ва уни ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилиб, улар ёрдамида қуйидаги рационал қийматлар аниқланди: пульсатор заслонкаси айланиш тезлиги 370 мин^{-1} , толани сўриш кучи $P_{\text{вmax}}=0,245\text{ Н}$, заслонка ва қувур юзаларининг нисбати $0,7$. Бунда толадаги ифлосликлар ва аралашмаларнинг минимал қиймати йиғма нисбий $S'=11,87\text{ м/с}$ тезликда аниқланди. Пульсловчи ҳаво оқимли конденсор КВВБ машина агрегатлари динамикасини ўрганиш учун яратилган алгоритм ва дастур асосида энергия сарфининг ва тўрли барабан айланиши нотекислигининг минимал қийматларини таъминловчи узатманинг динамик параметрлари тавсия этилди. Натижада қўшимча 13% тозалаш самарасига эришилди.

Шундай қилиб, диссертация ишида икки барабанли таъминлагич, чигитни чиқарувчи қурилмага эга аррали жин ва пульсловчи ҳаво оқимили конденсор машина агрегатларини яратиш муаммосининг илмий асосланган техник ечимлари баён этилди. Бу машина агрегатларини жорий этилиши пахта хом ашёсини қайта ишлаш соҳасининг аҳамиятли қайта қурилишига ва пахта маҳсулотларининг ташқи бозордаги рақобатбардошлигини оширишга салмоқли ҳисса қўшади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК 16.07.2013.Т.06.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МУХАММАДИЕВ ДАВЛАТ МУСТАФАЕВИЧ

**ДИНАМИКА МАШИННЫХ АГРЕГАТОВ ПИЛЬНОГО ДЖИНА
С СЕМЯОТВОДЯЩИМ УСТРОЙСТВОМ И КОНДЕНСОРА
С ПУЛЬСИРУЮЩИМ ПОТОКОМ**

**05.02.03 – «Технологические машины. Роботы, мехатроника
и робототехнические системы»
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2014

Тема докторской диссертации зарегистрирована за № 30.09.2014/В2014.5.Т319 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Институте механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан.

Полный текст докторской диссертации размещен на веб-странице Научного совета 16.07.2013.Т.06.01 по присуждению ученой степени доктора наук при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности по адресу www.titli.uz.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу www.titli.uz и Информационно-образовательном портале “ZiyoNet” по адресу www.ziyounet.uz.

**Научный
консультант:**

Рахматкариев Шавкат Убайдуллаевич,

доктор технических наук, профессор

**Официальные
оппоненты:**

Джураев Анвар Джураевич,

доктор технических наук, профессор

Алимухамедов Шавкат Пирмухамедович,

доктор технических наук, профессор

Рахмонов Хайриддин Кадинович,

доктор технических наук

**Ведущая
организация:**

Наманганский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «25» декабря 2014 г. в 10⁰⁰ часов на заседании научного совета 16.07.2013.Т.06.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности по адресу: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон, 5, тел. (+99871)- 253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz.

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (регистрационный номер 02). Адрес: 100100, г.Ташкент, ул. Шохжахон, 5, тел. (+99871)- 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан «22» ноября 2014 года
(протокол рассылки № 02 от 22 ноября 2014 г.).

К. Жуманиязов,

председатель научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор

А. Маматов,

ученый секретарь научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор

А. Джураев,

председатель научного семинара при
научном совете по присуждению учёной
степени доктора наук, д.т.н., профессор

АННОТАЦИЯ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность и востребованность темы диссертации. Одной из ключевых проблем комплексных мероприятий антикризисной программы, разработанной под руководством Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова, является следующее «...В первую очередь, это дальнейшее ускоренное проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Это прежде всего касается базовых отраслей экономики, экспорто-ориентированных и локализуемых производств. Ставится задача ускорения реализации принятых отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства, перехода на международные стандарты качества, что позволит обеспечить устойчивые позиции как на внешнем, так и на внутреннем рынках»¹.

Переход к рыночной экономике ставит перед Узбекистаном одну из важнейших задач – повышение конкурентоспособности хлопковой продукции. Необходимым условием её решения является существенное улучшение товарного вида волокна при наилучших качественных показателях – основной продукции хлопкоочистительной промышленности. В связи с этим, по Постановлению Кабинета Министров Республики Узбекистан от 3 апреля 2007 года №70 «О программе модернизации и реконструкции предприятий хлопкоочистительной промышленности на 2007–2011 годы» важнейшую стратегическую задачу хлопкоочистительной промышленности составляет её техническое перевооружение, оснащение современной техникой и технологиями, создание мобильного, оперативно реагирующего на запросы рынка конкурентоспособного производства.

В существующих поточных линиях остановка любой машины потока приводит либо к простоям всего комплекса, либо к работе параллельно установленного оборудования с повышенной нагрузкой. Первый случай сопровождается работой сопряженного оборудования на холостом ходу (при кратковременных простоях) или с дополнительным временем, необходимым для чистки сопряженных машин и пуска комплекса после остановки. Во втором случае при работе с увеличенной нагруженностью снижаются качество хлопковой продукции и ресурсосбережение технологических машин. Все это свидетельствует о целесообразности проведения исследований по созданию машинных агрегатов, удовлетворяющих требованиям производительности компоновок машин по сопрягаемости, габаритам и, в конечном итоге, по ресурсо- и энергосбережению.

Конкурентоспособность выпускаемой продукции в рыночных условиях определяется её качеством и стоимостью, обусловленной, прежде всего, затратами на её производство. При выработке волокна заметного снижения производственных затрат на хлопкозаводах можно достичь за счет повышения производительности, бесперебойной работы пильных джинов и очистительного

¹ И.Каримов. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. –Т.: Узбекистан, 2009, 48 с.

эффекта конденсора. Стабильность работы пильных джинов и конденсоров во многом зависит от равномерности питания их хлопком, где очень высока роль питателя. Совершенствование существующих пильных джинов и конденсоров с позиции повышения их производительности и очистительного эффекта при наименьшем потреблении электроэнергии на основе известных технических решений практически исчерпало все свои возможности, поэтому поиск путей должен вестись на основе принципиально новых нетрадиционных технических решений. В связи с этим возникает необходимость разработки питателя, обеспечивающего разрыхление, очистку хлопка перед дженированием и равномерную его подачу в рабочую камеру с заданной производительностью при обеспечении требуемого качества волокна. Для осуществления сопрягаемости машинных агрегатов питателя и рабочей камеры пильного джина по габаритам и производительности необходимо разработать новую конструкцию рабочей камеры. Следовательно, развитие динамики машинных агрегатов процессов равномерного питания, дженирования и очистки волокна на конденсоре при минимуме энергопотребления является актуальной проблемой, решению которой посвящена настоящая диссертация.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Диссертация выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан: ПФИ-2 – «Физика, астрономия, энергетика и машиностроение» и ППИ-3 – «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение, транспорт, машино- и приборостроение».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации. Исследования, связанные с изучением динамических процессов машинных агрегатов пильного джина и конденсора при дженировании и очистке хлопка, являются одним из приоритетных направлений современного машиностроения.

В зарубежных научных центрах и высших учебных заведениях США, Австралия, Германии, Англии, Японии, Китая, России, Индии и других стран ведутся научно-исследовательские работы по решению задач динамики машинных агрегатов технологических машин.

Современным подходом к исследованию динамики хлопкоочистительных машин и агрегатов для изучения и представления процессов дженирования и очистки хлопка является использование теоретической и прикладной механики, теории механизмов и машин и информационных технологий.

На сегодняшний день накоплен достаточный опыт исследовательских работ по процессам дженирования и очистки волокна учеными США (Lummus, Continental eagle), Австралии (Lummus Australia Pty., Ltd.), Китая (Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co.,Ltd), Индии (Nipha) и других стран по процессам питания хлопком рабочей камеры джина, дженированию и очистке волокна на конденсорах.

На современном этапе развитие исследований динамики машинных агрегатов в данном направлении важно не только для понимания основ технологических машин, но и позволяет достичь существенного экономического эффекта

путем снижения энергозатрат и сохранения качественных свойств хлопкового волокна.

Степень изученности проблемы. Многолетняя история развития промышленного производства машин и агрегатов хлопкоочистительной промышленности, в частности питателей, пыльных джинов и конденсоров, рассмотрены в работах таких зарубежных ученых и специалистов, как Э. Уитни, С.З. Халл, Т. Эллиот, С.Э. Хугс, Р.Н. Ракофф, А.В. Стенли, Р.Г. Хардин IV, П.А. Фанк и др.

Влияние исходных свойств хлопка-сырца на технологические и энергетические параметры пыльного джина изучены в научных работах зарубежных ученых Ж.К. Бойкина (США), К. Томпсона (Англия), П. Кумара, М.К. Шарма (Индия).

Значительный вклад в развитие теоретико-методологических основ динамики технологических машин, используемых в хлопкоочистительной промышленности, внесли научные исследования, выполненные под руководством ученых Р.Г. Махкамова, И.Т. Махсудова, А.Е. Лугачева, М. Тиллаева, М. Агзамова, Х.Т. Ахмедходжаева, Р.А. Мангутова, А. Джураева, Р.И. Каримова, К.А. Каримова, Ш.П. Алимухамедова и др. Эти работы в основном связаны с изучением свойств хлопка-сырца и конструкции машин зарубежного производства, основанных на американской технологии первичной обработки хлопка. Отдельные немногочисленные исследования ученых Узбекистана посвящены проблемам очистки хлопка в питателях, увеличению производительности и снижению энергозатрат в процессе джинирования хлопка. Вместе с тем, до настоящего времени нет научных исследований, связанных с использованием конструкций машин для вывода семян из рабочей камеры семяотводящим устройством при джинировании и пульсирующего потока для очистки волокна в конденсорах, оптимизации динамических параметров и характеристик приводных механизмов. В связи с этим назрела необходимость модернизации пыльного джина с целью повышения производительности и снижения энергозатрат в процессе джинирования и технологии очистки волокна в конденсорах.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ отражена в следующих проектах:

прикладные проекты: №19.12 «Разработка технологий и совершенствование основных рабочих органов технологических машин хлопкоочистительной и кожевенной промышленности» (2003–2005 гг.); № А-13.166 «Создание высокоэффективных, энерго-, ресурсосберегающих и экспортоориентированных систем машин первичной переработки хлопка для различных условий хозяйствования с учетом климатических особенностей, производственных мощностей хлопкозаводов, объема заготовок, периода обработки, разновидностей сортов хлопка» (2006–2008 гг.);

инновационный проект: № ФА-И4-Ф04 «Внедрение в производство рабочей камеры пыльного джина» (2011–2012 гг.).

Цель исследования: создание новых конструкций пыльного джина и конденсора на основе исследования динамики машинных агрегатов,

удовлетворяющих требованиям по производительности, сопрягаемости и энергосбережению с обеспечением качества хлопкового волокна.

Для реализации поставленной цели определены следующие **задачи исследования**:

проанализировать технологический процесс, основанный на использовании машин пильного джинирования и разработать новые конструкции питателя, рабочей камеры пильного джина и конденсора;

изучить движение хлопкового волокна в машинах на основе математического моделирования процессов: на колковом барабане питателя, в рабочей камере пильного джина и на поверхности сетчатого барабана;

составить уравнения движения машинных агрегатов питателя, рабочей камеры пильного джина и конденсора с учетом переходного и установившегося режимов работы для выявления закономерностей их функционирования и нахождения рациональных параметров рабочих органов машин;

разработать программные средства для реализации полученных математических моделей на ЭВМ;

выявить эффективность вновь разработанных конструкций машин пильного джинирования, удовлетворяющих требованиям при минимуме энергопотребления, компоновки машинных агрегатов по производительности, сопрягаемости и габаритам на основе теоретико-экспериментальных исследований в составе поточной линии по переработке средневолокнистого хлопка;

исследовать показатели работы джина с семяотводящим устройством в промышленных условиях и выдать рекомендации по эффективному его использованию.

Объектом исследования являются машины и агрегаты поточной линии хлопкоочистительной промышленности.

Предмет исследования – двухбарабанный колковый питатель, пильный джин и конденсор волокна.

Методы исследований. Теоретические исследования проводились на основе использования методов современной теоретической и прикладной механики, теории механизмов и машин и вычислительной математики.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и производственных условиях с использованием современной измерительной аппаратуры и приборов по оценке качества работы машин и хлопкового волокна. Обработка экспериментальных данных производилась методами статистики и математического планирования эксперимента. При разработке программного обеспечения использованы языки программирования Fortran, Qbasic и пакет экономических расчетов «ПЭР».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

разработаны двухбарабанный колковый питатель, рабочая камера пильного джина с семяотводящим устройством, конденсор с пульсирующим потоком, методика и программные средства расчета динамических процессов в конструкциях машин пильного джинирования (675, 2354, IAP 02992, IAP 04037, FAP 00589, FAP 00841);

выявлены закономерности изменения качественных показателей волокна, семян и производительности пильного джина и конденсора волокна от характеристик семяотводящего устройства и пульсатора, позволяющие выбрать рациональные режимы и параметры машин для очистки и джинирования хлопка;

определены закономерности изменения нагружения вала 156-пильного цилиндра, семяотводящей трубы и шнека, а также установлены их критические частоты вращения с учетом технологических сопротивлений в рабочих органах джина, позволившие выбрать его динамические и конструктивные параметры;

разработана математическая модель машинных агрегатов «питатель – пильный джин – конденсор волокна», обеспечивающая снижение энергозатрат и себестоимости хлопкового волокна при переработке хлопка.

Практические результаты исследования заключаются:

в разработке двухбарабанного питателя пильного джина, снижающего засоренность хлопка-сырца на 31% и конденсора с пульсирующим потоком, снижающим массовую долю пороков и сорных примесей в волокне на 13%;

в создании программной продукции для расчетов динамических параметров питателя, пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора волокна с пульсирующим потоком (программы для ЭВМ №DГУ 00829, №DГУ 00830 и №DГУ 02400);

в модернизации рабочей камеры пильного джина с установкой семяотводящего устройства, позволившей довести производительность 156-пильного джина по волокну до 2242,3 кг/час при сохранении качественных показателей и снизившей удельный расход электроэнергии.

Достоверность полученных результатов основывалась на математических моделях, построенных с использованием фундаментальных положений современной механики и сравнения результатов с теоретическими и опытными данными, полученными в лабораторных и производственных условиях.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Теоретическая значимость результатов работы:

созданы методики с программными средствами расчета динамики привода двухбарабанного колкового питателя, рабочей камеры пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора волокна с пульсирующим потоком, позволяющие установить их динамические характеристики и параметры; разработаны математические модели движения хлопка внутри двухбарабанного колкового питателя и рабочей камеры пильного джина с семяотводящим устройством, а также волокна на поверхности сетчатого барабана конденсора волокна с пульсирующим потоком, дающие возможность управления основными технологическими параметрами машин с обоснованием их конструктивных и динамических параметров; установлен закон изменения очистительного эффекта конденсора волокна в зависимости от частоты вращения заслонки пульсатора и соотношения площадей заслонки пульсатора и трубопровода, а также изменения качественных показателей волокна, семян и производительности пильного джина с семяотводящим устройством в зависимости от частоты вращения семяотводящей трубы.

Практическая значимость результатов – разработанные новые конструкции эффективных технологических машин пильного дженирования, удовлетворяющие требованиям компоновки машинных агрегатов при наименьшем энергопотреблении по производительности, сопрягаемости и габаритам двухбарабанного колкового питателя, рабочая камера пильного джина с семяотводящим устройством и конденсор волокна с пульсирующим потоком снижают затраты на переработку при сохранении качественных показателей хлопкового волокна.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных исследований разработанные конденсор волокна *КВВВ* с пульсирующим потоком, двухбарабанный питатель и модернизированная рабочая камера 156-пильного джина с семяотводящим устройством под маркой «КРСВУ» внедрены в производство на предприятиях ассоциации «Узпахтасаноат», годовой экономический эффект составляет 96,5 млн сум. (акт ассоциации «Узпахтасаноат» о внедрении в производство от 04.09.2014).

Апробация работы. Результаты исследования доложены на 14 научно-практических конференциях, в том числе 10 международных: «Проблемные вопросы механики и машиностроения» (Ташкент, 1993 и 1998 гг.); на VIII Всероссийском съезде по теоретической и прикладной механике (Пермь, 2001 г.); «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях» (Кострома, 2002 г.); «Современные проблемы и перспективы механики» (Ташкент, 2004, 2006 и 2009 гг.) и др.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных семинарах: на объединенном научном семинаре «Теория механизмов и машин промышленного комплекса» им. Х.Х.Усманходжаева ИМ и СС АН РУз (Ташкент, 2003–2014 гг.); на Ученом совете при АО «Рахтасаноат ilmiy markazi» (Ташкент, 2006–2010 гг.) и на научном семинаре по специальности 05.02.03 – «Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические системы» при Научном совете 16.07.2013.Т.06.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (Ташкент, 2014 г.).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 46 научных трудов, в том числе 8 научных статей в международных журналах, получено 6 патентов Республики Узбекистан и 3 свидетельства на программные продукты.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 191 наименования, приложений, содержит 211 страниц текста, 89 рисунков и 39 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дается обоснование актуальности темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены теоретическая значимость и практическая ценность, даны общая методика исследования, основные положения, выносимые на защиту, апробация работы, сведения о публикациях и структуре диссертации.

В первой главе диссертации – «Обзор работ по конструкциям машин хлопкоочистительной промышленности» – проведен обзор по конструкциям

технологических машин поточной линии по переработке средневолокнистых сортов хлопка в СНГ и за рубежом. Анализ существующих технологических линий отечественных и зарубежных производств показывает, что процесс переработки хлопка протекает по схеме сушка – очистка – джинирование хлопка – очистка волокна.

Из результатов анализа следует, что стабильность работы технологической линии зависит от работы пыльных джинов и конденсора, а пыльных джинов и конденсоров во многом от равномерности питания хлопком рабочей камеры джина, где роль питателя очень высока. Поэтому возникает необходимость изучения питателей, пыльных джинов и конденсоров волокна.

На основе анализа результатов исследований определено направление по созданию новых конструктивных решений пыльного джинирования и конденсора на основе теории машинных агрегатов, удовлетворяющих требованиям непрерывности и системности технологической линии по производительности, сопрягаемости при унификации их отдельных узлов и наименьшем энергопотреблении с обеспечением требования по качеству хлопкового волокна.

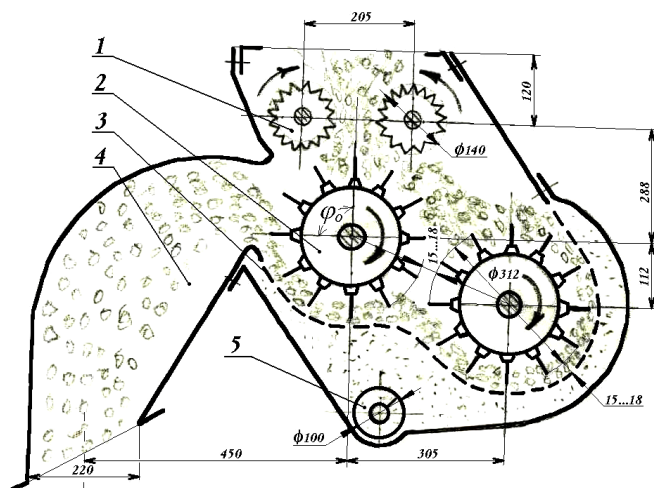


Рис. 1. Конструктивные параметры и схема двухбарабанного питателя

сорных примесей перед процессом джинирования. Для обеспечения вышеуказанных показателей нами разработан двухбарабанный колковый питатель.

