

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.08.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**«РАХТАСАНОАТ ИЛМИЙ МАРКАЗИ» АЖ
ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ**

КУЛИЕВ ТОХИР МАМАРАЖАПОВИЧ

**ПАХТА ХОМАШЁСИ ВА ТОЛАСИНИ ТОЗАЛАГИЧЛАРИНИНГ
КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ
ҲИСОБЛАШНИНГ ИЛМИЙ АСОСЛАРИ**

05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехника тизимлари

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

Тошкент – 2020

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторский (DSc) диссертации
Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Кулиев Тохир Мамаражапович

Пахта хомашёси ва толасини тозалагичларининг конструкцияларини ишлаб
чиқиш ва параметрларини ҳисоблашнинг илмий асослари..... 5

Кулиев Тохир Мамаражапович

Научные основы разработки конструкций и расчёта параметров
очистителей хлопка-сырца и волокна..... 31

Kuliev Tokhir Mamarajapovich

Scientific bases of design development and calculation of parameters of raw
cotton and fiber cleaners..... 59

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 62

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.08.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

«РАХТАСАНОАТ ИЛМИЙ MARKAZI» АЖ
ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ

КУЛИЕВ ТОХИР МАМАРАЖАПОВИЧ

ПАХТА ХОМАШЁСИ ВА ТОЛАСИНИ ТОЗАЛАГИЧЛАРИНИНГ
КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ
ҲИСОБЛАШНИНГ ИЛМИЙ АСОСЛАРИ

05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва робототехника тизимлари

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2020

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.DSc/T311 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация “Paxtasanoat ilmiy markazi” АЖ ва Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институти хузуридаги Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.titli.uz) ва “ZiyoNet” Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

**Расмий
оппонентлар:**

Мухаммадиев Давлат Мустафоевич
техника фанлари доктори, профессор

Максудов Равшан Хасанович
техника фанлари доктори, профессор

Ахметходжаев Хамит Турсунович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Жиззах политехника институти

Диссертация химояси Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институти хузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.08.01 рақамли илмий кенгашнинг 2020 й. “08” 07 соат 9⁰⁰ 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@edu.uz, Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институти маъмурий биноси, 2-қават, 222-хона).

Диссертация иши билан Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (76 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100100, Тошкент ш., Шохжаҳон-5, тел. (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Диссертация автореферати 2020 йил “03” 07 куни таркатилди.
(2020 йил “02” 07 № 76 рақамли реестр баённомаси).



Б.О. Онорбоев
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д.

А.Э. Гуламов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д.

Ш.Ш.Хакимов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш хузуридаги Илмий семинар раиси, т.ф.д.

КИРИШ (докторлик диссертациясининг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Ҳозирги вақтда тўқимачилик ва енгил саноатда ишлатиладиган табиий толалар ичида пахта толаси асосий хом ашё ҳисобланади. Халқаро пахта консультатив кўмитаси (ICAC) нинг сўнгги маълумотларига кўра “жаҳон статистикаси бўйича пахта толасининг етакчи экспортёрлари АҚШ, Ҳиндистон, Австралия, Бразилия ва Ўзбекистон бўлса, унинг импорти бўйича эса Бангладеш, Вьетнам, Хитой, Туркия ва Индонезия етакчи ҳисобланади”¹. Шу билан бир қаторда бу мамлакатларда пахта тозалаш саноатига илғор технологияларни жадал жорий этилишига, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг таннархини пасайтиришга ва унинг сифат кўрсаткичларини оширишга имкон берадиган юқори самарали машина ва механизмлардан фойдаланишга катта эътибор қаратилмоқда. Шу сабабли, юқори сифатли пахта толасини ишлаб чиқариш вазифасини ҳал этиш учун пахтани дастлабки ишлаш машиналарининг юқори самарадорлик билан ишлайдиган, ресурстежамкор конструкцияларини яратиш масалаларини ҳал этиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳон амалиётида замонавий техника ва технологиялар тобора кенг қўлланилиши, айниқса пахта хом ашёсини йиғиштириш вақтида, унинг ифлосланган қисмини катта ҳажмларда қайта ишлаш учун технологик машина ва механизмларнинг янги авлодини яратиш, тозалаш самарадорлигини кескин оширилишини таъминлайдиган, уларнинг асосий ишчи органларининг параметрларини, юкланганлигини, иш режимларини ҳисоблашнинг илмий асосларини яратиш бўйича комплекс назарий-тажрибавий илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Шу билан бирга, пахтани дастлабки ишлашни оптималлаштирадиган, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг табиий сифат кўрсаткичларини сақлаб қолинишини юқори даражада таъминлайдиган юқори самарали техника ва технологияларни ишлаб чиқиш соҳанинг ўта муҳим вазифаларидан ҳисобланади.