Расчетная схема для изучения движения хлопка внутри питателя состоит из шести частей. Из них первая, третья и пятая совершаются на поверхности колковых барабанов (рис. 2), а вторая, четвертая и шестая – с отрывом от колковых барабанов (рис. 3).

На основе расчетной схемы составлены дифференциальные уравнения движения хлопка по поверхности колкового барабана (1) и движения хлопка с отрывом от колковых барабанов (2):

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = K_{mp} \cdot \left[\frac{K^* \cdot (\omega \cdot R)^2}{m} + 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} + g \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) \right] - \frac{\dot{s}^2}{R} - g \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0) \quad (1)$$

Вторая глава – «Динамика питателя пыльного джина» – посвящена разработке двухбарабанного колкового барабана питателя (рис.1) пыльного джина и исследованию движения хлопкового потока внутри питателя и динамики машинного агрегата привода питателя на ЭВМ.

Питатель входит в общий комплекс джинной установки и обеспечивает равномерную подачу хлопка-сырца в рабочую камеру джина, тщательное разрыхление и дополнительную очистку его от

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_x^2) \cdot \sin(\varphi_1)}{m}; & \frac{d^2 y}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_y^2) \cdot \cos(\varphi_1)}{m} - g; \\ \frac{d^2 x}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_x^2) \cdot \sin(2 \cdot \pi - \varphi_1)}{m}; & \frac{d^2 y}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_y^2) \cdot \cos(2 \cdot \pi - \varphi_1)}{m} - g; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где K_{mp} – коэффициент трения между хлопком и колками барабана; K^* – коэффициент пропорциональности; φ_0 и φ_1 – угол захвата и сброса хлопком колками барабана; ω – частота вращения колкового барабана, c^{-1} ; m – масса хлопком, кг; R – радиус колкового барабана, м; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; t – время, с; V_x и V_y – проекция скорости движения хлопком по осям x и y , м/с.

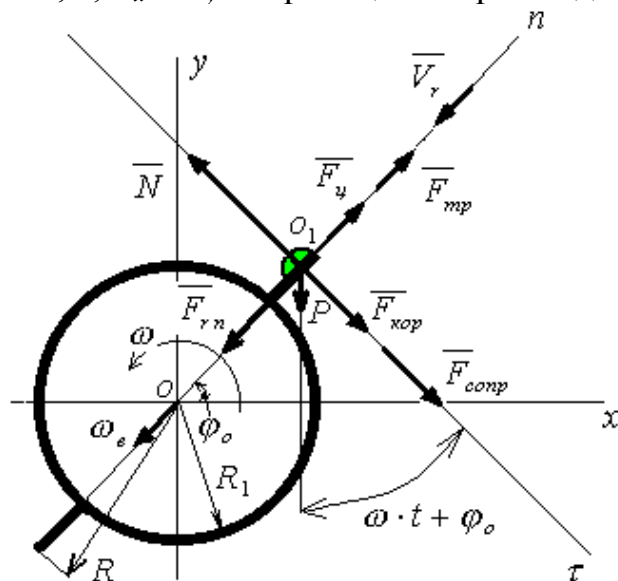
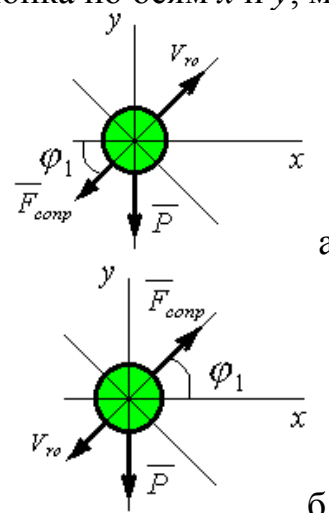


Рис.2. Расчетная схема движения хлопком на поверхности колкового барабана



а - для верхнего отрыва;
б - для нижнего отрыва

Рис. 3. Расчетная схема движения хлопком с отрывом от колковых барабанов

При решении уравнений (1) и (2) использовался численный метод Рунге-Кутты для дифференциального уравнения второго порядка вида $\ddot{s} = F(t, s, \dot{s})$. Перед началом вычислений задавались шаг Δt и начальные значения t_0 , $s(t_0) = s_0$ и $\dot{s}(t_0) = \dot{s}_0$.

В результате реализации математической модели двухбарабанного питателя на ЭВМ построены графики изменения движения хлопком-сырца внутри питателя в зависимости от угла и скорости падения на поверхность колкового барабана (частоты вращения питающих валов и производительности питателя) (рис.4); от диаметра и частоты вращения колковых барабанов.

Однако для эффективной работы двухбарабанного питателя, обеспечивающего равномерную подачу хлопком в рабочую камеру с заданной производительностью, необходимо установить пути снижения неравномерности вращения колковых барабанов и потребляемой мощности электродвигателя питателя, используя уравнения движения машинного агрегата питателя.

Используя уравнение Лагранжа II рода, были получены дифференциальные уравнения движения машинного агрегата питателя в общем виде:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D1} \cdot \varphi_1) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D1} \cdot \dot{\varphi}_1) ; \\ \mathfrak{I}_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 &= c_1 \cdot i_{D1} \cdot (\varphi_D - i_{D1} \cdot \varphi_1) + \varepsilon_1 \cdot i_{D1} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D1} \cdot \dot{\varphi}_1) - c_2 \cdot (\varphi_1 - i_{12} \cdot \varphi_2) - \\ &\quad - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - c_3 \cdot (\varphi_1 - i_{13} \cdot \varphi_3) - \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_1 ; \\ \mathfrak{I}_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 &= c_2 \cdot i_{12} \cdot (\varphi_1 - i_{12} \cdot \varphi_2) + \varepsilon_2 \cdot i_{12} \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2 ; \\ \mathfrak{I}_{3np} \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_3 \cdot i_{13} \cdot (\varphi_1 - i_{13} \cdot \varphi_3) + \varepsilon_3 \cdot i_{13} \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_{3np} ; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $\mathfrak{I}_D, \mathfrak{I}_1, \mathfrak{I}_2, \mathfrak{I}_{3np}$ – соответственно моменты инерции вращающихся масс, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; M_D, M_1, M_2, M_{3np} – соответственно моменты нагрузок, действующих на вращающийся вал электродвигателя и барабанов питателя, $\text{Н} \cdot \text{м}$; c_1, c_2, c_3 – жесткость ременной передачи, $\text{Н} \cdot \text{м}/\text{рад}$; $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – коэффициенты диссипации ременной передачи, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}/\text{рад}$; $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3$ – угловые скорости вращающихся масс системы, с^{-1} ; i_{D1}, i_{12}, i_{13} – передаточные отношения ременной передачи.

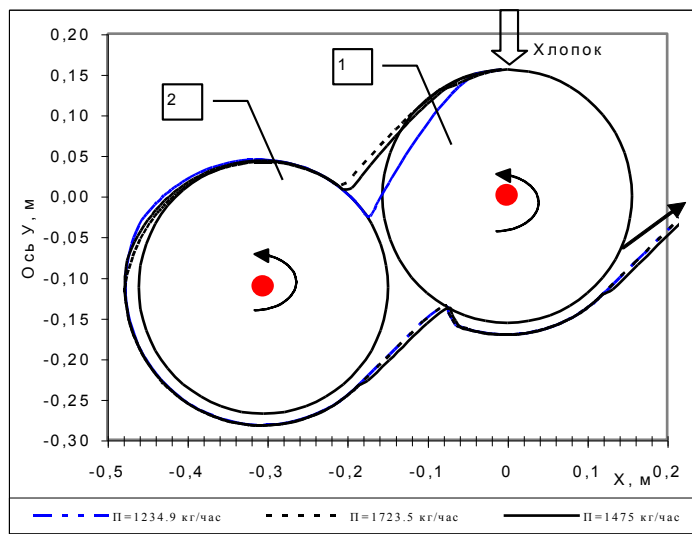


Рис.4. Изменение траектории хлопка в зависимости от частоты вращения питающих валков и производительности питателя

упруго-диссипативных параметров ($c_1=61,948, c_2=41,472, c_3=24,048 \text{ Н} \cdot \text{м}/\text{рад}$ и $\varepsilon_1=0,3636, \varepsilon_2=0,2138, \varepsilon_3=0,1596 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}/\text{рад}$) ременных передач, момента инерции электродвигателя ($\mathfrak{I}_D=0,158 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$), первого ($\mathfrak{I}_1=4,469 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$) и второго ($\mathfrak{I}_2=4,469 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$) колковых барабанов и питающих валков ($\mathfrak{I}_{3np}=0,2547 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$), приведенная к валу вариатора ИВР-1, при уменьшении (-100%) и увеличении (100%) действительных параметров питателя пильного джина.

В целом, составлены уравнения движения машинного агрегата, изучены динамические характеристики и найдены рациональные параметры привода питателя, при которых обеспечивается улучшение разрыхления, очистки и равномерной подачи хлопка в рабочую камеру. Установлено, что при снижении потребляемой мощности электродвигателя с 1,510 до 1,366 кВт неравномерность вращения колковых барабанов увеличивается с 0,00008 до 0,00243 при частотах вращения колковых барабанов $490,2 \text{ мин}^{-1}$ ($51,33 \text{ с}^{-1}$). В связи с этим для снижения потребляемой мощности необходимо уменьшить упруго-диссипативные параметры третьей ременной передачи питателя на 70% (с 24,048 до 7,214 $\text{Н} \cdot \text{м}/\text{рад}$).

Система нелинейных дифференциальных уравнений (3) решена на ЭВМ. На основе численных результатов были построены графики изменения неравномерности вращения и частоты вращения колковых барабанов (рис. 5), ведущего вала вариатора ИВР-1 и потребляемой мощности электродвигателя в зависимости от следующих действительных параметров системы (0,%): момента сопротивления ($M_1=12,475$; $M_2=12,475$; $M_{3np}=1,287 \text{ Н} \cdot \text{м}$);

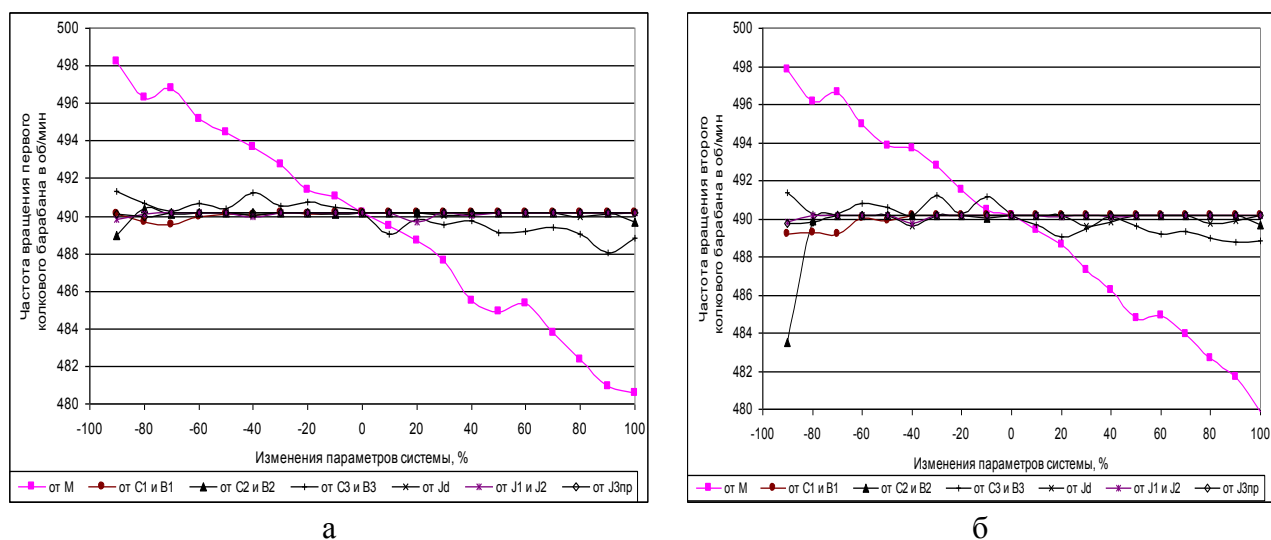


Рис. 5. График изменения частоты вращения первого (а) и второго (б) колковых барабанов

Для исследования очистительного эффекта в МИЦ АО «PaxtaGin KB» создана экспериментальная установка питателя с двумя барабанами шириной 560 мм. Экспериментальные исследования двухбарабанного колкового питателя показали, что при производительности 1587 кг/ч очистительный эффект достигается до 31%.

В целом, созданный двухбарабанный питатель шириной 560 мм, диаметром 312 мм и частотой вращения 490 мин^{-1} колковых барабанов при производительности по хлопку 1587 кг/ч до 31% с очистительным эффектом и потребляемой мощностью питателя 0.84 кВт будет обеспечивать улучшение разрыхления, очистку и равномерную подачу хлопка в рабочую камеру пыльного джина. С учетом производительности питателя 1587 кг/ч для ширины 560 мм необходим пыльный джин производительностью 508 кг волокна в час (или 16,9 кг волокна на пилу в час). Но серийный пыльный джин имеет производительность 15,3 кг волокна на пилу в час, что не обеспечивает сопрягаемости питателя и джина по производительности. Для этого необходимо разработать пыльный джин, удовлетворяющий требованиям компоновки машинных агрегатов по сопрягаемости, габаритам и производительности.

В третьей главе – «Разработка рабочей камеры пыльного джина повышенной производительности» – проведены теоретические исследования и разработано дополнительное семяотводящее устройство в рабочей камере пыльного джина.

Для повышения производительности с точки зрения модернизации пыльного джина необходимо увеличить скорость и массу сырцового валика, для чего следует установить внутри рабочей камеры семяотводящую трубу. Установка семяотводящей трубы радиусом R уменьшает объем рабочей камеры ($V_{об} = \pi R^2 \cdot l$), при этом масса сырцового валика равна G . Расстояние по радиусу рабочей камеры от стенки трубы до лобового бруса составляет $(0.16m - R)$, с увеличением R оно уменьшается.

Учитывая предложенные А. Максудовым равенства, можно записать:

$$Q_t = Q_o + 1.35 \cdot (\nu - \nu_o) + 7.1 \cdot [k \cdot \omega_b \cdot (0.16m - R) - \nu_{bo}] + 0.5 \cdot [\rho \cdot (V_{oo} - \pi \cdot R^2 \cdot l) - G_o], \quad (4)$$

где Q_o – паспортная производительность джина; ν , ν_o – предлагаемая и существующая окружная скорость пильного цилиндра; ν_b , ν_{bo} – предлагаемая и существующая окружная скорость сырцового валика; G , G_o – предлагаемая и существующая масса сырцового валика; k – коэффициент, учитывающий увеличение частоты вращения сырцового валика.

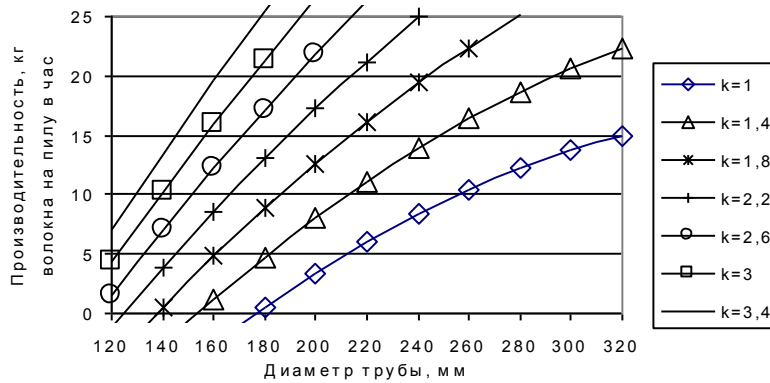


Рис. 6. Изменение ожидаемой производительности пильного джина с семяотводящим устройством в зависимости от диаметра трубы и коэффициента увеличения угловой скорости сырцового валика k

зор между пильным диском и трубой уменьшается с 40 до 30 мм, а объем рабочей камеры – с 16 до 20%. Поэтому для снижения массы сырцового валика необходимо увеличить количество пил на 20% на пильном валу, а для этого уменьшить шаг расположения пильных дисков с 18 до 15 мм.

Для обеспечения эффективного функционирования джина с семяотводящей системой решены следующие задачи.

Определены радиальная и тангенциальная составляющие вектора скорости :

$$U_r(\bar{r}, \theta) = F_1(\bar{r}) \cdot \Phi(\theta), \quad U_\theta(\bar{r}, \theta) = F_2(\bar{r}) \cdot \Phi(\theta), \quad (5)$$

где

$$F_1(\bar{r}) = \frac{1}{1 - \hat{R}_1^2} \cdot \left[U_{H0} \cdot \left(\frac{\hat{R}_1^2}{\hat{r}} - \hat{r} \right) - U_{HC} \cdot \left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{r}} - \hat{R}_1 \cdot \hat{r} \right) \right];$$

$$F_2(\bar{r}) = \frac{1}{1 - \hat{R}_1^2} \cdot \left[U_{\theta 0} \cdot \left(\hat{r} - \frac{\hat{R}_1^2}{\hat{r}} \right) + \omega_1 \cdot R_1 \cdot \left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{r}} - \hat{R}_1 \cdot \hat{r} \right) \right];$$

$$\hat{R}_1 = R_1 / R_2, \quad \hat{r} = r / R_2, \quad \Phi(\theta) = \sum_{n=1}^N [a_0 + a_n \theta_n^n].$$

Определена угловая скорость сырцового валика

$$\omega(\bar{r}, \theta) = \frac{1}{2} \cdot \left[F_2(\bar{r}) \cdot \Phi(\theta) - \frac{1}{\hat{r}} \Phi(\theta) \cdot F_1(\bar{r}) \right], \quad (6)$$

здесь r , θ – цилиндрические координаты; U_r , U_θ – компоненты вектора скорости по радиальному и тангенциальному направлениям; R_1 и ω_1 – радиус и скорость

Установлено, что для увеличения производительности пильного джина до 20 кг/час для одной пилы при минимальных значениях диаметра семяотводящей трубы необходимо увеличить частоту вращения сырцового валика от 2,4 до 3,4 раз (рис. 6), а диаметр – с 160 до 180 мм. При этом зазор между пильным диском и трубой уменьшается с 40 до 30 мм, а объем рабочей камеры – с 16 до 20%. Поэтому для снижения массы сырцового валика необходимо увеличить количество пил на 20% на пильном валу, а для этого уменьшить шаг расположения пильных дисков с 18 до 15 мм.

вращения внутреннего цилиндра; R_2 – радиус внешнего цилиндра; r – радиус рассматриваемой точки.

В результате изучения кинематики сырцового валика установлена причина, не позволяющая входить разрыхленному хлопку в рабочую камеру при высокой производительности. Причина этого состоит в направлениях скоростей сырцового валика и поступающего в рабочую камеру хлопка-сырца. Для решения этой проблемы мы на пути сырцового валика устанавливаем преграду, вследствие чего происходит хороший захват хлопка-сырца, поступающего в рабочую камеру.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлены параметры механизма вывода семян: наружный диаметр – 159 мм; пазы продольно-щелевые, скошенные, шириной 6 мм; число пазов – 16 штук по окружности; соседние пазы расположены со сдвигом 0,5; длина пазов – 250 мм. Частота вращения трубы – 360 мин^{-1} в сторону вращения сырцового валика; частота вращения шнека – 720 мин^{-1} , направление движения шнека – против движения трубы.