Мамлакатимизда пахтачилик соҳасини ривожлантириш, пахта тозалаш саноати, айниқса пахта-тўқимачилик кластерлари тизими учун техника ва технологияларни модернизациялаш, ишлаб чиқариш рентабеллигини ошириш ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг рақобатбардошлигини ошириш юзасидан кенг қамровли комплекс чоралар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда ривожлантириш ҳаракатлар стратегиясида вазифалар белгиланган бўлиб, жумладан, “... макроиқтисодий кўрсаткичларни барқарорлаштириш, миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, энергия ва ресурстежамкорлигини ошириш, энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этишдир”². Бу вазифаларнинг бажарилиши, хусусан пахта хом ашёси ва толасини тозалаш машиналарини самарали, энергия тежайдиган технологиялари ва қозикли барабанлари ҳамда таъминлаш тизими оптимал жойлаштирилган, чиқиндилардан пахтани регенерацияловчи, тозалашни такрорланишини камайтирадиган, юқори сифатли пахта толаси олинишига, тозалаш режимининг оптимал параметрларини танлашга имкон берадиган конструкцияларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

¹Cotton: World Statistics. <http://www.ICAC.org>; <http://www.statistuca.com>.

²Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли Фармони «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси».

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Фармони, 2016 йил 21 декабрдаги №ПҚ-2687 сонли “2017-2019 йилларда тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада риволантириш чора-тадбирлари Дастури тўғрисида” ва 2016 йил 22 декабрдаги №ПҚ-2692-сон “Саноат тармоқлари корхоналарининг жисмоний ишдан чиққан ва маънавий эскирган машина-ускуналарини жадал янгилаш, шунингдек, ишлаб чиқариш харажатларини камайтиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида” қарорида ҳамда бу соҳада қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда кўзда тутилган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

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

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи.³

Ўрта толали пахта хом ашёсини қайта ишлаш ва толани тозалаш жараёнида қўлланиладиган техник воситалардан самарали фойдаланиш, уларнинг ишлаш муддатини ошириш ва конструкцияларини такомиллаштириб бориш бўйича комплекс назарий-амалий илмий тадқиқотлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, жумладан «Platt Lummus», «Continental GinCompany», «Samuel Jackson Mfg. Corporation», «Consolidated Cotton Gin Co.», «Continental Eagle Corporation» (США), «Lummus Company», «Hardwicke Etter Company», «Continental Moss-Gorden», «Continental Murray», «Cotton researchand development corporation» (Австралия), Shandong Swan Cotton Industries Limited, Handan Goldon Lion, Cotton Research Instituteof Nanjing Agricultural University, National Research «Center for cotton processing engineering and technology», «China Cotton Industries Limited» ва «Lebed» (Хитой) ҳамда Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ва “Рахтасаноат ilmiy markazi” АЖ (Ўзбекистон) ташкилотларида олиб борилмоқда.

Бу соҳада жаҳон миқёсида амалга оширилган илмий тадқиқотлар натижалари бўйича қатор янгиликларга эришилди, шу жумладан Мосс-Гордон фирмасининг пахтани йирик ифлосликлардан аррали тозалагичи, Континенталь фирмасининг генерацион секцияли тозалагич-таъминлагичи, Плат – Люммус фирмасининг икки босқичли аэродинамик тола тозалагичи, «Люммус-супер 128», «Хардвик-Эттер» (АҚШ) фирмаларининг пахтани йирик ифлосликлардан тозалагичи, Хитойнинг МУ-171 русумли аррали жини ва “Рахтасаноат ilmiy markazi” АЖ (Ўзбекистон) да ишлаб чиқилган 4ДП-130, 5ДП-130, ДР-119, ДПЗ-180 ҳамда УХК, 1ХК, ЧХ-5, РХ тозалагичлари, массаси катта бўлган аррали цилиндрларни ҳисоблаш усули (Кострома технология университети, Россия), пахтани қайта ишлаш технологик машиналари ишчи органларини тебранма ҳаракати қонунлари олинди (Иваново давлат политехника университети, Россия), пахта хом ашёсидан ифлосликларнинг

³Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://www.samjackson.com/moisture-products>; <http://www.bajajngp.com/humidifier>; <http://www.busa.com.br/Assistencia-Tecnica#>; <https://www.acronymfinder.com>, Journal of Cotton Science 4/2015. The USA. The Cotton Foundation. Journal of Textile Science & Engineering. 3/2014. The USA (2001-2016) ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

ажралиш қонуниятлари аниқланди (Texas Tech University, АҚШ), пахтани дастлабки ишлаш машиналарини ҳисоблаш усули (ТТЕСИ, “Paxtasanoat ilmiy markazi” АЖ, Ўзбекистон).

Пахта хом ашёси ва толасини тозалашнинг техника ва технологияларини такомиллаштириш йўналишида дунё миқёсида қатор илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда, шу жумладан пахтани тозалашнинг модул тизимини яратиш, тозалашнинг аэромеханик усуллари, тозалаш такрорланишини камайтириш, ишчи органларнинг кинематик ва динамик ҳисоблаш методларини яратиш, технологик параметрларни оптималлаштириш, қозикли барабанлар, колосниклар, йўналтиргич ва ажратилувчи барабанларни энг қулай компоновкада жойлаштириш усулларини ишлаб чиқиш, пахта ва тола тозалагичларнинг юритиш механизмларини ўз ичига олган машина агрегатларини динамик ҳисобининг илмий асосларини яратиш, ифлосликларни максимал даражада ажралишини ва толанинг табиий хусусиятларини таъминлаган ҳолда такомиллаштириш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Пахта хом ашёсини тозалаш ва регенерациялаш ҳамда тола тозалагичларнинг ишидаги асосий муаммо - бу йирик ва майда ифлосликлардан тозалаш самарадорлигининг пастлиги, тола ва чигитларнинг юқори даражада шикастланиши, чиқиндилардан пахтани регенерациялаш самарасининг етарли эмаслиги, тола тозалаш такрорланишини кўплиги, талаб этилган қувватнинг юқорилиги ва ҳ.к. Қайд этилган муаммоларни ҳал этишга бир қатор олимлар, жумладан Н.Н.Schommer, N.I.Kolchin, W.Pampel, G.Veit, F.Reiner, J.Pfeifer, С.О.Jonkers, А.М.Martinenko, L.Gladinewiez, P.Pfieger, P.Bernard, А.Р.Корабельников ва бошқаларнинг илмий тадқиқотлари бағишлаган.