В результате сравнительных испытаний установлено, что часовая производительность 30-пильной установки составила 10 кг волокна на пилу в час. Предлагаемый 36-пильный джин с семяотводящим устройством тех же габаритов имеет производительность до 15,1 кг волокна на пилу в час. Производительность 36-пильного джина повышается на 81%, то есть для получения одной тонны волокна расходуется на 45% меньше времени, чем на 30-пильном джине.

Подставляя значения производительности типового пильного джина (10 кг волокна на пилу в час), радиуса трубы ($R=0,08\text{м}$), угловой скорости сырцового валика (51 с^{-1} и $k_1=3,3$) в уравнение (4), получим производительность пильного джина с семяотводящим устройством равной 15,15 кг волокна на пилу в час. При данной производительности коэффициент использования зубьев пил составляет $k=0,7$. Разница между теоретическими (51 с^{-1}) и экспериментальными значениями угловой скорости сырцового валика (суммарной угловой скорости сырцового валика и трубы $15,476+37,699=53,175 \text{ с}^{-1}$) составляет $2,175 \text{ с}^{-1}$ (4,3%).

В четвертой главе – «Динамика пильного джина с семяотводящим устройством» – дан анализ статических и динамических характеристик пильного джина и приведены результаты экспериментальных исследований опытно-промышленного 156-пильного джина с семяотводящим устройством.

В пильном джине с семяотводящим устройством под значительным силовым воздействием от внешних нагрузок находятся детали рабочей камеры и, главным образом, ее основные узлы – пильный цилиндр, семяотводящая труба и шнек.

Для создания и экспериментального исследования модернизированного 156-пильного джина на основе разработанного 36-пильного джина с семяотводящим устройством были решены следующие задачи:

I. На основе использования уравнения Лагранжа II рода выведены дифференциальные уравнения движения машинного агрегата 156-пильного цилиндра джина 5ДП-156 в следующем общем виде:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_{D2} \cdot \ddot{\phi}_{D2} &= M_{D2} - c_4 \cdot (\phi_{D2} - i_{D25} \cdot \phi_5) - e_4 \cdot (\dot{\phi}_{D2} - i_{D25} \cdot \dot{\phi}_5); \\ \mathfrak{I}_5 \cdot \ddot{\phi}_5 &= c_4 \cdot i_{D25} \cdot (\phi_{D2} - i_{D25} \cdot \phi_5) + e_4 \cdot i_{D25} \cdot (\dot{\phi}_{D2} - i_{D25} \cdot \dot{\phi}_5) - M_5; \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где $\mathfrak{I}_{D2}$, $\mathfrak{I}_5$ – соответственно моменты инерции электродвигателя и пыльного цилиндра, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; M_{D2} , M_5 – соответственно моменты нагрузок, действующие на вращающихся валах электродвигателя и пыльного цилиндра, $\text{Н} \cdot \text{м}$; c_4 – жесткость муфты, $\text{Н} \cdot \text{м}/\text{рад}$; e_4 – коэффициенты диссипации муфты, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}/\text{рад}$; $\dot{\phi}_{D2}$, $\dot{\phi}_5$ – угловые скорости электродвигателя и пыльного цилиндра, с^{-1} ; i_{D25} – передаточное отношение системы.

Для исследования машинного агрегата пыльного цилиндра джина 5ДП-156 были экспериментально определены момент инерции пыльного цилиндра методом разгона $\mathfrak{I}_2 = 1,244 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, технологическая нагрузка, действующая на вращающийся вал пыльного цилиндра $M_2 = M_{cp} + M_o \cdot \cos(\pi \cdot \omega_6 \cdot t/6) + \phi_o$ (где $M_{5cp} = 843,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_{5o} = 78,78 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $\omega_6 = \pi \cdot 490/30 \text{ рад/с}$; t – время; ϕ_o – начальная фаза) и далее расчётным путем определены жесткость $c_4 = 23065,2 \text{ Н} \cdot \text{м}/\text{рад}$ и коэффициент диссипации муфты $e_4 = 128,5346 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}/\text{рад}$.

Используя систему нелинейных дифференциальных уравнений (7), мы исследовали на ЭВМ динамику пыльного цилиндра при различных характеристиках приводного двигателя, предложенного И.С. Пинчуком, А.Е. Левиным и М.М. Соколовым. Для решения системы уравнений использовали численный метод Рунге-Кутты.

На основе результатов исследования уравнения движения пыльного цилиндра установлено следующее: с увеличением значений упруго-диссипативных параметров муфты от -90 до 100% при характеристиках А.Е. Левина и И.С. Пинчука увеличивается неравномерность вращения с $7,44 \cdot 10^{-3}$ до $4,85 \cdot 10^{-2}$; а при характеристике М.М. Соколова – с $6,44 \cdot 10^{-3}$ до $6,39 \cdot 10^{-3}$; с увеличением значений момента инерции электродвигателя от -60 до 100% при характеристиках М.М. Соколова и А.Е. Левина неравномерность вращения пыльного цилиндра постоянна и соответственно равна $6,35 \cdot 10^{-3}$ и $1,06 \cdot 10^{-2}$, а при характеристике И.С. Пинчука от -90 до 0% неравномерность вращения пыльного цилиндра 5ДП-156 уменьшается с $1,11 \cdot 10^{-2}$ до $7,9 \cdot 10^{-3}$; далее увеличивается до $1,3 \cdot 10^{-2}$ (рис. 7); с увеличением значений момента инерции пыльного цилиндра 5ДП-156 от -90 до 100% при характеристиках М.М. Соколова и А.Е. Левина неравномерность вращения пыльного цилиндра одинаково уменьшается с $6,58 \cdot 10^{-3}$ до $6,32 \cdot 10^{-3}$ и с $1,08 \cdot 10^{-2}$ до $1,02 \cdot 10^{-2}$; а при характеристике И.С. Пинчука увеличивается с $7,23 \cdot 10^{-3}$ до $9,38 \cdot 10^{-3}$; изменение момента инерции двигателя при характеристиках М.М. Соколова и А.Е. Левина не влияет на неравномерность вращения пыльного цилиндра 5ДП-156; для изучения переходного и установившегося режимов электродвигателя рекомендуется характеристика А.Е. Левина и М.М. Соколова, а для установившегося режима – характеристика И.С. Пинчука.

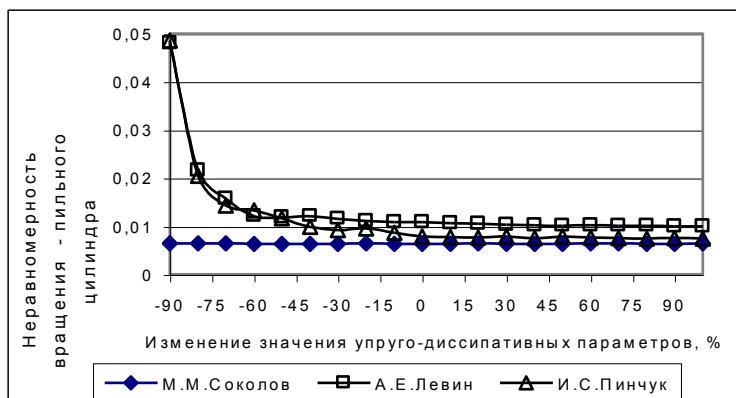


Рис. 7. Влияние упруго-диссипативных параметров на неравномерность вращения пильного цилиндра

774,3 рад/с, семяотводящей трубы 203,65; 811,16, 1814,06 рад/с и шнека 74,85; 292,48; 636,1 рад/с, на основе использования метода конечных элементов в форме перемещений. Получена закономерность поперечного перемещения семяотводящей трубы и шнека по длине, максимальные значения которых соответственно составляют $-2,91 \cdot 10^{-6}$ м при $l=0,191$ м и $-6,33 \cdot 10^{-5}$ м при $l=0,293$ м.

Установлено, что нет необходимости в увеличении диаметра вала пильного цилиндра при увеличении количества пил со 130 до 156 штук, так как угловая скорость пильного цилиндра находится в первой докритической зоне $\omega_p \leq 0,75 \cdot \omega_{1кр}$ – жесткий вал – 76,969 < 88,451 рад/с и поперечное перемещение вала по длине составляет 0,1058 мм.

Определены максимальные напряжения $\tau_{max}=15,4 \cdot 10^5$ Н/м² ($[\tau_k]=1029,7 \cdot 10^5$ Н/м² – допускаемое напряжение материала трубы сталь 45) и угол поворота $\varphi_{max}=0,0324^\circ$ семяотводящей трубы в зонах с пазами при кручении.

III. В результате проведения эксплуатационных испытаний опытного образца модернизированного пильного джина 5ДП-156 с семяотводящим устройством установлено, что экспериментальный джин удовлетворительно выполняет технологический процесс дженирования, при этом производительность по волокну составляет 2242,3 кг/ч, опущенность семян после джина – 11,4% и после семяотводящей трубы – 10,36%, энергоемкость основного пильного джина – 77,2 кВт/час, семяотводящей трубы – 4,5 кВт/час, расход воздуха для съема волокна – 0,7 м³/с.

Внедрение модернизированного пильного джина 5ДП-156 с семяотводящим устройством в технологический процесс на Бектемирском, Карасуйском, Алимкентском и Пскентском хлопкозаводах показали повышение производительности и снижение удельного расхода электроэнергии, а также то, что машинные агрегаты удовлетворяют по сопрягаемости, габаритам и производительности (по хлопку – 7007 кг/ч). Годовой экономический эффект составляет более 96,5 млн. сум.

Для оценки эффективности предлагаемого двухбарабанного колкового питателя, пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора волокна проведены экспериментальные исследования с применением многофакторного

В целом установлено, что для снижения неравномерности вращения пильного цилиндра необходимо увеличить упруго-диссипативные параметры с 23065,2 до 29984,76 Н·м/рад (с 128,534 до 167,09 Н·м·с/рад).

II. Установлены расчетные значения первой, второй и третьей критических скоростей пильного цилиндра 117,9; 450,2 и

эксперимента типа 2^n (центрального композиционного плана). За входные параметры приняты: выступ пил ($x_1=47, 52, 57 \text{ мм}$) и частота вращения семяотводящей трубы ($x_2=365, 389, 413 \text{ мин}^{-1}$), так как эти параметры определяют производительность питателя, пыльного джина и конденсора, энергозатраты, засоренность хлопка, семян, вывод семян из рабочей камеры, опушенность и поврежденность семян, массовая доля пороков и сорных примесей в волокне, длины волокна.

По результатам исследований получены регрессионные уравнения:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 6958,3682 + 272,3858 \cdot x_1 \cdot x_2 - 788,3332 \cdot x_1^2 + 292,2118 \cdot x_2^2; \\
 y_2 &= 2242,1568 + 87,6096 \cdot x_1 \cdot x_2 - 256,3984 \cdot x_1^2 + 98,126 \cdot x_2^2; \\
 y_3 &= 5,6267 - 0,8583 \cdot x_1 + 0,2217 \cdot x_2 - 0,37 \cdot x_1 \cdot x_2; \\
 y_4 &= 74,8216 - 3,3642 \cdot x_1 + 2,3646 \cdot x_2 + 2,4129 \cdot x_1 \cdot x_2; \\
 y_5 &= 0,2107 + 0,1093 \cdot x_1 + 0,0052 \cdot x_2 + 0,008 \cdot x_1 \cdot x_2; \\
 y_6 &= 1,7573 - 0,0643 \cdot x_1 - 0,195 \cdot x_2 + 0,06 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,1227 \cdot x_1^2 - 0,1889 \cdot x_2^2; \\
 y_7 &= 1,1450 + 0,6477 \cdot x_1 - 0,3029 \cdot x_2 - 0,5087 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,1699 \cdot x_1^2 - 0,2817 \cdot x_2^2; \\
 y_8 &= 11,4905 + 0,1322 \cdot x_1 - 0,3356 \cdot x_2 - 0,1426 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,3439 \cdot x_1^2; \\
 y_9 &= 33,7083 - 0,5535 \cdot x_1^2.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Обобщенным показателем эффективности функционирования рассматриваемой машины является качество волокна, то есть обеспечение наибольшей его длины при ограничениях: производительности питателя по хлопку – $y_1=7000 \text{ кг/час}$; производительности пыльного джина по волокну – $y_2=2340 \text{ кг/час}$; выхода семян через трубу – $y_3=7\%$; потребляемой мощности пыльного цилиндра пыльного джина – $y_4=75 \text{ кВт}$; засоренности семян – $y_5=0,33\%$; массовой доли пороков и сорных примесей в волокне – $y_6=2,0\%$; прироста механических повреждений семян – $y_7=1,0\%$; опушенности семян – $y_8=11,5\%$.

Оптимизацию регрессионных уравнений провели по общепринятой программе «Поиска решения оптимизируемой модели по методу Ньютона». В результате реализации оптимизации нами определены выступ пилы $x_1=51,5 \text{ мм}$ и частота вращения трубы $x_2=387,6 \text{ мин}^{-1}$, при которых производительность питателя – $y_1=6956 \text{ кг/ч}$ и пыльного джина – $y_2=2242 \text{ кг/ч}$, а длина волокна – $y_9=33,71 \text{ мм}$. Создание 156-пыльного джина с семяотводящим устройством даст возможность довести производительность поточной линии по хлопку до $7,4 \text{ т/ч}$ (по волокну – $2,385 \text{ т/ч}$). Разность между результатами производительности 36- и 156- пыльных джинов с семяотводящими устройствами составляет $5,9\%$.

На основе проведенных теоретико-экспериментальных исследований разработана поточная линия производительностью до 7 т/ч по хлопку при различной засоренности исходного сырца; разработанный джин обеспечивает высокую производительность и качественную очистку хлопкового волокна, удовле-

творяющую требованиям компоновки машинных агрегатов по сопрягаемости, габаритам и производительности по волокну 2242 кг/ч, и снижение удельных расходов электроэнергии.

Следовательно, рекомендуемая поточная линия с двумя пильным джинами 5ДП-156 с семяотводящим устройством и периодом работы в 188 рабочих дней перерабатывает 18206,3 тонны хлопкового волокна.

В пятой главе диссертации – «Исследование динамики машинного агрегата конденсора волокна» – разработан новый конденсор волокна с пульсирующим воздушным потоком. Проведены исследования динамики машинного агрегата, а также экспериментальные исследования геометрических и аэродинамических параметров конденсора с пульсирующим потоком, на основании которых определена эффективность предложения.

На основе расчетной схемы составлено дифференциальное уравнение движения волокна по поверхности сетчатого барабана (рис. 8–9):

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = K_{mp} \cdot \left[\frac{P_o}{m} + \frac{A}{m} \cdot \left| \cos(\sigma \cdot t + \alpha_o) \right| + g \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_o) - \right. \\ \left. - 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} - R \cdot \omega^2 - \frac{\dot{s}^2}{R} \right] + \frac{K^*}{m} \cdot (\omega \cdot R - \dot{s})^2 + g \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_o), \quad (9)$$

где K_{mp} – коэффициент трения между волокном и сетчатым барабаном; K^* – коэффициент пропорциональности; φ_o – угол падения волокна на поверхность сетчатого барабана; ω – частота вращения сетчатого барабана, c^{-1} ; m – масса волокна, кг; R – радиус сетчатого барабана, м; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; t – время, с; P_o – постоянная составляющая силы всасывания, Н; A – амплитуда переменной составляющей силы всасывания, Н; σ – частота вращения заслонки пульсатора, c^{-1} ; α_o – начальная фаза заслонки пульсатора. Для решения уравнения (9) использовался численный метод Рунге-Кутты.

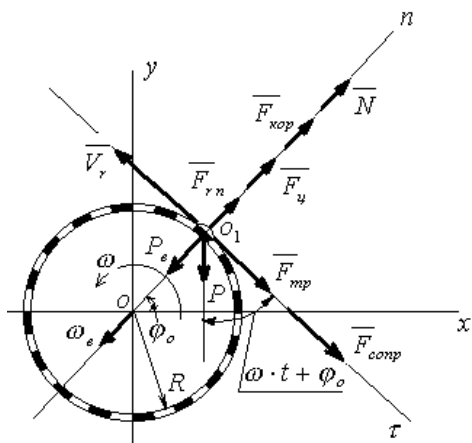


Рис. 8. Расчетная схема конденсора волокна

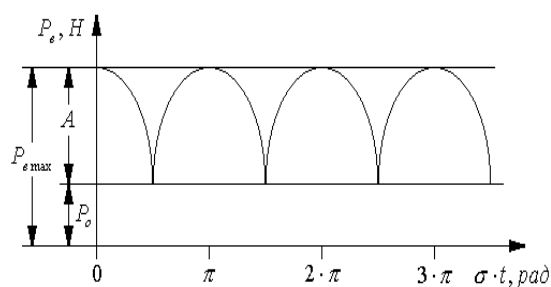
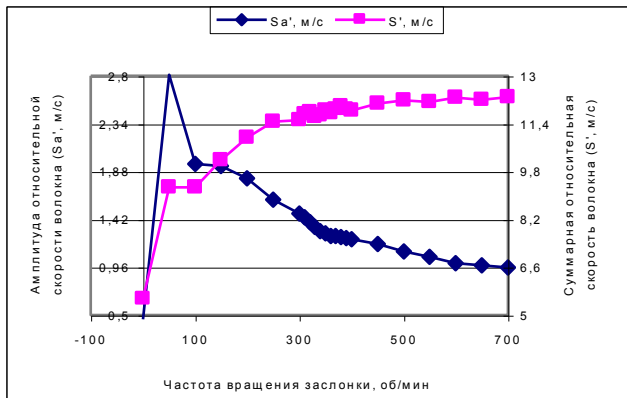


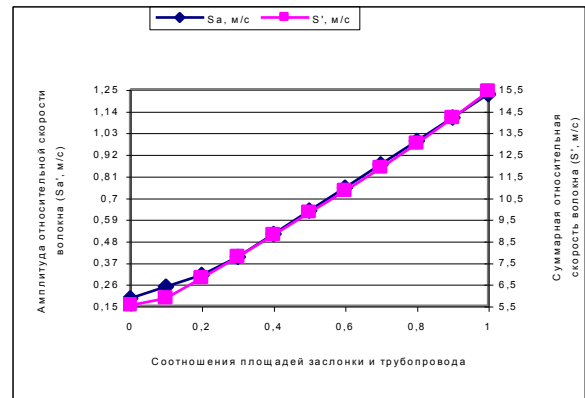
Рис. 9. Зависимость силы всасывания волокна от угла поворота заслонки пульсатора

В результате исследований влияния частоты вращения пульсатора в интервале от 0 до 700 мин^{-1} на составляющие функции амплитуды и суммарной относительной скорости выяснили, что рациональными являются параметры $\sigma = 370 \cdot \pi / 30 \text{ c}^{-1}$; $P_o = 0,3 \cdot P_{\text{εmax}} \text{ Н}$; $A = 0,7 \cdot P_{\text{εmax}} \text{ Н}$ (рис. 10–11), при которых макси-

мальная суммарная скорость $S' = 11,87032$ м/с и $Sa' = 0,869451$ м/с, в то время как для $\sigma = 0$ с⁻¹; $P_o = P_{vmax} = 0,245$ Н; $A = 0$ Н, $S' = 5,527653$ м/с и $Sa' = 0,18704$ м/с.