Пахта хомашёси ва толасини ифлос аралашмалардан тозалаш учун янги техника ва технологияларни яратиш ва амалдагиларини такомиллаштириш, уларнинг технологик параметрларини ва ишчи органларининг ҳаракат режимларини оптималлаштириш бўйича мамлакатимизнинг куйидаги олимлари илмий тадқиқотлар олиб боришган: Г.И.Мирошниченко, Р.З.Бурнашев, Г.Д.Джаббаров, С.Д.Балтабаев, Г.И.Болдинский, Р.В.Корабельников, Б.И.Роганов, И.К.Хафизов, Х.К.Турсунов, А.Расулов, А.Джураев, Э.Т.Максудов, А.Е.Лугачев, Х.Т.Ахмедходжаев, Р.М.Мурадов, Р.Х.Максудов, М.Т.Ходжиев, А.П.Парпиев, А.К.Усмонкулов, Ш.Ш.Хакимов, Д.М.Мухаммадиев, Х.К.Рахмонов, И.Д.Мадумаров, А.Х.Бобоматов, А.Олимов, О.Саримсоқов, Р.Ш.Сулаймонов ва бошқалар.

Тадқиқотларнинг таҳлилига кўра, уларнинг аксарияти пахта хом ашёси ва толасини тозалашнинг технологияларига бағишланган бўлиб, тозалагичларнинг ишчи органлари ва механизмларининг кинематикаси ва динамикаси етарли даражада тадқиқ этилмаган. Олиб борилган тадқиқотларда ишчи органларининг ҳаракат режимларини ва уларнинг динамик параметрларини асослашда юритма элементларининг бикрлик-диссипатив хусусиятлари, электр юритгичнинг характеристикалари, айланма тебраниш, шовқин кўрсаткичлари етарли даражада ўрганилмаган, тозаланаётган пахтанинг технологик юкланиши ҳамда унинг тозалаш самарасига таъсири амалда ҳисобга олинмаган. Изланишлар асосан пахта хомашёси ва толасини ифлос аралашмалардан тозалаш технологиясини такомиллаштиришга ва чиқиндилардан пахтани регенерациялаш муаммоларга йўналтирилган бўлиб, ишчи

органлар ва юритиш механизмларининг динамикаси етарли даражада ўрганилмаган. Шуларга боғлиқ ҳолда пахта хом ашёси ва толаси тозалагичларининг самарали, энергия тежайдиган технологиялари ва барча ишчи органлари ҳамда таъминлаш тизими мақбул компоновкада жойлаштирилган, чуқур динамик тадқиқотлар асосида параметрлари аниқланган конструкцияларни яратиш бўйича тадқиқотлар олиб бориш соҳа учун муҳим ҳисобланади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти “Paxtasanoat ilmiy markazi” АЖ нинг илмий тадқиқот режаси доирасида қуйидаги фундаментал, амалий ва инновацион лойиҳалар бўйича бажарилган: БФ-2-019 “Пахта тозалаш корхоналарида пахта чигитини линтерлаш ва линт тозалашнинг энергия ва ресурстежамкор технологик жараёнларининг назарий асосларини ишлаб чиқиш” (2019-2021); БВ-Атех-2018 (241+209) “Пахта толасининг тозалаш самарадорлиги юқори бўлган автоматлаштирилган аррали жин ускунасини ва пахта толасини пресслашдан олдин намлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш” (2018-2020); БВ-Итех-2018 (41+46) “Юқори самарали икки барабанли тола тозалагични яратиш ва уни Республика пахта тозалаш корхоналарида жорий этиш” (2018-2019); ОТ-Атех-2018-188 “Пахтани майда ифлосликлардан тозалагичининг юқори самарали конструкциясини ишлаб чиқиш ва унинг параметрларини асослаш” (2018-2020).

Тадқиқотнинг мақсади асосан пахта хом ашёсини майда ва йирик ифлос аралашмалардан тозалагичларининг ҳамда пахта регенератори ва тола тозалагичларнинг конструкцияларини такомиллаштиришга, ишчи органлар ва механизмларининг юқори сифатли пахта толаси олинишини таъминлайдиган параметрлари ҳамда ҳаракат режимларини асослаш бўйича ҳисоблаш усулларини яратишга йўналтирилган.

Тадқиқотнинг вазифалари:

пахта хомашёсини майда ва йирик ифлосликлардан тозалагичларининг ҳамда пахта регенератори ва тола тозалагичларнинг ресурстежамкор ва юқори самарали конструкцияларини ишлаб чиқиш;

пахта хомашёсини тозалагичлари, регенератори ва тола тозалагичнинг машина агрегатлари динамика масаласини, электр юритгич механик характеристикасини, юритиш механизмлари бикрлик-диссипатив хусусиятларини, инерцион параметрлар, пахта хом ашёси ва толасидан келаётган қаршилиқларни инобатга олиб ечиш асосида ишчи органларни бурчак тезликларини ва юкланишларининг ўзгариш қонуниятларини олиш;

пахта тозалагичлари, регенератори ва тола тозалагичларнинг ишчи органларининг кинематик ва динамик параметрларининг унумдорликка боғлиқлик графикларини қуриш ва таҳлилар асосида уларнинг энг мақбул қийматларини асослаш;

пахта тозалагичи иш унумдорлигининг турли қийматларида юкланганлик, талаб этилаётган қуввати, қозикли барабаннинг бурчак тезлиги ва тезланишининг ўзгариш қонуниятларини тажрибада аниқлаш усулини ишлаб чиқиш;

тозалагич иш унумдорлиги ва ишчи режим тезлиги ўзгарганда қозикнинг пахта бўлақларига зарба кучини ўлчаш усулини ишлаб чиқиш;

пахта хом ашёсини майда ва йирик ифлосликлардан тозалагичларнинг ҳамда пахта регенератори ва тола тозалагичларнинг оптимал параметрларини тўлиқ омилли тажрибалар натижалари орқали аниқлаш.

Тадқиқот объекти сифатида пахта хом ашёсини майда ва йирик ифлосликлардан тозалагичлари ҳамда пахта регенератори ва тола тозалагичи олинган.

Тадқиқот предмети сифатида конструктив схемалар, ишчи органлар ҳаракатини ифодалайдиган динамик ва математик моделлар, боғланиш графиклари, асбоблар ва қурилмалар, ҳаракат қонунлари ҳамда тозалагич, пахта регенератори ва тола тозалагичнинг тавсия этилаётган ишчи параметрлари олинган.

Тадқиқот усуллари. Диссертация ишида технологик машиналар механикаси, машина агрегатлари динамикаси, тебранишлар назарияси, пахта хомашёсини дастлабки ишлаш технологияси, олий математика, назарий механика ва бошқа фундаментал ҳисоб усуллари қўлланилган. Экспериментлар тензометрия усулларига асосланган, тезланиш датчиклари ва магнитоэлектрик усуллардан фойдаланилган ҳамда тажрибаларни режалаштириш ва бошқа усуллар қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

пахта тозалагич, регенератор ва тола тозалагичнинг ресурстежамкор ва юқори самарали конструкциялари ишлаб чиқилган;

пахта ва тола тозалагич машина агрегатларининг динамик ва математик моделларини тузиш усуллари ишлаб чиқилган ҳамда уларнинг ечими асосида ишчи органлар бурчак тезликлари ва юкланганлигининг ўзгариш қонуниятлари олинган;

пахта тозалагичлари, регенератори ва тола тозалагичларнинг ишчи органларининг кинематик ва динамик параметрларининг иш унумига, инерция моментларини ва юриткич механизмлари бикрлик-диссипатив характеристикаларига боғлиқлик графиклари қурилди ва уларнинг таҳлили асосида оптимал қийматлари асосланди;

пахта тозалагич иш унумдорлигининг турли қийматларида юкланганлик, талаб этилаётган қуввати, қозикли барабаннинг бурчак тезлиги ва тезланишини тажрибада аниқлаш усули ишлаб чиқилди;

тозалагич иш унумдорлиги ва ишчи режим тезлиги ўзгарганда қозикнинг пахта бўлақларига зарба кучини ўлчаш усули ишлаб чиқилди;

пахта хом ашёсини майда ва йирик ифлосликлардан тозалагичларининг ҳамда пахта регенератори ва тола тозалагичнинг оптимал ишчи параметрлари тўлиқ омилли тажрибалар натижасида аниқланди.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ишлаб чиқилган пахта хомашёсини тозалагичлар, регенератор ва тола тозалагич конструкцияларини қўллаган ҳолда самарали компановкадаги пахтани тозалаш тизими тавсия қилинган;

юқори тозалаш самарасини, чигит ва тола шикастланишини пасайтирилишини таъминлайдиган, юқори иш унумдорлигида ресурс тежалишини амалга оширадиган

ишчи органлар (қозикли, аррали ва бошқа барабанлар)нинг мақбул параметрлари ва иш режимлари асослаб берилди.