а



б

Рис. 10. Изменение амплитуды и суммарной относительной скорости волокна в зависимости от частоты вращения заслонки пульсатора (а) и соотношения площадей заслонки и трубопровода (б)

Используя уравнения Лагранжа II рода, получим дифференциальные уравнения движения машинного агрегата привода конденсора с пульсирующим потоком в общем виде:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D3} \cdot \varphi_3) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D3} \cdot \dot{\varphi}_3), \\ \mathfrak{I}_{3np} \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_1 \cdot i_{D3} \cdot (\varphi_D - i_{D3} \cdot \varphi_3) + \varepsilon_1 \cdot i_{D3} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D3} \cdot \dot{\varphi}_3) - \\ &\quad - c_2 \cdot (\varphi_3 - i_{34} \cdot \varphi_4) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_3 - i_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - M_{3np}, \\ \mathfrak{I}_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 &= c_2 \cdot i_{34} \cdot (\varphi_3 - i_{34} \cdot \varphi_4) + \varepsilon_2 \cdot i_{34} \cdot (\dot{\varphi}_3 - i_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - \\ &\quad - c_3 \cdot (\varphi_4 - i_{45} \cdot \varphi_5) - \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_4 - i_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_4, \\ \mathfrak{I}_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 &= c_3 \cdot i_{45} \cdot (\varphi_4 - i_{45} \cdot \varphi_5) + \varepsilon_3 \cdot i_{45} \cdot (\dot{\varphi}_4 - i_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - \\ &\quad - c_4 \cdot (\varphi_5 - i_{56} \cdot \varphi_6) - \varepsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_5 - i_{56} \cdot \dot{\varphi}_6) - M_5, \\ \mathfrak{I}_6 \cdot \ddot{\varphi}_6 &= c_4 \cdot i_{56} \cdot (\varphi_5 - i_{56} \cdot \varphi_6) + \varepsilon_4 \cdot i_{56} \cdot (\dot{\varphi}_5 - i_{56} \cdot \dot{\varphi}_6) - M_6; \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

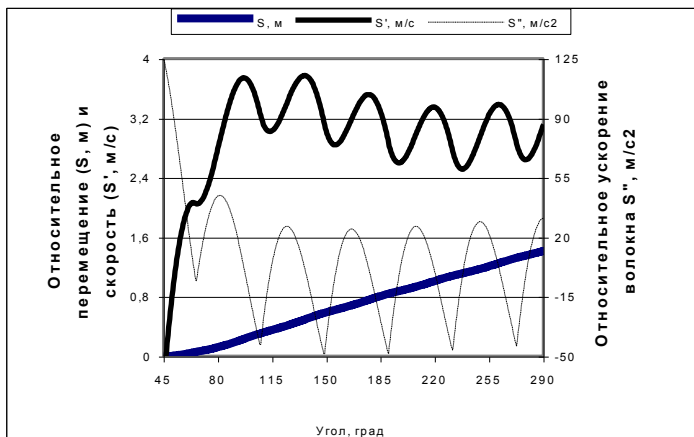


Рис. 11. Характеристика изменения движения волокна в зависимости от угла поворота сетчатого барабана с пульсирующим всасыванием воздушного потока

где $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3, \dot{\varphi}_4, \dot{\varphi}_5, \dot{\varphi}_6$ – угловые скорости ротора двигателя, входного вала редуктора, сетчатого барабана, шлюзового затвора, промежуточного вала и заслонки пульсатора, с⁻¹; $i_{D2}, i_{23}, i_{34}, i_{45}, i_{56}$ – передаточные отношения системы; i_{D3} – передаточное соотношение между валами двигателя и сетчатого барабана.

За обобщенные координаты принимаются угловые перемещения вращающихся масс машинного агрегата $\varphi_D, \varphi_3,$

$\dot{\varphi}_4, \dot{\varphi}_5, \dot{\varphi}_6$; M_2, M_3, M_4, M_5, M_6 – моменты сопротивления вращающихся валов конденсора КВВБ с пульсирующим потоком, $H \cdot m$; M_{3np} – приведенный момент сопротивления к валу сетчатого барабана, $H \cdot m$; M_5', M_6'' – момент сопротивления соответственно в опорах заслонки пульсатора и от пульсирующего воздушного потока, действующего на заслонку пульсатора, $H \cdot m$.

Для снижения потребляемой мощности конденсора проведен динамический синтез машинного агрегата конденсора по критерию минимума потребляемой энергии. При этом в качестве дополнительного критерия принята неравномерность вращения сетчатого барабана, что необходимо для предотвращения нарушения нормального процесса транспортировки и очистки волокна от пороков и сорных примесей (рис. 12).

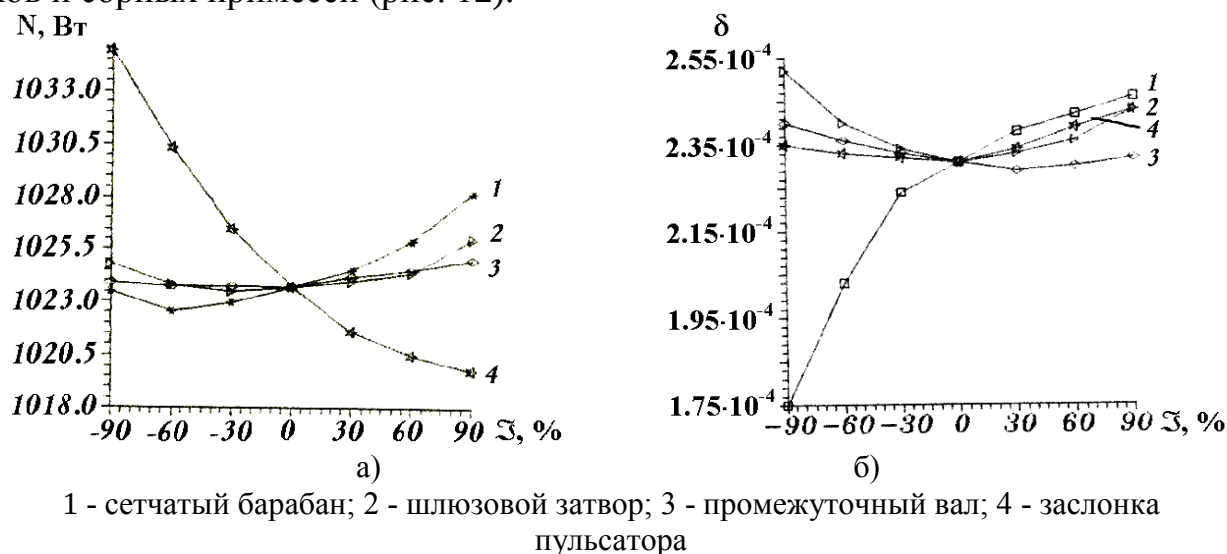


Рис. 12. Изменение потребляемой мощности электродвигателя (а) и неравномерности вращения сетчатого барабана (б) в зависимости от моментов инерции

Оптимизация параметров производилась по критерию потребляемой мощности. Для этого построена полиномиальная связь изменений потребляемой мощности электродвигателя в зависимости от момента инерции промежуточного вала, заслонки пульсатора и упруго-диссипативных параметров.

Используя центральный композиционный план второго порядка, мы построили зависимость изменения потребляемой мощности электродвигателя от момента инерции промежуточного вала ($\mathfrak{I}_5$) и заслонки пульсатора ($\mathfrak{I}_6$), которая имеет следующий вид:

$$y = 1024,02 - 0,704 \cdot x_1 - 6,488 \cdot x_2 + 1,047 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,626 \cdot x_1^2 + 0,651 \cdot x_2^2, \quad (11)$$

$$\text{где } x_1 = \frac{\mathfrak{I}_5 - 0,00385}{0,0028875}, \quad x_2 = \frac{\mathfrak{I}_6 - 0,0338}{0,02535}.$$

В результате реализации математической модели (11) получены следующие оптимальные параметры: $\mathfrak{I}_5 = 0,003056$; $\mathfrak{I}_6 = 0,05915 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Важные показатели переходного процесса – время продолжения после включения нагрузки и максимальный размах колебаний угловой скорости сет-

чатого барабана, шлюзового затвора, промежуточного вала и заслонки пульсатора зависит от значения моментов инерций вращающихся масс, характеристик упругих звеньев и технологического сопротивления (рис. 13).

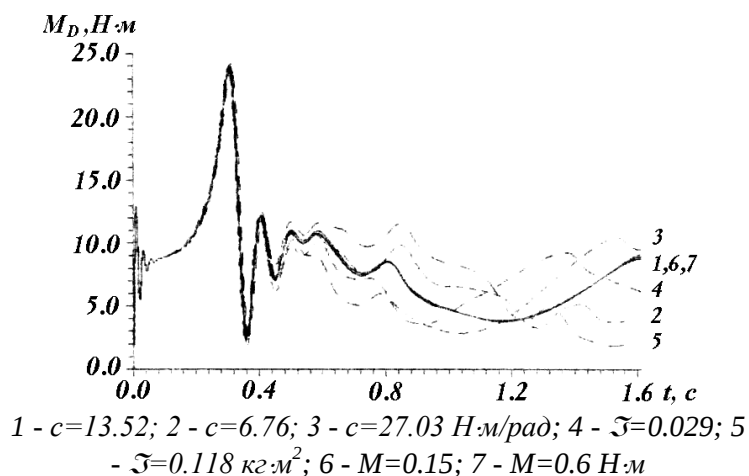


Рис. 13. Изменение движущего момента асинхронного двигателя при пуске в функции времени при различных параметрах конденсатора

партии, сорта и разновидности хлопкового волокна (С-6524, II сорт, машинного сбора) по схеме: 20-пильный джин – 3ОВП, КВВБ с пульсирующим потоком и с частотами вращения пульсатора 200, 430, 660 об/мин, при отношениях площадей заслонки пульсатора и трубопровода 0,5; 0,7; 0,9.

Математическую обработку результатов экспериментов производили с уровнем надежности 0,95. Уравнения регрессии статически описывают характер изменения содержания пороков в волокне и сорных примесей конденсора волокна с пульсирующим воздушным потоком и имеют следующий вид с натуральными значениями факторов x_1 и x_2 :

$$y=11,467-0,004 \cdot x_1-17,535 \cdot x_2+0,0047 \cdot x_1 \cdot x_2+11,382 \cdot x_2^2 . \quad (12)$$

Построенный по (12) наилучший очистительный эффект достигается при соотношении площадей заслонки и трубопровода 0,7 и частоте вращения заслонки 370 об/мин, при этом относительный очистительный эффект увеличивается до 13%.

Как показал предварительный анализ, основными факторами, влияющими на очистительный эффект конденсора, являются изменение частоты вращения заслонки (x_1) и отношение площадей заслонки пульсатора и трубопровода (x_2). С целью определения влияния основных факторов x_1 и x_2 используем матрицу ортогонального планирования второго порядка для двухфакторного процесса.

Эксперимент проведен при переработке одинаковой

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований по разработке нового поколения машин по первичной переработке хлопка сформированы нижеследующие выводы и рекомендации.

1. Аналитический обзор литературных источников и изучение функционирования машин хлопкоперерабатывающей промышленности позволили определить направления исследований по разработке нового питателя-очистителя с равномерной подачей хлопка в пыльный джин, рабочей камеры с дополнительным выводом семян и конденсора волокна с включением пульсирующего потока воздуха в технологический цикл.

2. Обоснована конструкция питателя джина с двумя последовательными колковыми барабанами и сетчатыми поверхностями, охватывающими их, разработаны расчетно-технологическая схема функционирования, динамическая и математическая модели и составлены дифференциальные уравнения движения машинного агрегата питателя. Пользуясь методом Гаусса-Зайделя по критерию наибольшего пути прохождения хлопка по сетчатой поверхности, а также экспериментами, выполненными на лабораторно-стендовой установке, определены рациональные параметры питателя. Разработанный алгоритм и программа расчета позволили рекомендовать динамические параметры привода.

3. Математическое моделирование движения летучек и семян в рабочей камере пыльного джина позволило установить, что оценку эффективности её работы можно осуществить на основе изучения закономерности изменения их касательных скоростей. Разработана конструкция джина с уменьшенным шагом расположения пыльных дисков на валу и рабочей камеры с семяотводящим устройством, состоящим из полый вращающейся цилиндрической трубы с продольными прорезями и шнека, расположенного внутри трубы. Установлены рациональные геометрические и кинематические параметры.

4. Составлены динамическая и математическая модели машинного агрегата пыльного джина с семяотводящим устройством, проанализированы различные характеристики «двигатель – исполнительная машина» и определены рациональные значения динамических параметров привода.

5. На базе метода конечных элементов (МКЭ) в форме перемещений разработана и рекомендована для инженерных расчетов методика определения силовых, прочностных факторов и критических скоростей рабочих валов хлопкоперерабатывающих машин. На примере расчета нового джина 5ДП-156 с семяотводящим устройством выполнены расчетные исследования по оценке прочности вала пыльного цилиндра, семяотводящей трубы и шнека, и установлено, что рекомендуемые их параметры удовлетворяют требованиям прочности подобных конструкций.

6. Пользуясь методом планирования полнофакторного эксперимента типа 2ⁿ ЦКП выполнены экспериментальные исследования оценки эффективности разработанного двухбарабанного колкового питателя совместно с пыльным джином и составлены девять уравнений регрессии для определения производительности работы питателя и джина, длины волокна, засоренности сырца, вы-

хода волокна и др. При трех уровнях выступа пил джина и частоты вращения семяотводящей трубы рассчитаны оптимальные параметры последних, соответственно $x_1=51,97 \approx 52$ мм и $x_2=388,4 \text{ мин}^{-1} \approx 400 \text{ мин}^{-1}$. При этом производительность питателя по хлопку достигает 7000 кг/ч, пильного джина по волокну 2242 кг/ч, а длина волокна составит 33,71 мм.

7. Теоретические и экспериментальные исследования, а также промышленные и межведомственные испытания новых джинов типа 5ДП-156 (5ДП-130) и ДПЗ-216 (ДПЗ-180) позволили создать и внедрить их в технологические циклы пяти хлопкоочистительных заводов ассоциации «O'zpakhtasanoat». При рациональном составлении технологической последовательности от перевалочного конвейера хлопка до ленточного конвейера для кип волокна на программу переработки в 30 000 т хлопка-сырца в год расход электроэнергии снижается от 480,5 до 407,7 кВт/час за счет повышения производительности от 12% до 50%, а экономический эффект составляет 96,5 млн. сум.

8. Разработаны расчетно-технологическая схема и программа расчета движения комка волокна по поверхности сетчатого барабана, определены рациональные значения частоты вращения заслонки пульсатора – 370 мин^{-1} , сила всасывания волокна – $P_{\text{вmax}}=0,245 \text{ Н}$ и соотношения площадей заслонки и трубопровода – 0,7 конденсора волокна с пульсирующим потоком. При этом выявлена минимальная массовая доля пороков и сорных примесей в волокне при суммарной относительной скорости равной $S'=11,87 \text{ м/с}$. Разработанный алгоритм и программа расчета динамики машинного агрегата конденсора волокна КВВБ с пульсирующим потоком позволили рекомендовать динамические параметры привода, при которых минимальны потребление энергии и неравномерность вращения сетчатого барабана, в результате чего достигается дополнительный очистительный эффект – 13%.

Таким образом, в диссертации изложены научные обоснования решения проблемы создания машинных агрегатов двухбарабанного питателя, пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора волокна с пульсирующим потоком, внедрение которых вносит значительный вклад в модернизацию отрасли переработки хлопка-сырца и повышает конкурентоспособность продукции хлопкоочистительного производства.

**SCIENTIFIC COUNCIL on AWARD of SCIENTIFIC DEGREE of
DOCTOR of SCIENCES 16.07.2013.T.06.01 at TASHKENT INSTITUTE OF
TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY SPECIAL EDUCATION OF
THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

MUKHAMMADIEV DAVLAT

**DYNAMICS OF MACHINE UNITS OF SAW GIN
WITH SEED RETRACTOR DEVICE AND
CONDENSER WITH PULSE AIR STREAM**

**05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics and robot-technical systems
(technical sciences)**

ABSTRACT

OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent – 2014

The subject of doctoral dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number 30.09.2014/B2014.5.T319.

Doctoral dissertation is carried out at the Institute of mechanics and seismic stability of structures of the Academy of sciences of the Republic Uzbekistan.

The full text of doctoral dissertation is placed on web-page of the Scientific council 16.07.2013.T.06.01 at the TITLI at the address www.titli.uz.

Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) is placed on web- page to address www.titli.uz and Information-educational portal "ZiyoNet" to the address www.ziyo.net.

**Scientific
consultant:**

Rakhmatkariev Shavkat Ubaydullaevich,

doctor of technical sciences, professor

**Official
opponents:**

Juraev Anvar,

doctor of technical sciences, professor

Alimukhamedov Shavkat,

doctor of technical sciences, professor

Rakhmonov Khayriddin,

doctor of technical sciences

**Leading
organization:**

Namangan technological-engineering institute

Defense of the dissertation will take place on "25" december 2014 at 10⁰⁰ o'clock at a meeting of the scientific council 16.07.2013.T.06.01 at Tashkent institute of textile and light industry (Address: 100100, Tashkent, str. Shohjahon, 5, tel. (99871)-253-06-06, 253-08-08, fax:253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz).

Doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of Tashkent institute of textile and light industry (registration number 02). Address: 100100, Tashkent, str. Shohjahon, 5, tel. (998 71)- 253-06-06, 253-08-08.

Abstract of the dissertation sent out on "22" of november 2014 year
(mailing report № 02, on "22" of november 2014 year)

K. Jumaniyazov,

chairman of scientific council on award of
scientific degree of doctor of sciences, doctor
of technical sciences, professor

A. Mamatov,

scientific secretary of scientific council on award
of scientific degree of doctor of sciences, doctor of
technical sciences, professor

A.Juraev,

chairman of scientific seminar under scientific
council on award of scientific degree of doctor of
sciences, doctor of technical sciences, professor

ANNOTATION OF DOCTORAL DISSERTATION

Topicality and demand of the subject of dissertation. One of the key problems of complex measures of anti-crisis program, worked out under the guidance of the President of the Republic of Uzbekistan Islam Karimov, is – «...In the first turn, further acceleration of modernization, technical and technological re-equipment of enterprises, wide-range implementation of modern flexible technologies. This, first of all, concerns basic fields of economy branches, export-oriented and localized productions. The problem is set – to accelerate the programs of modernization, technical and technological re-equipment of production, conversion to international quality standards; this will allow to provide for solid position in both foreign and domestic market »¹.

Conversion to market economy arises in Uzbekistan one of the most important problems – to increasing a competitiveness of cotton product. Necessary condition of its solution is considerably improving the condition of salable product of fiber with optimal quality characteristics; fiber being the basic product of cotton-cleaning industry. So, technical re-equipment, provision of modern engineering and technology, development of mobile, operating and meeting market requirements competitive production – are the most important strategic problems of cotton-cleaning industry by resolution of the Cabinet of Ministers of third of april 2007 year №70 «On the program of modernization and reconstruction of ginneries in the period 2007-2011».

In existing production lines the halt of any machine of the line leads to downtime of the whole complex or to operating the parallelly installed equipment with increased load. The first case is accompanied with free-running operation of coupled equipment (at short-term downtime) or with additional time necessary to clean coupled machines and startup of the complex after the halt. In the second case while operating with increased (above-standard) workload, the quality of cotton product becomes poor and resource-saving of technological machines is lower. All of these testify to reasonability of carrying out investigations on the development of machine units which meet requirements in productivity of machine configuration in terms of compatibility, dimensions and, finally, resource and energy saving.