Олинган натижаларнинг ишончилиги назарий ва тажрибавий тадқиқотларнинг ўзаро мослиги, ҳисоблашларда стандарт усуллар ва воситалардан фойдаланилганлиги ҳамда тавсия қилинган пахтани йирик ва майда ифлосликлардан тозалагичлар, регенератор ва тола тозалагичнинг конструкцияларини реал иқтисодий самарадорлик асосида ишлаб чиқаришга жорий этилганлиги билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Илмий тадқиқот ишининг илмий аҳамияти пахта ва тола тозалагичларнинг ишчи органлари ҳаракатини ифодаловчи динамик ва математик моделларини олиш, масалаларнинг сонли ечимлари асосида тавсия қилинган машиналар ишчи органлари ҳаракат қонунларининг, параметрларини боғланиш графикларининг, ҳаракат режимларининг, технологик, кинематик ва динамик параметрларининг оптимал қийматлари аниқланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти тозалаш жараёнларини ва регенерациялашни интенсификациялаш ҳисобига, иш ресурсини ошириш, юритгичларнинг сарф қувватини пасайтириш ҳисобига юқори унумдорликда сифатли пахта толасини олишни таъминлайдиган, пахтани йирик ва майда ифлосликлардан тозалагичлар, регенератор ва тола тозалагичнинг конструкцияларини такомиллаштиришдан иборат. Ишлаб чиқилган конструкцияларни самарали компоновка қилиш асосида пахтани қайта ишлаш тизими тавсия қилинган.

Тадқиқот натижаларининг жорий этилиши.

Ишлаб чиқилган ПТ-10, 1ХКМ-12 пахта тозалагичлари, регенератор 2РХ-М, бир босқичли тола тозалагичларнинг самарали ва ресурстежамкор конструкциялари асосида патент олиш учун 11 та ариза топширилган ҳамда:

Фарғона вилоятининг “Бағдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш корхонаси” АЖ ишлаб чиқариш тизимига модернизация қилинган пахта хом ашёсини йирик ифлосликлардан тозалагич машинаси жорий этилди (“Ўзпахтасаноат” АЖнинг 27.03.2020 йилдаги №01-32/1135 маълумотномаси). Натижада ПТ-10 тозалагичининг ишлаб чиқилган конструкцияси паст навли пахта навларини тозалаш самарасини серияли тозалагичга нисбатан (1,9÷2,5) % оширишга имкон берди. Шу билан бирга сифат кўрсаткичлари 0,2 % абс.га, унумдорлик эса 8,0 т/с га ошди.

Фарғона вилоятининг “Бағдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш корхонаси” АЖ ишлаб чиқариш тизимига 1ХКМ-12 пахта хом ашёсини майда ифлосликлардан тозалаш машинаси жорий этилди (“Ўзпахтасаноат” АЖнинг 27.03.2020 йилдаги №01-32/1135 маълумотномаси). Натижада 1ХКМ-12 тозалагичининг жорий этилиши билан 1ХК серияли тозалагичга нисбатан тозалаш самараси 7,7% га ошди ва сифат кўрсаткичлари 0,2 % абс.га яхшиланди.

Фарғона вилоятининг “Бағдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш корхонаси” АЖ ишлаб чиқариш тизимига 2РХ-М пахта чиқиндиси регенераторининг жорий этилиши (“Ўзпахтасаноат” АЖнинг 27.03.2020 йилдаги №01-32/1135 маълумотномаси) натижасида, чиқиндиларнинг пахта бўлакчалари билан биргаликдаги вазни 1690 кг., ажратилаётган чиқиндилар таркибидаги пахта бўлакчаларининг вазни эса 310,0 кг (18,3%)ни ташкил этди. Натижада тозалашдан

кейинги ажратилган чиқиндилар тақибининг таҳлили бўйича тозалашдан кейинги миқдори 0,3% ни ташкил этди ва регенерация самараси тегишли ҳолда 98,3% ни ташкил этди.

Сурхондарё вилоятининг “Сурхондарё агрохизмат” МЧЖ қошидаги пахта тозалаш корхонасида бир босқичли тола тозолагичининг конструкцияси жорий этилди (“Ўзпахтасаноат” АЖнинг 27.03.2020 йилдаги №01-32/1135 маълумотномаси). Натижада тавсия этилган тола тозолагичининг жорий этилиши 1ВПУ серияли тозолагичга нисбатан тозалаш самараси (6,0÷6,5) % га ошди, тозаланган толадаги ўлик ва ифлос аралашмалар миқдори 0,3% га, тола тозолагич чиқиндиларининг толадорлиги 1,8-1,9% га камайди.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари бўйича 16 та шу жумладан 7 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий конференцияларида маъруза қилинган, ҳамда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг чоп этилганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 52 та илмий ишлар чоп этилган, шундан 27 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган журналларда, шу жумладан 2 та монография чоп этилган ва 11 та Ўзбекистон Республикасининг патентига ариза берилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 215 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

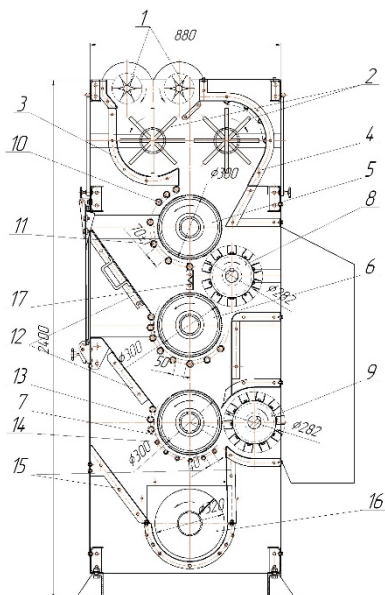
Диссертациянинг **“Пахта хомашёси ва толасини тозалаш техникаси ва технологияси ривожланишининг таҳлили”** деб номланган биринчи боби пахта хомашёси ва толасини ифлосликлардан тозолагичларининг конструкцияларини такомиллаштириш, ишчи органларини ҳисоблаш усуллари бўйича адабиётларнинг таҳлилига бағишланган, пахта хомашёсини йирик ва майда ифлосликлардан тозалаш, регенерациялаш, толани тозалаш зоналаридаги конструктив элементларининг камчиликлари аниқланган. Бу муаммоларнинг аксарияти куйидаги олимлар: Г.И.Мирошниченко, Р.З.Бурнашев, Г.Д.Джаббаров, С.Д.Балтабаев, Г.И.Болдинский, Р.В.Корабельников, Б.И.Роганов, И.К.Хафизов, Х.К.Турсунов, А.Расулов, А.Джураев, Э.Т.Максудов, А.Е.Лугачев, Х.Т.Ахмедходжаев, Р.М.Мурадов, Р.Х.Максудов, М.Т.Ходжиев, А.П.Парпиев, А.К.Усмонкулов, Ш.Ш.Хакимов,

О.Саримсоков, Д.М.Мухаммадиев, Х.К.Рахмонов, И.Д.Мадумаров, А.Х.Бобоматов, А.Олимов, Р.Ш.Сулаймонов ва бошқаларнинг тадқиқотларида бир қатор ечимлар топилганлигига қарамасдан ишчи органлар ва юритиш механизмларининг динамик тахлили етарли даражада ўрганилмаган. Шуларга боғлиқ ҳолда пахта хом ашёси ва толаси тозалагичларининг самарали, энергия тежайдиган технологиялари ва барча ишчи органлари ҳамда таъминлаш тизими оқилона жойлаштирилган, чуқур динамик тадқиқотлар асосида параметрлари аниқланган конструкцияларни яратиш бўйича тадқиқотлар олиб бориш соҳа учун муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

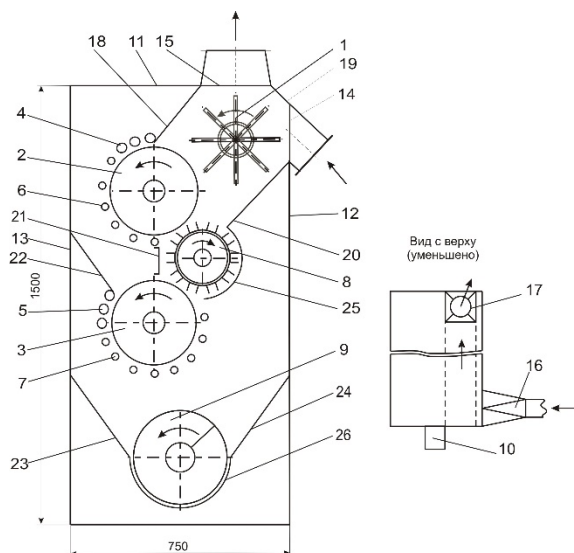
Диссертациянинг **“Пахта ва толани янги тозалагичларининг самарали, ресурстежамкор схема ва конструкцияларини ишлаб чиқиш”** деб номланган иккинчи бобида пахта хомашёси ва тола тозалагичлари, регенерациялаш агрегатларининг ишлаб чиқилган янги конструктив схемалари келтирилган.

Такмиллаштирилган пахта хомашёсини йирик ифлосликлардан ПТ-10 тозалагичи таркиби иккита таъминловчи валикдан иборат таъминлаш секцияси (1) ва иккита титувчи қозикли барабан 2, қоплама 3, йўналтирувчи 4, нов 19 иккита аррали цилиндр 5, 6 ни ўз ичига олган тозалаш секцияси, 10, 13 қотирувчи колосниклар ва 11, 14 тозаловчи колосникларга ҳамда 8, 9 планкали ажратувчи барабанга эга бир дона аррали цилиндр 7 ни ўз ичига олган регенерация секциясидан иборат. Аррали цилиндр 5, 6 лар оралиғида тозалаш секциясида қайтарувчи қалқонча 17 ўрнатилган 5, 6 ва 7 аррали цилиндрларга қия ҳолда 4, 12 йўналтирувчи новлар жойлаштирилган. Тозалагичнинг қуйи тирқиши қия новларнинг қуйи қирраларидан ҳосил топган. Таъминловчи валикларнинг диаметри худди серияли тозалагичларникидек 140 мм, титувчи чивикли барабанларники 300 мм, тутиб қолувчи цилиндрларники ҳам 300 мм, планкали ажратувчи барабан 284 мм бўлиб, улар эгилган швеллердан ясалган. ПТ-10 тозалагичи тозалаш самараси ошган ҳолда сарф қуввати пасаяди.