Competitiveness of output product in market conditions is determined by its quality and cost, specified first of all by expenditures on its manufacturing. In manufacturing of a fiber lowering the production expenses in cotton plants may be achieved due to increase in efficiency, regular work of saw gins and cleaning effect of a condenser. Stability of operation of saw gins and condensers mainly depends on uniform feeding of cotton; here the importance of a feeder is very high. Improvement of existing saw gins and condensers, from the point of view of productivity increase and cleaning effect together with the least energy-consumption on the basis of known technical solutions, has practically exhausted all its possibilities; so the search of the means should be done on the basis of principally new unconventional technical solutions. Here arises a necessity to work out a feeder which will provide loosening, cot-

¹ I.Karimov. World financial-economic crisis, ways and measures to overcome them in conditions of Uzbekistan. - T.: Uzbekistan, 2009, 56 p.

ton cleaning before ginning and its uniform feeding into working chamber with specified production capacity and provision of required quality of fiber. To fulfill compatibility of machine units of a feeder and working chamber of saw gin in dimensions and production capacity it is necessary to work out a new structure of working chamber. So, development of dynamics of machine units of the processes of uniform feeding, ginning and cleaning of fiber in condenser with minimal energy-consumption presents an urgent problem; this thesis is devoted to the solution of this problem.

Conformity of research to priority directions of development of science and technologies of the Republic of Uzbekistan. Present work is executed in accordance with priority direction of development of science and technology of the Republic of Uzbekistan by FRP-2 – «Physics, astronomy, power and mechanical engineering» and ARP-3 – «Power, energy-power-save, transport, machine- and instrument building».

International review of scientific researches on the theme of dissertation. Studies connected with the investigation of dynamic processes of machine unit of saw gin and condenser at ginning and cotton refining present priority directions in modern machine-building.

In foreign research centres and higher educational institutes of USA, Australia, Germany, England, Japan, China, Russia, India and others, scientific research studies on solution of the problems of the dynamics of mechanical aggregates of technological machines have been carried out.

The use of theoretical and applied mechanics, theory of mechanisms and machines and information technologies presents a modern approach to the study of the dynamics of cotton-refining machines and units for investigation and presentation of the processes of ginning and cotton refining.

At present a significant experience in research studies of the processes of ginning and cotton fibre refining is accumulated by the researchers in USA (Lummus, Continental eagle), Australia (Lummus Australia Pty., Ltd.), China (Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co., Ltd), India (Nipha) and other countries, as well as on processes of cotton feeding of the working chamber of gin, ginning and fibre refining in condensers.

On modern stage the development of the studies of the dynamics of mechanical aggregates in this direction is important not only for the understanding of the bases of technological machines, but it also may lead to the achievement of essential economic profit due to economy of energy consumption and maintenance of quality properties of cotton fiber.

Degree of study of problem. The history of development of industrial production of machines and aggregates of ginning industry, in particular, feeders, saw gins and condensers, in last decades were considered in the works of such foreign researchers and specialists as E. Whitney, S.Z. Hall, T. Elliot, S.E. Hughs, R.N. Rakoff, A.V. Stanley, R.G. Hardin IV, P.A. Funk and others.

The effect of initial properties of raw cotton on technological and energy parameters of saw gin is realized in scientific works by foreign scientists J.C. Boykin (USA), K. Tompson (Great Britain), P. Kumar, M.K. Sharma (India).

A considerable contribution to the development of theoretical-methodological basis of the dynamics of technological machines, used in ginning industry, was done by scientific studies, carried out under the guidance of such scientists as R.G. Makhkamov, I.T. Makhsudov, A.E. Lugachev, M. Tillaev, M. Agzamov, H.T. Ahmedkhodjaev, R.A. Mangutov, A. Djuraev, R.I. Karimov, K.A. Karimov, Sh.P. Alimuhamedov and others. These works in general are connected with the study of raw cotton properties and structure of machines of foreign production, based on American technology at primary processing of cotton. Certain few studies of the researchers of the Uzbekistan were devoted to the problems of cotton refining in the feeders, to an increase of efficiency and decrease of energy-consumption in the process of cotton ginning. Along with this, scientific investigations connected with the use of structures of machines for seed retraction from working chamber with seed retractor device at ginning and pulse flow for fibre ginning in condensers and optimization of dynamic parameters and characteristics of drive mechanisms have not been completely studied yet. So, there appears a necessity to modernize the structure of saw gin and to increase its efficiency and decrease of energy-consumption in the process of ginning and technology of fibre refining in condensers.

Connection of dissertational research with the plans of scientific-research work (SRW) is reflected in following projects:

State scientific-technical programs: topic No 19.12 «Development of technologies and improvement of principal working elements of technological machines of cotton-cleaning and tanning industry» (2003–2005); No A-13.166 «Development of high-performance, energy- and resource-saving and export-oriented systems of machines of primary processing of cotton for different conditions of management with account of climate features, production capacity of cotton plants, amount of stock, period of processing, different growths of cotton» (2006–2008).

Innovation project: No FA-I4-F04 «Introduction in manufacture of the working chamber saw gin» (2011–2012).

Purpose of research is a development on the basis of studies of the dynamics of machine units of new structures of saw gin and condenser, which satisfy requirements of productivity, compatibility and energy-consumption and conservation, meeting the requirements in cotton fiber quality.

To achieve this goal the following **tasks of research** are solved:

to analyze technological process, based on the use of machines of saw ginning and to work out new structures of a feeder, working chamber of saw gin and condenser;

to study the movement of cotton fiber in machines on the basis of mathematical simulation of the process: on pin drum of a feeder, in working chamber of saw gin and on the surface of gauze drum;

to derive the equations of motion of machine units of a feeder, working chamber of saw gin and condenser with account of transition and steady-state modes of operation in order to reveal the regularities of their operation and to find rational parameters for working elements of machines;

to develop program software to realize obtained mathematical models with the aid of PC;

to reveal productivity of newly developed structures of machines of saw ginning, which meets the requirements (at least energy-consumption) of configuration of machine units in coupling and dimensions on the basis of theoretical-experimental studies in the structure of production line of processing of medium-staple cotton;

to study the parameters of operation of a gin with seed retractor in industrial conditions and to give recommendation for its effective usage.

Object of research is the object of study is machines and units of production line of cotton-cleaning industry.

Subject of research – two-drum pin feeder, saw gin and fiber condenser.

Methods of research. Theoretical studies have been conducted on the basis of the use of the methods of modern theoretical and applied mechanics, theory of mechanisms and machines and computational mathematics.

Experimental studies were conducted in laboratory and industrial conditions with the use of modern measuring equipment and devices on evaluation of quality of machine operation and cotton fiber. Processing of experimental data was done by the methods of statistics and mathematical planning of experiments. Fortran, Qbasic and a packet of economic calculations “PER” were used in elaboration of software.

Scientific novelty of dissertational research consists in the following:

two-drum pin feeder, working chamber of saw gin with seed retractor device and condenser with pulse air stream; methods and program software of calculation of dynamic processes, occurring in structures of machines of saw ginning have been worked out (675, 2354, IAP 02992, IAP 04037, FAP 00536, FAP 00589);

the regularities of changes of quality characteristics of fiber, seed and productivity of saw gin and fiber condenser in relation to characteristics of seed retractor pipe and pulsator have been revealed, allowing to rationally choose the modes and parameters of machines for cotton cleaning and ginning;

the regularities of changes in roller loading of 156-saw cylinder, seed retractor pipe and screw have been determined, as well as their cutoff rotation frequencies with account of technological resistance in working organs of gin, which allow to choose its dynamic and structural parameters;

mathematical model of machine units “feeder – saw gin – fiber condenser” has been worked out; it provides less energy-consumption and cost price of cotton fiber in processing of cotton.

Practical results of research consists in the following:

in development of two-drum feeder of saw gin, which reduces down to 31% dirt content of raw cotton and condenser with pulse air stream, which reduces down to 13% mass part of defects and dirt admixture in fiber;

in development of program software for PC-aided calculations to determine dynamic parameters of a feeder, saw gin with seed retractor device and fiber condenser with pulse air stream (PC programs No DGU 00829, No DGU 00830 and No DGU 02400);

in modernization of working chamber of saw gin with installation of seed retractor device, which allows to increase productivity of 156 saw gin in fiber up to 2242,3 kg/hour while maintaining quality characteristics and reducing specific energy consumption.

Reliability of results obtained is based on mathematical models, built with the use of fundamental concepts of modern mechanics and comparison of results with theoretical and tests data, obtained in laboratory and industrial conditions.

Theoretical and practical value of results of research. The scientific significance of the results of work:

developed methods with program means of calculation of the dynamics of a drive of two-drum pin feeder, working chamber of saw gin with seed retractor device and condenser of fiber with pulse air stream, which allow to establish their dynamic characteristics and parameters; worked out mathematical models of cotton movement inside two-drum pin feeder and working chamber of saw gin with seed retractor device, and fibers on the surface of gauze drum of fiber condenser with pulse air stream, which give a possibility to guide principal technological parameters of machines with substantiation of their constructive and dynamic parameters; theoretical-experimental studies of technological process of changes of cleaning effect of fiber condenser in relation to frequency of rotation of pulsator shutters and ratio of areas of pulsator shutters and pipeline, as well as the change in quality characteristics of fiber, seed and productivity of saw gin with seed retractor device, depending on rotation frequency of seed retractor pipe.

The practical significance of this study – worked out new structures of effective technological machines of saw ginning, which meet requirements of configuration of machine unit with least energy-consumption in productivity, compatibility and dimensions of two-drum pin feeder, working chamber of saw gin with seed retractor device and condenser of fiber with pulse air stream, which lowers the expenses on processing while maintaining quality characteristics of cotton fiber;

effective energy-saving configuration of machines on the basis of newly worked out structures of machine units on processing of medium-staple cotton.

Realization of results of researches. On the basis of carried out studies fiber condenser *KVVB* with pulse air stream, double-drum feeder and modernized working chamber of 156-saw gin with seed retractor device under the brand name «KRSVU» introduced into production at the enterprises of the association «O'zpaxtasanoat», annual economic impact of 96,5 million sum (the act of association «O'zpaxtasanoat» the introduction into production of 4.09.2014).

Approbation of work. Results of the research were reported at 14 scientific conferences, including 10 international conferences:

«Problem issues of mechanics and machine-building» (Tashkent, 1993 and 1998); VIII All-Russian Congress on theoretical and applied mechanics (Perm, 2001); «Actual problems of lint processing in modern conditions» (Kostroma, 2002); «Modern problems and perspectives in mechanics» (Tashkent, 2004, 2006 and 2009) and other.

The main results of the thesis discussed at scientific seminars: united seminar of the division «Theory of mechanisms and machines of cotton industry» of the Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures AS RUz; at Scientific council OAO «Paxtasanoat ilmiy markazi» and at a scientific seminar on the specialty 05.02.03 – «Technological Machines. Robots, Mechatronics and Robot-technical Systems» at

Scientific council 16.07.2013.T.06.01 in Tashkent institute of textile and light industry (Tashkent, 2014).

Publication of results. 46 scientific works were published on the topic of the dissertation, including 8 scientific articles, published in international journals, 6 patents of the Republic of Uzbekistan and 3 certificates on program product.

Structure and volume of dissertation. The thesis consists of the introduction, five chapters, conclusion, reference and appendixes. The thesis is presented on 211 pages, including 89 figures and 39 tables.

MAIN CONTENTS OF DISSERTATION

Introduction presents a substantiation of the urgency of the theme of the thesis, formulates aims and problems of investigation, determines theoretical importance and practical value, gives general methods of studies, basic statements, submitted for defense, approbation of the thesis, information on publication and the structure of the thesis.

In the first chapter of the thesis – «Review of works on structures of machines in cotton-cleaning industry» a review of structures of technological machines of production line in processing of medium-staple growth of cotton in CIS countries and abroad is done. An analysis of existing technological lines of domestic and foreign productions shows that the process of cotton processing progresses along the following scheme: drying – cleaning – cotton ginning – fiber cleaning.

Hence the stability of operation of technological line depends on the work of saw gins and condenser; and the stability of the latter two – depends mainly on uniformity of cotton feeding into working chamber of a gin, where the importance of a feeder is very high. That is why there appears a necessity to study the feeders, saw gins and fiber condensers.

A direction on development of new constructive solutions of saw ginning and condenser on the basis of the theory of machine units, meeting requirements in continuity and system character of technologic lines in productivity, compatibility with unification of certain links and the least energy-consumption, with provision of quality requirements of cotton fiber, was determined on the basis of results of analysis.

The second chapter – «Dynamics of a feeder of saw gin» is devoted to development of two-drum pin drum of a feeder of saw gin and to PC study of motion of cotton inside feeder and dynamics of machine unit of the drive of a feeder.

The feeder enters general complex of gin utility and provides uniform feeding of raw cotton into working chamber of a gin, thorough loosening and additional cleaning from dirt admixtures before the process of ginning.

To ensure above-mentioned characteristics we have worked out two-drum pin feeder (Fig.1): to increase the level of loosening and uniform feeding of cotton we have reduced the diameter of pin drum from 400 down to 312 mm, and the frequency of its rotation from 512 down to 490 revolutions/minute and have installed an additional pin drum.

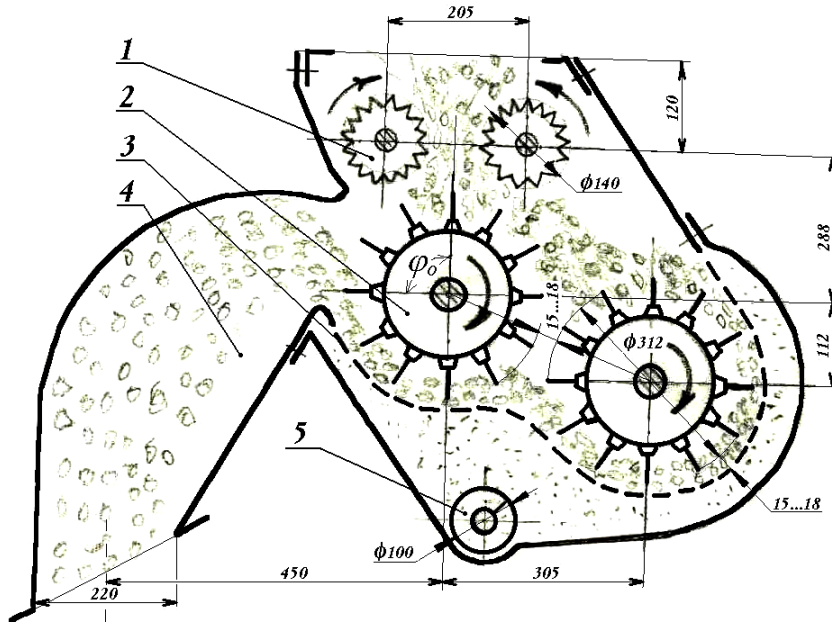


Fig. 1. Constructive parameters and scheme of two-drum feeder

Design scheme to study cotton motion inside the feeder consists of six parts. The first, third and fifth of them occur on the surface of the first, third and fifth pin drums, respectively (Fig. 2), and the second, fourth and sixth – with separation from pin drums (Fig. 3).

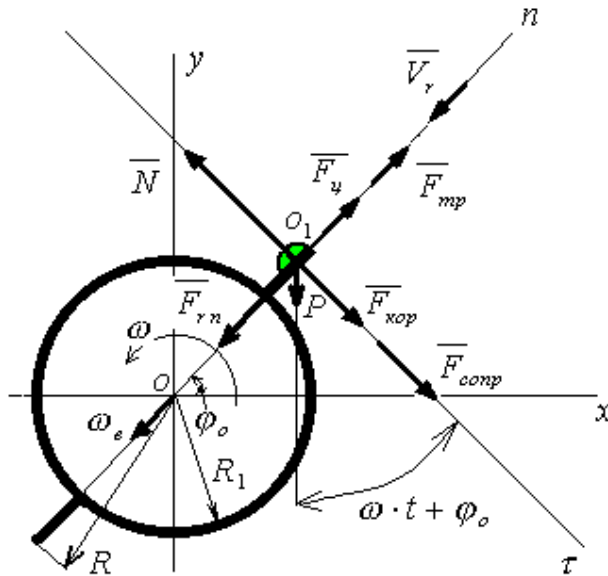


Fig. 2. Design scheme of cotton motion on the surface of pin drum

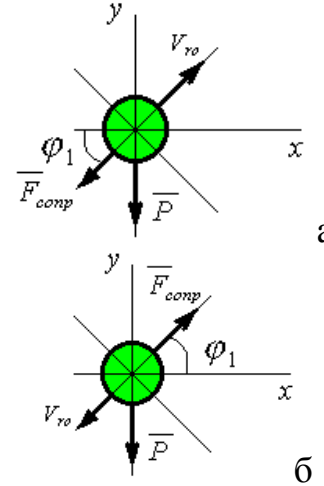


Fig. 3. Design scheme of cotton motion with separation from pin drums

On the basis of design scheme differential equations of cotton motion on the surface of pin drum (1) and cotton motion with separation from pin drums (2) were derived:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = K_{mp} \cdot \left[\frac{K^* \cdot (\omega \cdot R)^2}{m} + 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} + g \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_o) \right] - \frac{\dot{s}^2}{R} - g \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_o) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_x^2) \cdot \sin(\varphi_1)}{m}; & \frac{d^2 y}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_y^2) \cdot \cos(\varphi_1)}{m} - g; \\ \frac{d^2 x}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_x^2) \cdot \sin(2 \cdot \pi - \varphi_1)}{m}; & \frac{d^2 y}{dt^2} &= - \frac{(K^* \cdot V_y^2) \cdot \cos(2 \cdot \pi - \varphi_1)}{m} - g; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

where K_{mp} – is a friction coefficient between cotton and pins of a drum; K^* – coefficient of proportionality; φ_0 and φ_1 – angle of gripping and discharge of cotton by drum pins; ω – frequency of rotation of pin drum, c^{-1} ; m – cotton mass, kg; R – radius of pin drum, m; g – acceleration due to gravity, m/s^2 ; t – time, s; V_x and V_y – projection of cotton velocity in x and y directions, m/s.

Solving equations (1) and (2), Runge-Kutt's method for differential equation of the second order of the form $\ddot{s} = F(t, s, \dot{s})$ was used. Step Δt and initial values t_0 , $s(t_0)=s_0$ and $\dot{s}(t_0) = \dot{s}_0$ were given before computations.

As a result of PC realization of mathematical model of two-drum feeder, the graphs of the change of raw cotton motion inside feeder were built, depending on an angle and velocity of drop on the surface of pin drum (frequency of rotation of feed roller and productivity of a feeder) (Fig.4); on diameter and frequency of rotation of pin drums.

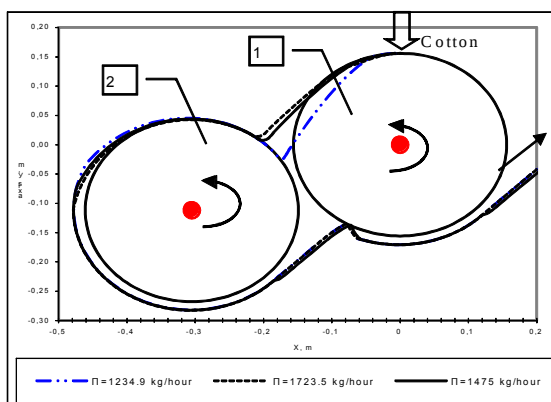


Fig.4. Change of the trajectory of cotton depending on frequency of rotation of feed rollers and productivity of a feeder

Estimation of rational parameters of two-drum feeder was carried out by Gauss-Zeydel's method according to criterion of cotton path along gauze surface. As a result of study of raw cotton motion inside two-drum feeder, diameter (312 mm) and frequency of rotation of pin drums ($51,31 s^{-1}$), productivity of a feeder (1587 kg/hour) and incidence angle of cotton on the surface of pin drum ($\varphi_0=90^\circ$), were determined; these characteristics ensure the best loosening, cleaning and uniform feeding of cotton into working chamber.