Сериядаги регенераторнинг асосий камчиликлари пневмотаъминлагич ва ишчи органларининг конструкцияси билан боғлиқ. Тозалагичлардан чиққан чиқиндилардан пахта бўлакчаларини ажратиб олувчи тавсия қилинган 2РХ-М регенератори схемаси 2-расмда акс эттирилган. Регенератор корпусида қуйидаги асосий ишчи органлар ўрнатилган: қозикли барабан 1, асосий 2 ва регенерацион 3 аррали цилиндрлар қотирувчи 4, 5 ва тозаловчи 6, 7 колосниклар, планкали ажратувчи барабан 8 ва ифлосликларни олиб кетувчи шнек 9 билан бирга ишлайди. Унинг ағдарувчи тирқишига клапанли тубус 10 уланган. Регенератор корпусининг ён томонларига юқори қопқоқ 11, олд 12 ва орқа 13 деворчалари тегиб туради. Олд деворча 12 ва юқори қопқоқ 11да кириш 14 ва чиқиш 15 тирқишлари мавжуд. Уларга мос равишда кириш 16 ва чиқиш 17 қисқа қувурлари уланган. Корпусда 18, 19, 20 канал ҳосил қилувчи тўсувчи новлар, қалқонча 21, йўналтирувчи новлар 22, 23, 24 қопламали тўсиқ 25 ва тоғора 26 жойлаштирилган.



**1-расм. Пахтани йирик
ифлосликлардан тозалагичнинг умумий
кўриниши схемаси**

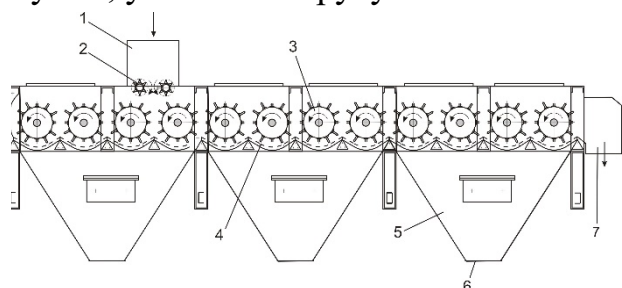


**2-расм. Пахта хом ашёси янги
регенераторининг схемаси**

Янги регенераторда РХ регенераторидан фарқли равишда келаётган чиқиндилар қозикли барабан таъсири остида титилади, уларнинг қатлами эса узунлик бўйича чўзилиб, қалинлиги камаяди ва бу ўз навбатида аррали цилиндр 2 га бир текис ва тўпланиб қолмасдан узатилишини таъминлайди, натижада аррали цилиндр 2 нинг ўтказиш қобилияти ортади.

Аррали цилиндр 2, 3 ларнинг, қозикли барабан 1 ва шнек 9 нинг юритмаси РХ регенераторига ўхшаш равишда қуввати 4,0 кВт, планкали ажратувчи барабан юритгичи учун 3,0 кВт етарлидир. Янги регенератор аррали цилиндрлар 2, 3 нинг диаметри ресурси ишлаб бўлган жин арраларидан аррали дисклар яшаш мақсадида 300 мм га тенг қилиб танланган.

Тозалагич схемаси 3-расмда келтирилган. Шунини эслатиб ўтиш жоизки, тозалагичнинг тавсия этилган конструкциясида 12 дона қозикли барабан ўрнатилган бўлиб, у 1ХКМ-12 русуми билан белгиланган.



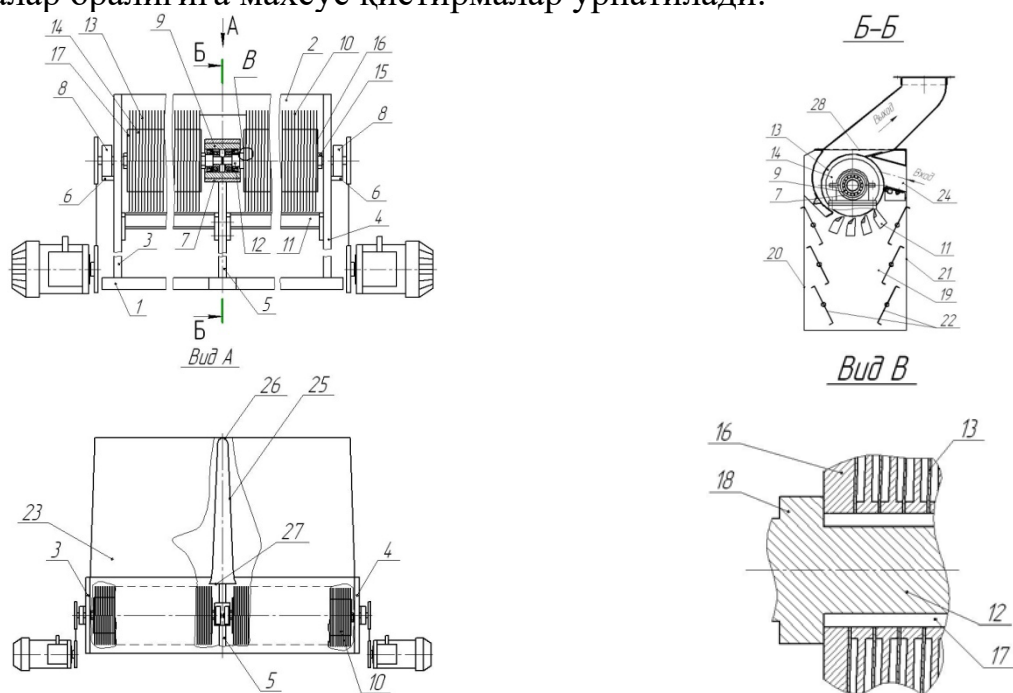
**3-расм. Модернизациялаштирилган
пахта хом ашёсини майда
ифлосликлардан 1ХКМ-12 русумли
тозалагичининг
конструктив схемаси**