However for effective operation of two-drum feeder, which provides uniform feeding of cotton into working chamber with given productivity, it is necessary to determine the ways to reduce non-uniform character of rotation of pin drums and energy-consumption of electric motor of a feeder, using the equation of motion of machine unit of a feeder.

Using Lagrange equation of the second kind we have introduced differential equations of the motion of machine unit of a feeder in general form:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D1} \cdot \varphi_1) - \epsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D1} \cdot \dot{\varphi}_1) ; \\ \mathfrak{I}_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 &= c_1 \cdot i_{D1} \cdot (\varphi_D - i_{D1} \cdot \varphi_1) + \epsilon_1 \cdot i_{D1} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D1} \cdot \dot{\varphi}_1) - c_2 \cdot (\varphi_1 - i_{12} \cdot \varphi_2) - \\ &\quad - \epsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - c_3 \cdot (\varphi_1 - i_{13} \cdot \varphi_3) - \epsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_1 ; \\ \mathfrak{I}_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 &= c_2 \cdot i_{12} \cdot (\varphi_1 - i_{12} \cdot \varphi_2) + \epsilon_2 \cdot i_{12} \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2 ; \\ \mathfrak{I}_{3np} \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_3 \cdot i_{13} \cdot (\varphi_1 - i_{13} \cdot \varphi_3) + \epsilon_3 \cdot i_{13} \cdot (\dot{\varphi}_1 - i_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_{3np} ; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

where $\mathfrak{I}_D, \mathfrak{I}_1, \mathfrak{I}_2, \mathfrak{I}_{3np}$ – are moments of inertia of rotating mass, respectively $\text{kg}\cdot\text{m}^2$; M_D, M_1, M_2, M_{3np} – moments of loads, respectively, acting on rotating roll of electric motor and feeder drums, $\text{H}\cdot\text{m}$; c_1, c_2, c_3 – rigidity of belt drive, $\text{H}\cdot\text{m}/\text{rad}$; $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ – coefficients of dissipation of belt drive, $\text{H}\cdot\text{m}\cdot\text{s}/\text{rad}$; $\dot{\phi}_D, \dot{\phi}_1, \dot{\phi}_2, \dot{\phi}_3$ – angular velocities of rotating mass of the system, c^{-1} ; i_{D1}, i_{12}, i_{13} – transmission ratio of belt drive.

The system of non-linear differential equations (3) was PC solved. On the basis of numeric results the graphs of changes of non-uniformity and frequency of rotation of pin drums (Fig. 5), leading roll of variator IVR-1 and power-consumption of electric motor were built depending on the following actual parameters of the system (0,%): resistance moment ($M_1=12,475$; $M_2=12,475$; $M_{3np}=1,287 \text{ H}\cdot\text{m}$); elastic-dissipative parameters ($c_1=61,948$, $c_2=41,472$, $c_3=24,048 \text{ H}\cdot\text{m}/\text{rad}$ and $\epsilon_1=0,3636$, $\epsilon_2=0,2138$, $\epsilon_3=0,1596 \text{ H}\cdot\text{m}\cdot\text{s}/\text{rad}$) of belt drives, moments of inertia of electric motor ($\mathfrak{I}_D=0,158\text{kg}\cdot\text{m}^2$), first ($\mathfrak{I}_1=4,469\text{kg}\cdot\text{m}^2$) and second ($\mathfrak{I}_2=4,469\text{kg}\cdot\text{m}^2$) pin drums and feed rollers ($\mathfrak{I}_{3np}=0,2547\text{kg}\cdot\text{m}^2$), reduced to the roll of variator IVR-1, at decreasing (-100%) and increasing (100%) of real parameters of a feeder of saw gin.

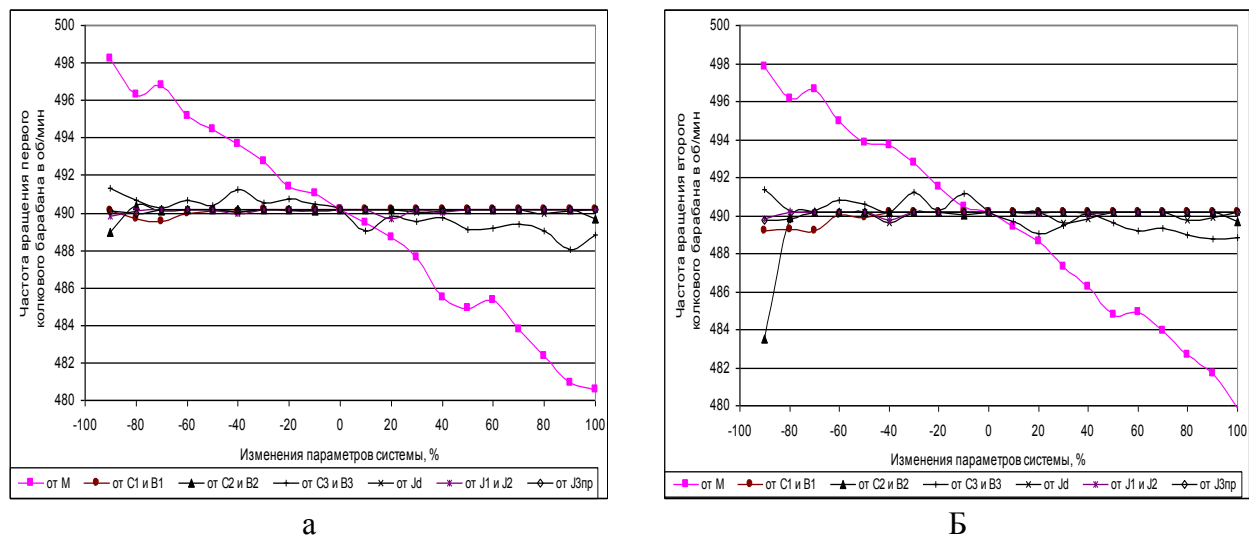


Fig. 5. Graph of changes of rotation frequencies of the first (a) and second (b) pin drums

Equations of motion of machine unit were drawn, dynamic characteristics were studied and rational parameters of feeder drive were found, which ensure the best loosening, cleaning and uniform cotton feeding into working chamber. It was stated, that in reduction of power consumption of electric motor from 1,510 down to 1,366 kWt non-uniformity of rotation of pin drums increases from 0,00008 up to 0,00243 at frequency of rotation of pin drums $490,2 \text{ min}^{-1}$ ($51,33 \text{ s}^{-1}$). So to lower power consumption it is necessary to decrease elastic-dissipative parameters of the third belt drive to 70% (from 24,048 to 7,214 $\text{H}\cdot\text{m}/\text{rad}$).

To study cleaning effect in MTC AO «PaxtaGin KB» an experimental utility of a feeder with two drums 560 mm wide, was worked out. Experimental studies of two-drum pin feeder show, that at productivity 1587 kg/hour cleaning effect reaches 31%.

On the whole, developed two-drum feeder with width of 560 mm, diameter 312 mm and frequency of rotation 490 min^{-1} of pin drums at productivity in cotton 1587

kg/hour with cleaning effect up to 31% and power consumption of a feeder 0,84 kWt/hour will ensure the best loosening, cleaning and uniform cotton feeding into working chamber of saw gin. With productivity of a feeder 1587 kg/hour for the width 560 mm, productivity of saw gin should be 508 kg of fiber per hour (or $508/30=16,9$ kg of fiber per saw per hour). But serial saw gin has a productivity of 15,3 kg of fiber per saw per hour; this does not ensure compatibility of a feeder and gin in productivity. Thus it is necessary to work out a saw gin, satisfying requirements of configuration of machine units in compatibility, dimensions and productivity.

In the third chapter – «Development of working chamber of saw gin of higher productivity» theoretical studies and elaboration of additional seed retractor device in working chamber of saw gin are given.

To increase productivity from the point of view of modernization of saw gin it is necessary to increase velocity and mass of raw material roller. An increase in velocity and mass of raw material roller may be achieved by installation of seed retractor pipe inside working chamber. An installation of seed retractor pipe of R radius reduces the volume of working chamber ($V_{o6} - \pi \cdot R^2 \cdot l$); mass of raw material roller equals to G . The distance of a radius of working chamber from the wall of pipe to buffer beam is $(0,16m - R)$. With increase of R it becomes less.

Taking into consideration equalities, offered by A. Maksudov, we may write down:

$$Q_t = Q_o + 1,35 \cdot (\nu - \nu_o) + 7,1 \cdot [k \cdot w_b \cdot (0,16m - R) - \nu_{bo}] + 0,5 \cdot [\rho \cdot (V_{o6} - \pi \cdot R^2 \cdot l) - G_o], \quad (4)$$

here Q_o – is passport productivity of a gin; ν, ν_o – offered and existing circumferential velocities of saw cylinder; ν_b, ν_{bo} – offered and existing circumferential velocities of raw material roller; G, G_o – offered and existing mass of raw material roller; k – coefficient, accounting an increase in frequency of rotation of raw material roller.

It was stated that to increase productivity of saw gin up to 20 kg/hour per one saw at minimum values of diameter of seed retractor pipe, it is necessary to increase frequencies of rotation of raw material roller up to 2,4 – 3,4 times (Fig. 6), and diameter – from 160 to 180 mm. Here clearance between saw disk and pipe becomes less, from 40 to 30 mm, and the volume of working chamber - from 16 to 20%. So, to lessen the mass of raw material roller, it is necessary to increase the number of saws to 20% on saw shaft, and to shorten the step of location of saw disks from 18 to 15 mm.

To ensure effective operation of gin with seed retractor device the following problems were solved.

Where determined vector of radial and tangential velocity components:

$$U_r(\hat{r}, \theta) = F_1(\hat{r}) \cdot \Phi(\theta), \quad U_\theta(\hat{r}, \theta) = F_2(\hat{r}) \cdot \Phi(\theta), \quad (5)$$

where
$$F_1(\hat{r}) = \frac{1}{1 - \hat{R}_1^2} \cdot \left[U_{H0} \cdot \left(\frac{\hat{R}_1^2}{\hat{r}} - \hat{r} \right) - U_{HC} \cdot \left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{r}} - \hat{R}_1 \cdot \hat{r} \right) \right];$$

$$F_2(\hat{r}) = \frac{1}{1 - \hat{R}_1^2} \cdot \left[U_{\theta 0} \cdot \left(\hat{r} - \frac{\hat{R}_1^2}{\hat{r}} \right) + \omega_1 \cdot R_1 \cdot \left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{r}} - \hat{R}_1 \cdot \hat{r} \right) \right];$$

$$\hat{R}_1 = R_1 / R_2, \quad \hat{r} = r / R_2, \quad \Phi(\theta) = \sum_{n=1}^N [a_0 + a_n \theta^n].$$

Was determined angular velocity of raw material roller

$$\omega(\hat{r}, \theta) = \frac{1}{2} \cdot \left[F_2(\hat{r}) \cdot \Phi(\theta) - \frac{1}{\hat{r}} \Phi(\theta) \cdot F_1(\hat{r}) \right], \quad (6)$$

here r, θ – are cylinder coordinates; U_r, U_θ – components of vector of velocity in radial and tangential directions; R_1 and ω_1 – radius and velocity of rotation of internal cylinder; R_2 – radius of external cylinder; r – radius of discussed point.

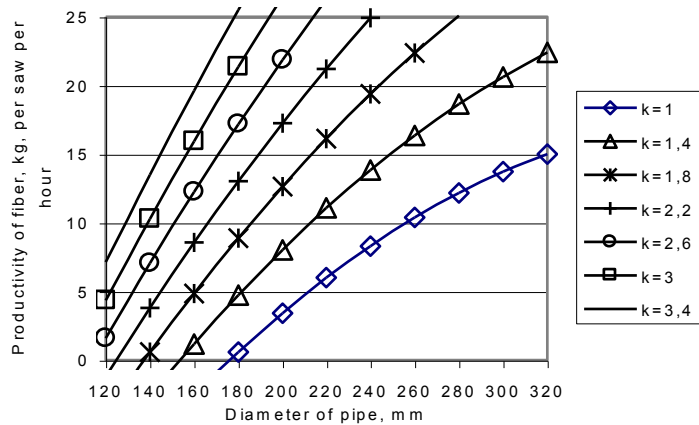


Fig. 6. The change of expected productivity of saw gin with seed retractor device relative to diameter of pipe and coefficient of angular velocity of raw material roller k

From investigations of kinematics of raw material roller the reason was stated, which did not allow loosened cotton to be fed into working chamber at high productivity. The reason consists of directions of velocities of raw material roller and raw cotton fed into working chamber. To overcome this problem we install an obstruction on the path of raw material roller. Due to it there occurs a

good gripping of raw cotton, entering into working chamber.

As a result of carried out experimental studies the following parameters of the mechanism of seed retractor were determined: external diameter – 159 mm; longitudinal-slot, bevel grooves 6 mm wide; the number of grooves – 16 along the circumference; next grooves are located with 0,5 shift, the length of grooves – 250 mm, frequency of pipe rotation – 360 min^{-1} to the direction of rotation of raw material roller; frequency of rotation of a screw 720 min^{-1} , direction of screw motion-opposite to pipe motion.

On the basis of comparative tests it was stated that productivity per hour of 30-saw device is 10 kg of fiber per saw per hour. Offered 36-saw gin with seed retractor device of similar dimensions has productivity up to 15,1 kg of fiber per saw per hour. Productivity of 36-saw gin is increased to 81%, that is, to obtain one ton of fiber, 45% less time is spent, comparing with 30-saw gin.

Substituting the values of productivity of typical saw gin (10 kg of fiber per saw per hour), pipe radius ($R=0.08\text{m}$), angular velocity of raw material roller (51 s^{-1} and $k_1=3,3$) into equation (4) we will have productivity of saw gin with seed retractor device as equal to 15,15 kg of fiber per saw per hour. With this productivity coefficient of the use of saw teeth is $k=0,7$. The difference between theoretical (51 s^{-1}) and experimental values of angular velocity of raw material roller (total angular velocity of raw material roller and pipe $15,476+37,699=53,175 \text{ s}^{-1}$) is $2,175 \text{ s}^{-1}$ (4,3%).

In the fourth chapter – «Dynamics of saw gin with seed retractor device» an analysis is done of static and dynamic characteristics of saw gin, and results of experimental studies of test-industrial 156-saw gin with seed retractor device are given.

In saw gin with seed retractor device under considerable force effect from external loads there are the elements of working chamber and, mainly, its principal structures – saw cylinder, seed retractor pipe and screw.

To create and experimentally study a modernized 156-saw gin on the basis of worked out 36-saw gin with seed retractor device, the following problems were solved:

I. by Lagrange equation of the II kind differential equations of motion of machine unit of 156 saw cylinder were derived in the following general form:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{I}_{D2} \cdot \ddot{\varphi}_{D2} &= M_{D2} - c_4 \cdot (\varphi_{D2} - i_{D25} \cdot \varphi_5) - \varepsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_{D2} - i_{D25} \cdot \dot{\varphi}_5); \\ \mathfrak{I}_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 &= c_4 \cdot i_{D25} \cdot (\varphi_{D2} - i_{D25} \cdot \varphi_5) + \varepsilon_4 \cdot i_{D25} \cdot (\dot{\varphi}_{D2} - i_{D25} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_5; \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

where $\mathfrak{I}_{D2}$, $\mathfrak{I}_5$ – are moments of inertia of saw cylinder and engine, $\text{kg} \cdot \text{m}^2$; M_{D2} , M_5 – moments of of saw cylinder and engine, $\text{H} \cdot \text{m}$; c_4 – further rigidity of clutch, $\text{H} \cdot \text{m}/\text{rad}$; ε_4 – coefficients of dissipation of clutch, $\text{H} \cdot \text{ms}/\text{rad}$; $\dot{\varphi}_{D2}$, $\dot{\varphi}_5$ – angular velocities of saw cylinder and engine, c^{-1} ; i_{D25} – transmission ratio of the system.

To study machine unit of saw cylinder of gin 5DP-156 moment of inertia of saw cylinder was experimentally determined by the method of acceleration $\mathfrak{I}_2 = 1,244 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, technologic load acting on rotating shaft of saw cylinder $M_2 = M_{cp} + M_o \cdot \cos(\pi \cdot \omega_o \cdot t/6) + \varphi_o$ (where $M_{5cp} = 843,72 \text{ H} \cdot \text{m}$; $M_{5o} = 78,78 \text{ H} \cdot \text{m}$; $\omega_o = \pi \cdot 490/30 \text{ rad/s}$; t – time; φ_o – initial phase) and further rigidity $c_4 = 23065.2 \text{ H} \cdot \text{m}/\text{rad}$ and coefficient of dissipation of clutch $\varepsilon_4 = 128,5346 \text{ H} \cdot \text{m} \cdot \text{s}/\text{rad}$ were determined by design.

Using the system of non-linear differential equations (7), we have studied with PC the dynamics of saw cylinder under different characteristics of drive engine, offered by I.S. Pinchuk, A.E. Levin, and M.M. Sokolov. Runge-Kutt's numeric method was used for the solution of the system of equations.

On the basis of results of study of motion equation of saw cylinder the following was stated: With an increase of values of elastic-dissipative parameters of a clutch from -90 to 100% with A.E. Levin and I.S. Pinchuk characteristics non-uniformity of rotation is increased from $7,44 \cdot 10^{-3}$ to $4,85 \cdot 10^{-2}$; and with M.M. Sokolov's characteristics – from $6,44 \cdot 10^{-3}$ to $6,39 \cdot 10^{-3}$; With an increase of the values of the moment of inertia of electric motor from -60 to 100% with characteristics by M.M. Sokolov and A.E. Levin, non-uniformity of rotation of saw gin is constant and equals to $6,35 \cdot 10^{-3}$ and $1,06 \cdot 10^{-2}$ respectively, and with characteristic given by I.S. Pinchuk - from -90 to 0% , non-uniformity of rotation of saw cylinder 5DP-156 drops from $1,11 \cdot 10^{-2}$ to $7,9 \cdot 10^{-3}$; and later grows till $1,3 \cdot 10^{-2}$ (Fig. 7); With an increase of the values of the moment of inertia of saw cylinder 5DP-156 from -90 to 100% with M.M.Sokolov and A.E.Levin's characteristics, non-uniformity of rotation of saw cylinder equally decreases from $6,58 \cdot 10^{-3}$ to $6,32 \cdot 10^{-3}$ and from $1,08 \cdot 10^{-2}$ to $1,02 \cdot 10^{-2}$; and with I.S. Pinchuk's characteristics increases from $7,23 \cdot 10^{-3}$ to $9,38 \cdot 10^{-3}$; The change of the mo-

ment of inertia of an engine with M.M. Sokolov and A.E. Levin's characteristics does not effect non-uniformity of rotation of saw cylinder 5DP-156; To study transition and steady-state modes of electric motor A.E. Levin and M.M. Sokolov's characteristics are recommended, and for steady-state mode – the ones by I.S. Pinchuk.

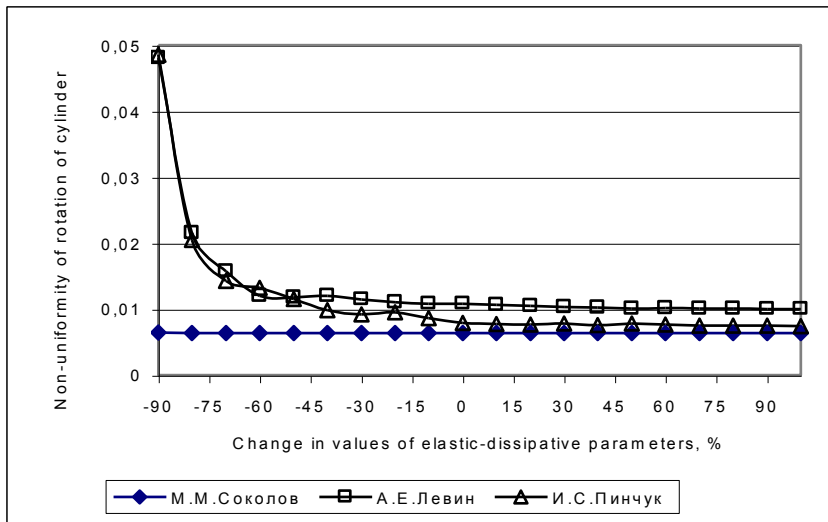


Fig. 7. The effect of elastic-dissipative parameters on non-uniformity of rotation of saw cylinder

rad/s, seed retractor pipe 203,65; 811,16; 1814,06 *rad/s* and screw 74,85; 292,48; 636,1 *rad/s*, on the basis of the method of finite elements in the form of displacement. Regularity of transversal displacement of seed retractor pipe and screw along the length, with maximal values of $-2,91 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ at $l=0,191 \text{ m}$ and $-6,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ at $l=0,293 \text{ m}$ was obtained.

It was stated that there does not arise a necessity in increase of diameter of a shaft of saw cylinder with an increase in number of saws from 130 to 156, since angular velocity of saw cylinder is in the first subcritical zone $\omega_p \leq 0,75 \cdot \omega_{1kp}$ – rigid shaft – 76,969 < 88,451 *rad/s* and transversal displacement of the shaft along the length is 0,1058 mm.

Maximal stresses were determined $\tau_{max}=15,4 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ ($[\tau_k]=1029,7 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ – allowable stress of the material of pipe steel-45) and an angle of rotation $\varphi_{max}=0,0324^\circ$ of seed retractor pipe in the zone with grooves at torsion.

III. As a result of carried out operation tests of an example of modernized saw gin 5DP-156 with seed retractor device it was stated that experimental gin successfully conducts technologic process of ginning; productivity in fiber is 2242,3 *kg/hour*, downiness of seed after gin – 11,4% and after seed retractor pipe – 10,36%, power-consumption of principal saw gin – 77,2 *kWt/hour*, seed retractor pipe – 4,5 *kWt/hour*, air flow consumption to remove fiber – 0,7 *m*³/*s*.

Implementation of modernized saw gin 5DP-156 with seed retractor device into technological process in Baktemir cotton cleaning plant has shown an increase in productivity and a decrease in specific power consumption, as well as the fact that machine units satisfy the requirements in compatibility, dimensions and productivity (in cotton – 7007 *kg/hour*). Economic benefit is more than 96,5 mln.soum.

On the whole, it was stated that for the reduction of non-uniformity of rotation of saw cylinder it is necessary to increase elastic dissipative parameters from 23065,2 to 29984,76 *H·m/rad* (from 128,534 to 167,09 *H·m·s/rad*).

II. Design values of the first, second and third critical velocities of saw cylinder were stated: 117,9; 450,2 and 774,3

To estimate productivity of offered two-drum pin feeder, saw gin with seed retractor device and fiber condenser, experimental investigations were carried out with the use of multi-factor experiment of the 2ⁿ type (central composition plan). Entering parameters are: extension of saws ($x_1=47, 52, 57 \text{ mm}$) and frequency of rotation of seed retractor pipe ($x_2=365, 389, 413 \text{ min}^{-1}$), as these parameters estimate productivity of a feeder, saw gin and condenser; power-consumption, dirt content in cotton and seed, seed outlet from working chamber, downiness and damage degree of seed, mass part of defects and dirt admixtures in fiber, the length of fiber.

Based on results of the study regression equations were obtained:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 6958,3682 + 272,3858 x_1 x_2 - 788,3332 x_1^2 + 292,2118 x_2^2; \\
 y_2 &= 2242,1568 + 87,6096 x_1 x_2 - 256,3984 x_1^2 + 98,126 x_2^2; \\
 y_3 &= 5,6267 - 0,8583 x_1 + 0,2217 x_2 - 0,37 x_1 x_2; \\
 y_4 &= 74,8216 - 3,3642 x_1 + 2,3646 x_2 + 2,4129 x_1 x_2; \\
 y_5 &= 0,2107 + 0,1093 x_1 + 0,0052 x_2 + 0,008 x_1 x_2; \\
 y_6 &= 1,7573 - 0,0643 x_1 - 0,195 x_2 + 0,06 x_1 x_2 + 0,1227 x_1^2 - 0,1889 x_2^2; \\
 y_7 &= 1,1450 + 0,6477 x_1 - 0,3029 x_2 - 0,5087 x_1 x_2 + 0,1699 x_1^2 - 0,2817 x_2^2; \\
 y_8 &= 11,4905 + 0,1322 x_1 - 0,3356 x_2 - 0,1426 x_1 x_2 + 0,3439 x_1^2; \\
 y_9 &= 33,7083 - 0,5535 x_1^2.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Generalized characteristic of productivity of operation of discussed machine is fiber quality, that is, insurance of its greatest length under limitations: feeder productivity in cotton – $y_1=7000 \text{ kg/hour}$; saw gin productivity in fiber – $y_2=2340 \text{ kg/hour}$; seed retraction through a pipe – $y_3=7\%$; power-consumption of saw cylinder of saw gin – $y_4=75 \text{ kWt/hour}$; dirt content in fiber – $y_5=0,33\%$; mass part of defects and dirt admixture in fiber – $y_6=2,0\%$; increase in mechanical damage of seed – $y_7=1,0\%$; downiness of seed – $y_8=11,5\%$.

Optimization of regression equations was conducted according to conventional program «search of solution of optimized model by Newton's method». As a result of realization of optimization we have obtained the values of saw extension $x_1=51,5 \text{ mm}$ and frequency of pipe rotation $x_2=387,6 \text{ min}^{-1}$, with these values feeder productivity is – $y_1=6956 \text{ kg/hour}$ and saw gin – $y_2=2242 \text{ kg/hour}$, and the length of fiber – $y_9=33,71 \text{ mm}$. Creation of 156-saw gin with seed retractor device will give a possibility to increase productivity in cotton of production line up to $7,4 \text{ ton/hour}$ (in fiber – $2,385 \text{ ton/hour}$).

As a result of conducted tests of 156-saw gin with seed retractor device, it was stated that productivity in cotton of production line may be increased up to $7,0 \text{ ton/hour}$ (in fiber – $2,242 \text{ ton/hour}$). Difference between productivity results of 36- and 156-saw gins with seed retractor devices is $5,9\%$.

On the basis of conducted theoretical-experimental studies on production line with productivity up to 7 ton/hour in cotton at different dirt content of raw material,

worked out gin ensures high efficiency and cleaning quality of cotton fiber, meeting the requirements of configuration of machine units in compatibility, dimensions and productivity in fiber 2242 kg/hour and reduction in specific consumption of energy.

So, recommended production line with two saw gins 5DP-156 with seed retrac-tor device processes 18206,3 ton of cotton fiber during operation period of 188 work-ing days.

In the fifth chapter of the thesis – «Study of dynamics of machine unit of fi-ber condenser» – new fiber condenser with pulse air stream was worked out. The studies were carried out of the dynamics of machine unit and experimental investiga-tion of geometric and air-dynamic parameters of condenser with pulse air stream; these studies determine productivity of offered device.

On the basis of design scheme differential equation of fiber motion along the surface of gauze drum was drawn (Fig. 8–9):

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = K_{mp} \cdot \left[\frac{P_o}{m} + \frac{A}{m} \cdot \left| \cos(\sigma \cdot t + \alpha_o) \right| + g \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_o) \right] -$$

$$- 2 \cdot \omega \cdot \dot{s} - R \cdot \omega^2 - \frac{\dot{s}^2}{R} + \frac{K^*}{m} \cdot (\omega \cdot R - \dot{s})^2 + g \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_o), \quad (9)$$

where K_{mp} – is friction coefficient between fiber and gauze drum; K^* – coefficient of proportionality; φ_o – fiber incidence angle on the surface of gauze drum; ω – frequency of rotation of gauze drum, s^{-1} ; m – fiber mass, kg; R – radius of gauze drum, m; g – acceleration due to gravity, m/s^2 ; t – time, s; P_o – constant component of suc-tion force, H; A – amplitude of variable component of suction force, H; σ – frequen-cy of rotation of shutters of pulse air stream. To solve equation (9) Runge-Kutt nu-meric method was used.

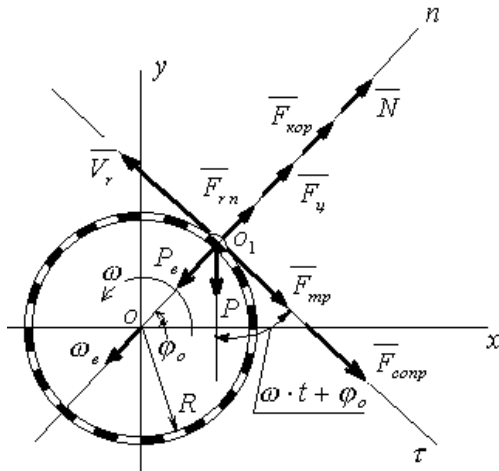


Fig. 8. Design scheme condenser fiber

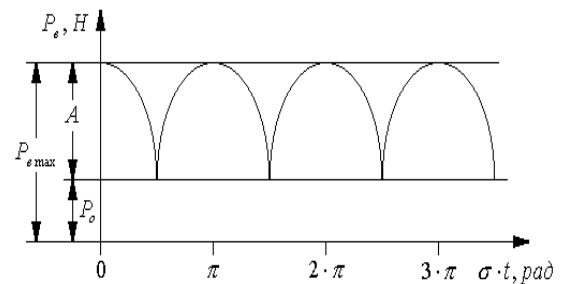
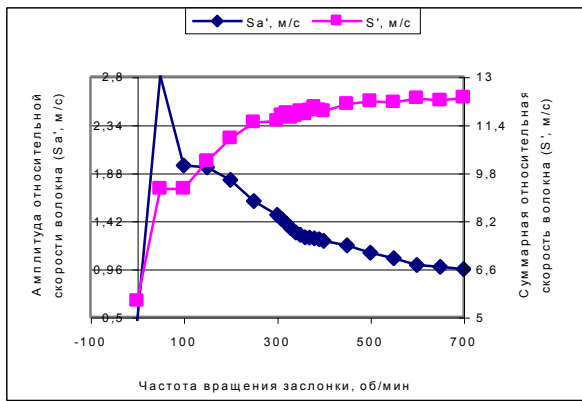
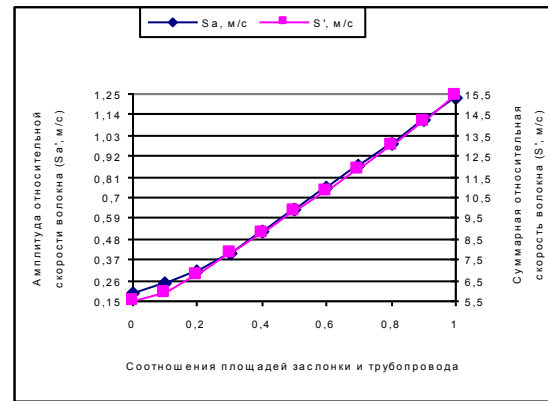


Fig. 9. Dependence of the absorption of the fiber angle for damp-ers pulsator

As a result of studies of the effect of rotation frequency of pulse air stream within the interval from 0 to 700 min^{-1} on component functions of amplitude and total relative velocity, it was revealed that the most rational are the parameters $\sigma=370 \cdot \pi/30 \text{ s}^{-1}$; $P_o=0,3 \cdot P_{e \max} \text{ H}$; $A=0,7 \cdot P_{e \max} \text{ H}$ (Fig. 10–11), where maximal total velocity $S'=11,87032 \text{ m/s}$ and $Sa'=0,869451 \text{ m/s}$, when for $\sigma=0 \text{ s}^{-1}$; $P_o=P_{e \max}=0,245 \text{ H}$; $A=0 \text{ H}$, $S'=5,527653 \text{ m/s}$ and $Sa'=0,18704 \text{ m/s}$.



a



b

Fig. 10. The change in amplitudes and total relative velocity of fiber against frequency of rotation of pulse air stream shutters (a) and of shutters and pipeline (b)

Using Lagrange equation of the II kind, we obtain differential equations of the motion of machine unit of a drive of condenser with pulse air stream in the general form:

$$\begin{aligned}
 \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D3} \cdot \varphi_3) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D3} \cdot \dot{\varphi}_3), \\
 \mathfrak{I}_{3np} \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_1 \cdot i_{D3} \cdot (\varphi_D - i_{D3} \cdot \varphi_3) + \varepsilon_1 \cdot i_{D3} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D3} \cdot \dot{\varphi}_3) - \\
 &\quad - c_2 \cdot (\varphi_3 - i_{34} \cdot \varphi_4) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_3 - i_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - M_{3np}, \\
 \mathfrak{I}_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 &= c_2 \cdot i_{34} \cdot (\varphi_3 - i_{34} \cdot \varphi_4) + \varepsilon_2 \cdot i_{34} \cdot (\dot{\varphi}_3 - i_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - \\
 &\quad - c_3 \cdot (\varphi_4 - i_{45} \cdot \varphi_5) - \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_4 - i_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_4, \\
 \mathfrak{I}_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 &= c_3 \cdot i_{45} \cdot (\varphi_4 - i_{45} \cdot \varphi_5) + \varepsilon_3 \cdot i_{45} \cdot (\dot{\varphi}_4 - i_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - \\
 &\quad - c_4 \cdot (\varphi_5 - i_{56} \cdot \varphi_6) - \varepsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_5 - i_{56} \cdot \dot{\varphi}_6) - M_5, \\
 \mathfrak{I}_6 \cdot \ddot{\varphi}_6 &= c_4 \cdot i_{56} \cdot (\varphi_5 - i_{56} \cdot \varphi_6) + \varepsilon_4 \cdot i_{56} \cdot (\dot{\varphi}_5 - i_{56} \cdot \dot{\varphi}_6) - M_6;
 \end{aligned} \tag{10}$$

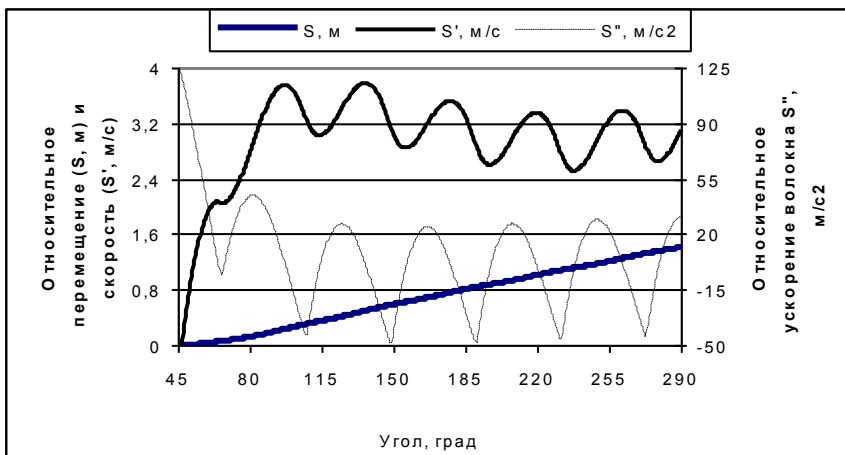


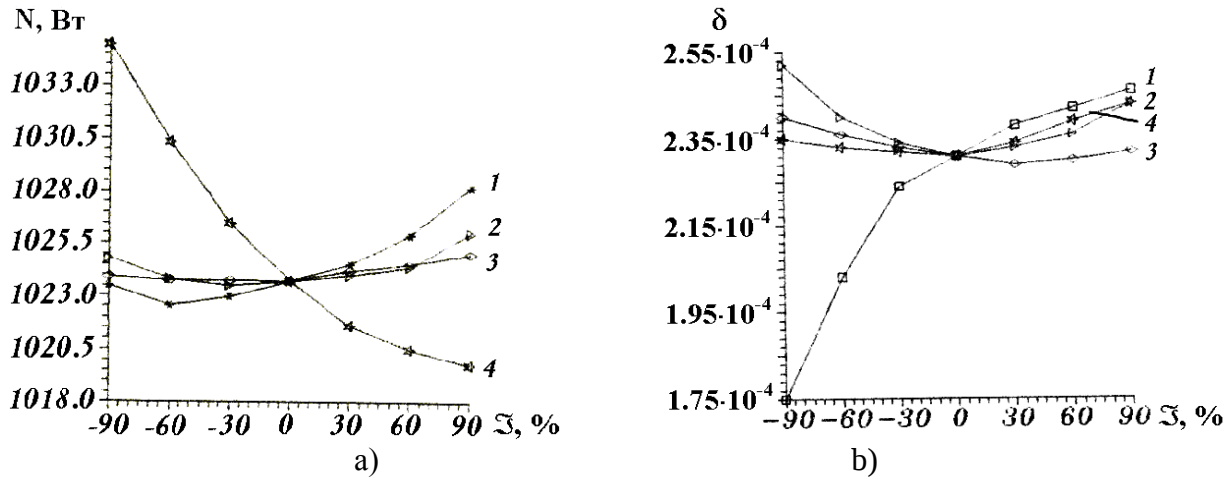
Fig. 11. Characteristics of changes of fiber motion against angle of rotation of gauze drum with pulse air suction stream

where $\dot{\varphi}_D$, $\dot{\varphi}_2$, $\dot{\varphi}_3$, $\dot{\varphi}_4$, $\dot{\varphi}_5$, $\dot{\varphi}_6$ – are angular velocities of the rotor of engine, inlet shaft of reduction gear, gauze drum, lock-gate, intermediate shaft and pulse air stream shutter, s^{-1} ; i_{D2} , i_{23} , i_{34} , i_{45} , i_{56} – transmission ratio of the system; i_{D3} – transmission ratio between the shafts of engine and gauze drum.

Angular displacements of rotating mass of machine units φ_D , φ_3 , φ_4 , φ_5 , φ_6 were taken as generalized coordinates; M_2 , M_3 , M_4 , M_5 , M_6 – moments of resistance of rotating shafts of condenser KVVБ with pulse air stream, H·m; M_{3np} – reduced moment of resistance to the shaft of gauze drum, H·m; M_5 , M_6 – moments of re-

sistance in shutter bearings of pulse air stream and from pulsating air stream acting on shutters of pulse air stream, respectively, H·m.

To decrease power-consumption of condenser, dynamic synthesis of machine unit of condenser was carried out based on the criterion of the minimum of power-consumption. Here as an additional criterion a non-uniformity of rotation of gauze drum was taken; this was done to prevent the damage of normal process of transportation and cleaning of cotton fiber from dirt and admixtures (Fig. 12).



1-gauze drum; 2- lock-gate; 3- intermediate shaft; 4- pulse air stream shutter

Fig. 12. The change in consumed power of electric motor (a) and non-uniformity of rotation of gauze drum (b) depending on inertia moments

Parameter optimization was carried out according to criterion of power consumed. So a polynomial connection of changes of consumed power of electric motor was built in dependence on the moment of inertia of intermediate shaft, pulse air stream shutters and elastic-dissipative parameters.

Using central composition plan of the second order we have built the dependence of changes of consumed power of electric motor on the moment of inertia of intermediate shaft (J_5) and pulse air stream (J_6), which has the following form:

$$y = 1024,02 - 0,704 \cdot x_1 - 6,488 \cdot x_2 + 1,047 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,626 \cdot x_1^2 + 0,651 \cdot x_2^2, \quad (11)$$

$$\text{where } x_1 = \frac{J_5 - 0,00385}{0,0028875}, \quad x_2 = \frac{J_6 - 0,0338}{0,02535}.$$

After realization of mathematical model (10) and (11) the following optimal parameters were obtained: $J_5 = 0,003056$; $J_6 = 0,05915 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

Important characteristics of transition process, such as: time of continuation after activation of load and maximal peak-to-peak value of angular velocity of gauze drum, lock-gate, intermediate shaft and pulse air stream shutters depend on the value of moments of inertia of rotating mass, characteristics of elastic links and technologic resistance (fig 13).

Preliminary analysis shows that principal factors, influencing on cleaning effect of condenser, are the change of the frequency of rotation of shutters (x_1) and ratio of areas of shutters of pulse air stream and pipeline (x_2). To determine the effect of

principal factor x_1 and x_2 we will use the matrix of orthogonal planning of the second order for two-factor process.

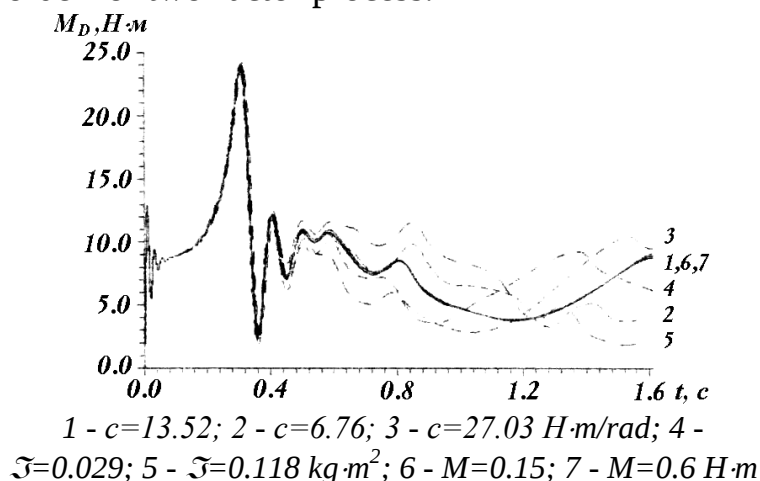


Fig. 13. The change of driving moment of asynchronous engine at startup in time function at different parameters of condenser.

carried out with the level of reliability 0,95. Regression equations statically describe the character of changes of dirt and admixture content of fiber condenser with pulse air stream and acquire the following form with natural values of factors x_1 and x_2 :

$$y = 11,467 - 0,004 \cdot x_1 - 17,535 \cdot x_2 + 0,0047 \cdot x_1 \cdot x_2 + 11,382 \cdot x_2^2. \quad (12)$$

The best cleaning effect is reached (12) at the ratio of areas of shutters and pipeline 0,7 and frequency of rotation of shutters 370 *revolutions/minute*, relative cleaning effect shows 13% rise.

CONCLUSION

On the basis of carried out theoretical and experimental study on elaboration of new generation of machines of primary processing of cotton the following conclusions and recommendations were formed:

1. Analytical review of literature and study of machine operation in cotton-processing industry allow to reveal that according to existing technologic regulations scientific grounds and structures of working machines were developed. But the problem of efficiency increase of the system «cotton cleaning – saw ginning and fiber cleaning in condenser» as machine units insuring significant increase in productivity under least power consumption per the unit of product remains an actual one. Directions of investigations on development of new feeder – cleaner with uniform feeding of cotton into saw gin of working chamber with additional retraction of seed and fiber condenser with inclusion of pulse air stream into technologic cycle were determined.

2. Structure of gin feeder with two successive pin drums and gauze surfaces, covering them, was substantiated; design-technological scheme of operation, dynamic and mathematical models were worked out; differential equations of motion of machine unit of a feeder were drawn. With Gauss-Zaydel method on criterion of the longest pass of cotton along gauze surface and experiments conducted on laboratory-

An experiment was carried out in processing of similar groups, growth and variety of cotton fiber (C-6524, II growth, machine harvesting) according to scheme: 20-saw gin – 3OVP-KVVB with pulse air stream and frequencies of rotation – 200, 430, 660 *revolution/minute*, at the ratio of areas of shutters of pulse air stream and pipeline – 0,5; 0,7; 0,9.

Mathematical treatment of results of experiments was

stand device some rational parameters of a feeder. Worked out algorithm and design program allow to recommend the drive.

3. By mathematical simulation of the motion of cotton segments and seeds in working chamber of saw gin it was stated that an assessment of operation productivity may be conducted on the basis of study of regularities of changes of their tangential velocities. Gin structure with reduced step of location of saw disks on the shaft and working chamber with seed retractor device, which consists of hollow rotating cylinder pipe with longitudinal slits and screw, located inside the pipe, was worked out. Rational geometric and kinematic parameters were established.

4. Dynamic and mathematical models of machine unit of saw gin with seed retractor device were built, different characteristics of the system «engine – executive machine» were analyzed. Calculations show that to provide uniform rotation of saw gin, elastic dissipative parameters of a drive.

5. On the basis of the Method of finite elements in the form of displacements, the methods of determination of force, strength factors and critical velocities of working shaft of cotton-processing machines were developed and recommended for engineering calculations. On the example of calculations of new gin 5DP-156 with seed retractor device, design studies in assessment of strength of the shaft of saw cylinder, seed retractor pipe and screw were carried out and it was stated that recommended parameters meet requirements of strength of similar structures.

6. On the basis of the method of linear programming some production resources of machines were calculated; they allow to decrease power consumption and hence to provide resource-saving due to optimal number of machines of different technologic purpose under the best quality characteristics of fiber in length 33,71mm, and output 33,92%. Using the method of planning of full-factor experiment of 2ⁿ type CKP experimental studies of assessment of productivity of worked out two-drum pin feeder together with saw gin were conducted and nine equations of regression to determine productivity of operation of a feeder and gin, fiber length, dirt in raw cotton, fiber output and so on were drawn at three levels of saw gin extensions and frequency of rotation of seed retractor pipe; optimal parameters of the latter were calculated as respectively $x_1=51,97\approx 52\text{mm}$ and $x_2=388,4\text{ min}^{-1}\approx 400\text{ min}^{-1}$. Here productivity of feeder in cotton reaches 7000 kg/hour, and saw gin in fiber – 2242 kg/hour, fiber length is 33,71mm.

7. Calculations on estimation of efficiency of application of a gin with seed retractor device in production line of processing of poorly cleaned growth of medium-staple cotton, show 1,1 kWt or 2,9% decrease in specific energy-content per unit of product (fiber) in comparison with industrial gin – 5DP-130, with experimental industrial gin – DPZ-180 - 0,9 kWt or 2,7% decrease and with the best foreign sample - «Continental eagle» 10,92 kWt or 28,7% decrease. At rational composition of technological succession from transfer conveyor of cotton to bend transporter for fiber bales on one program of processing of 30000 ton of raw cotton per year, power consumption decreases from 480,5 down to 407,7 kWt due to increase in productivity from 12% to 50%, and economic benefit is 96,5 mln.soum.

8. Design-technological scheme and design program of motion of fiber ball on the surface of gauze drum were worked out, rational values of frequency of rotation

of shutters of pulsator – 370 min^{-1} , suction force of fiber – $P_{\text{max}}=0,245 \text{ H}$ and ratio of areas of shutters and pipeline – 0,7 of fiber condenser with pulse air stream were determined. Here minimal mass part of defects and dirt admixture in fiber were revealed at total relative velocity $S'=11,87 \text{ m/s}$. Worked out algorithm and design program of the dynamics of machine unit of fiber condenser KVVB with pulse air stream allow to recommend the moments of inertia – $\mathfrak{I}_5=0,003056$; $\mathfrak{I}_6=0,05915 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$; drive stiffness – $c_1=66,0275$; $c_2=147,63$; $c_3=113,204$; $c_4=13,518 \text{ H}\cdot\text{m/rad}$, which ensure minimal power consumption and non-uniformity of rotation of gauze drum. As a result an additional cleaning effect (13%) is reached.

So, scientific grounds of the solution of the problem of development of machine units of two-drum feeder, saw gin with seed retractor device and fiber condenser with pulse air stream are considered in the thesis; their implementation would contribute greatly into modernization of the branch of processing of raw cotton and would increase the competitiveness of the product of cotton-cleaning production.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ-
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ-
LIST OF PUBLISHED WORKS**

I бўлим (I часть; I part)

1. Мухаммадиев Д.М. Определение критической угловой скорости семяотводящей трубы пильного джина. «Узбекский журнал Проблемы механики». – Ташкент. 2013. - №2. – С. 18-22.
2. Мухаммадиев Д.М. Определение производительности семяотводящего устройства пильного джина. «Узбекский журнал Проблемы механики». – Ташкент. 2012. - №1. – С. 73-75.
3. Mukhammadiev D.M., Sh.U.Rakhmatkariev, F.Z.Arifdzhonov. Analysis of static and dynamic characteristics of a saw cylinder of a gin. Print version - ISSN 1052-6188, Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2009, Vol. 38, No. 2, pp. 120–123. © Allerton Press, Inc., 2009.
4. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Арифджанов А.З. Анализ статических и динамических характеристик пильного цилиндра волокноотделителя. «Проблемы машиностроения и надежности машин». – Россия, Москва. 2009. -№2. – С.13-17.
5. Mukhammadiev D.M. Algorithm Development for the Pulsator VBFC Machine Unit Simulation. Print version - ISSN 1052-6188, Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2009, Vol. 38, No. 1, pp. 82–86. © Allerton Press, Inc., 2009.
6. Мухаммадиев Д.М. Разработка алгоритма для численных исследований машинного агрегата КВВБ с пульсатором. «Проблемы машиностроения и надежности машин». – Россия, Москва. 2009. -№1. – С.94-99.
7. Мухаммадиев Д.М. Пути повышения технологических и эксплуатационных свойств машин пильного дженирования // Журнал «Проблемы текстиля». – Ташкент, 2008. -№3.- С. 20-24.
8. Мухаммадиев Д.М. Исследование математической модели машинного агрегата двухбарабанного питателя // Научно-технический журнал «Известия вузов. Технология текстильной промышленности», - Россия, Иваново, 2008. - №4С. –С. 115-118.
9. Рахматкариев Ш.У., Корабельников Р.В., Мухаммадиев Д.М. Исследование движения хлопка-сырца внутри двухбарабанного питателя. «Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности». – Россия, Иваново. 2008. -№2С. – С.37-40.
10. Мухаммадиев Д.М. Изучение изменения производительности пильного джина с семяотводящей системой. «Узбекский журнал Проблемы механики». – Ташкент. 2008. - №2-3. – С. 69-72.
11. Мухаммадиев Д.М. Разработка алгоритма для численных исследований движения волокна по поверхности сетчатого барабана при всасывающем пульсирующем воздушном потоке. Журнал «Вестник КрасГАУ». - Россия, Красноярск. 2008. - №1. – С.232-236.

12. Мухаммадиев Д.М. Исследование неравномерности вращения пыльного цилиндра джина 5ДП-156 при различных характеристиках асинхронного электродвигателя. Журнал «Вестник КрасГАУ». - Россия, Красноярск. 2008. - №1. - С.236-241.

13. Мухаммадиев Д.М. Разработка рабочей камеры пыльного джина с семяотводящей системой // Журнал «Вестник ТашГТУ» (Спец. выпуск материалов Республиканской научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства»). - Ташкент, 2005. - С. 183-186.

14. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Бахадиров К.Г. Испытания рабочей камеры пыльного джина с дополнительной семяотводящей системой // Журнал «Проблемы текстиля». - Ташкент, 2004. - №1. - С. 33-38.

15. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Хамидов А.А. Моделирование движения сырцового валика рабочей камеры пыльного джина с семяотводящей трубой // Узбекский журнал «Проблемы механики». - Ташкент, 2003. - №5. - С. 35-39.

16. Мухаммадиев Д.М. Исследование движения хлопка-сырца внутри питателя // Журнал «Вестник аграрной науки Узбекистана». - Ташкент, 2004. - №2. - С. 78-83.

17. Мухаммадиев Д.М. Исследование относительного движения волокна по поверхности конденсорного барабана // Журнал «Вестник аграрной науки Узбекистана». - Ташкент, 2003. - №4. - С. 101-105.

18. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Бахадиров К.Г. Составление динамических и математических моделей машинного агрегата пыльного цилиндра волокноотделителя // Журнал «Вестник аграрной науки Узбекистана». - Ташкент, 2003. - №1. - С. 86-90.

19. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. Исследование геометрических и технологических параметров конденсора // Журнал «Вестник аграрной науки Узбекистана». - Ташкент, 2002. - №3. - С. 72-76.

20. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Арифжанов А.З. Анализ динамических характеристик пыльного цилиндра // Журнал «Вестник аграрной науки Узбекистана». - Ташкент, 2002. - №1. - С. 83-89.

21. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Арифжанов А.З. Статические характеристики пыльного цилиндра волокноотделителя // Журнал «Вестник аграрной науки Узбекистана». - Ташкент, 2001. - №4. - С. 62-67.

22. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. О повышении эффективности конденсорного барабана // Узбекский журнал «Проблемы механики». - Ташкент, 1999. - №6. - С. 24-27.

23. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. Динамика машинного агрегата конденсора волокна с пульсатором // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. - Ташкент, 1997. - №11. - С. 21-24.

24. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. Экспериментальное исследование влияния пульсатора на очистительный эффект конденсора волокна // Узбекский журнал «Проблемы механики». - Ташкент, 1996. - №5. - С. 58-61.

Патентлар (патенты; patents)

25. Патент РУз FAP 00841 “Рабочая камера пыльного джина”/ Мухаммадиев Д.М. // Давлат патент идораси. Расмий ахборотнома.- Ташкент, 2013. - №10. – С. 64-65.

26. Патент РУз FAP 00589 “Рабочая камера пыльного джина”/ Мухаммадиев Д.М., Жумакулов Г.У. // Давлат патент идораси. Расмий ахборотнома.- Ташкент, 2010. - №12. – С. 48-49.

27. Патент РУз IAP 04037. “Питатель пыльного джина”/ Рахматкариев Ш.У., Мухаммадиев Д.М., Абдурахманов С.С. // Давлат патент идораси. Расмий ахборотнома.- Ташкент, 2009. - №4.

28. Патент РУз IAP 02992. Рабочая камера пыльного джина / Рахматкариев Ш.У., Зикрияев Э.З., Тютин П.Н., Мухаммадиев Д.М., Жумакулов Г.У., Алакбаров Ш.Н., Абдурахмонов С.С. // Давлат патент идораси. Расмий ахборотнома.- Ташкент, 2006. - №1. – С. 89-90.

29. Предварительный патент РУз № 675. Очиститель волокнистого материала / Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. // Расмий ахборотнома Патентного ведомства ГКНТ РУз.- Ташкент, 1994. - №1. – С. 43-44.

30. Предварительный патент РУз № 2354. Очиститель волокнистого материала / Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. // Расмий ахборотнома Патентного ведомства ГКНТ РУз. – Ташкент, 1995. - №1. – С. 59-60.

31. Мухаммадиев Д.М. Расчет статических и динамических характеристик пыльных цилиндров. На официальную регистрацию программы для ЭВМ №DGU 02400 от 28.11.2011 г.

32. Мухаммадиев Д.М. Исследование движения хлопка сырца внутри питателя очистителя (IDXSVPO). На официальную регистрацию программы для ЭВМ №DGU 00829 от 10.09.2004 г.

33. Мухаммадиев Д.М. Исследования машинного агрегата конденсора волокна с пульсатором (IMAKVP). На официальную регистрацию программы для ЭВМ №DGU 00830 от 10.09.2004 г.

II бўлим (II часть; II part)

34. Мухаммадиев Д.М. Определение критической угловой скорости семяотводящей трубы пыльного джина // Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы механики». – Ташкент, 2009. Книга 1. - С. 199-201.

35. Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. Исследование пыльного джина с семяотводящей системой // Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы и перспективы механики». – Ташкент, 2006. - С. 641-644.

36. Мухаммадиев Д.М. Составление динамических и математических моделей машинного агрегата питателя пыльного волокноотделителя // Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы механики машин». – Ташкент, 2004. - С. 143-145.

37.Мухаммадиев Д.М. Исследование движения хлопка-сырца внутри питателя // Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы механики машин». – Ташкент, 2004. - С. 140-142.

38.Мухаммадиев Д.М. Разработка эффективной, энергосберегающей технологии на основе разработанных технологических машин по переработки хлопка // Материалы международной конференции «Проблемы механики и сейсмомеханики сооружений». – Ташкент, 2004. - С. 543-545.

39.Мухаммадиев Д.М. Исследование влияния шага и угла установки колосников на очистительный эффект питателя // Материалы международной конференции «Проблемы механики и сейсмомеханики сооружений». – Ташкент, 2004. - С. 541-543.

40.Мухаммадиев Д.М. О критических скоростях валов хлопкоочистительных машин // Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной, легкой и полиграфической промышленности». – Ташкент, 2004. - С. 11.

41.Мухаммадиев Д.М. Исследование неравномерности вращения валов хлопкоочистительных машин при различных характеристиках электродвигателя // Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной, легкой и полиграфической промышленности». – Ташкент, 2004. - С. 10.

42.Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Ахметов К.А., Арифжанов А.З. Анализ статических и динамических характеристик пыльного цилиндра волокноотделителя // Транспортные средства Сибири: Межвузовский сборник научных трудов с международным участием. Вып.8. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. С. 355-367.

43.Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Ахметов К.А. Исследование неравномерности вращения пыльного цилиндра волокноотделителя 5ДП-130 при различных характеристиках асинхронного электродвигателя // Транспортные средства Сибири: Межвузовский сборник научных трудов с международным участием. Вып.8. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. - С. 345-355.

44.Хамидов А., Тютин П.Н., Рахматкариев Ш.У., Мухаммадиев Д.М. О движении летучек и семян внутри рабочей камеры волокноотделителя с дополнительным семьявыводящим устройством // Аннотации докладов Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях». – Кострома, 2002. - С. 162.

45.Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. Моделирование машинных агрегатов пыльного волокноотделителя с динамическими характеристиками // Аннотации докладов VIII Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике. – Пермь, 2001. - С. 444.

46.Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У. Влияние геометрических параметров сеччатого барабана на технологические показатели конденсора // Республиканская научно-техническая конференция «Современные проблемы теории механизмов, машин и машиноведения» – Ташкент, 1999. - С. 87-89.

Подписано в печать 18.11.2014 г. Формат 60х84.^{1/16}
Гарнитура “Таймс”. Печ.лист 4,75. Тираж 100 экз. Заказ № 501
Отпечатано в типографии ТИТЛП.
г.Ташкент, ул. Шахжахон 5.