Тозалагичда ўн иккита титувчи барабанлар 3 мавжуд бўлиб, уларнинг остида перфорацияланган сеткалар 4, таъминловчи валиклар 2, уч дона бункер 5 ва шахта 1 жойлаштирилган. Бу тозалагичда сериядаги тозалагичдан фарқли равишда таъминловчи валиклар 2 титувчи барабанлар 3 нинг юқорисидан жойлашган ва улар учинчи барабандан кейингисидан бошлаб ўрнатилган. Иш жараёнида пахта хомашёси таъминловчи валиклар 2 билан титувчи

барабанлар 3 га узатилади, улар ўз навбатида пахтани юқоридан транспортировка қилиб, кейинги барабан томонга узатади, ўз навбатида қозикли барабанлар 3 пахта хомашёсини перфорацияланган сеткалардан 4 ўтказиб, шахта 1 га етказиб беради ва тозалагичдан тушириб олинади. Пахта хомашёси титувчи барабанлар 3 билан

ташилганда ундан йирик ва майда ифлос аралашмалар ажралиб тушади ва улар ҳаво оқими билан перфорацияланган сеткалар 4 дан ўтиб бункер 5 га тушади ва унинг остидаги тирқиш 6 орқали тозалагичдан чиқарилади.

Тола тозалагичларда аррали цилиндрлар мустаҳкамлиги паст бўлгани сабабли валлари эгилади ва бунинг оқибатида технологик тирқишларнинг бузилишига ҳамда толанинг қўшимча шикастланишига олиб келади. Тола тозалагичнинг тавсия этилаётган конструкцияси 4-расмда келтирилган. У рама 1, корпус 2 дан иборат. Корпусда чекка 3, 4 ва 5 ўрта пардевор билан тўсилган бўлиб, уларга подшипник 8, 9 ларнинг корпусларини ва аррали цилиндр 10 ни ўрнатиш учун 6, 7 таянчлар мавжуд. 3, 4 ва 5 пардеворларида аррали цилиндрлар остида колосниклар 11 қотирилган. Аррали цилиндрлар таркибида валлар 12 ва уларга кийгизилган арралар 13 бор. Толаларни арра тишлари 13 томонидан ушлаб қолинишини яхшилаш учун улар бир оз (2^0) қия холда ва оралиқ масофаси (6 мм) қилиб ўрнатилади. Бунинг учун арралар оралиғига махсус қистирмалар ўрнатилади.



4-расм. Толали материалнинг бир босқичли тозалагичи

Арраларнинг қиялиги унинг валидаги икки дона тортувчи гайкалар 15 ва тўрт дона эгри шайбалар 16 ни тортиш орқали эришилади. Аррали валлар 12 нинг ариқчаларида шпонкалар қотирилган ва улар бўйлаб арралар 13 валга кийгизилади. Валларнинг бир учида унинг диаметри бўйича таянч камари мавжуд бўлиб, унга эгри шайба 16 суяниб туради. Тола тозалагичнинг тагида ифлосликларни чиқариш механизмли ифлосликлар камераси 19 жойлашган бўлиб, олд 20 ва орқа 21 деворларида жалюзи 22 ўрнатилган. Тола тозалагич жин билан тўғри тўртбурчак шаклидаги қисқа қувур 23 билан туташган бўлиб унинг бир томони жиннинг қисқа қувурига, бошқа томони эса тола тозалагичнинг корпусидаги кириш 24 га уланган. Тола тозалагичда тикилиш ҳосил бўлмаслиги учун тўғри тўртбурчак шаклидаги қисқа қувур 23 да олд томони 26 силлиқ ичи бўш пардевор 25 ўрнатилади ва у орт қисми 27 нинг эни билан арраларнинг бир қисмига таъсир этади. Тола тозалагичнинг корпусида тола чиқариш тирқиши 28 бор.

Диссертациянинг “Пахтани майда ва йирик ифлосликлардан тозалагичларнинг юритиш механизмларини ўз ичига олган машина агрегатларининг динамикаси” деб номланган учинчи бобида пахта хомашёси ва толасини тозалаш ва чиқиндилардан пахта бўлакларини регенерациялаш машина агрегатларининг ишчи органлари динамикаси бўйича назарий тадқиқотлар натижалари келтирилган. 1ХКМ-12 тозалагичи машина агрегатининг динамик модели икки тизимдан иборат бўлиб, биринчиси-беш массали, иккинчиси-уч массали икки тармоқли. 1ХКМ-12 пахтани майда ифлосликлардан тозалагичи машина агрегатининг ҳаракатини ифода этувчи дифференциал тенгламалар таъминлагич юритиш механизмини ўз ичига олган машина агрегати учун:

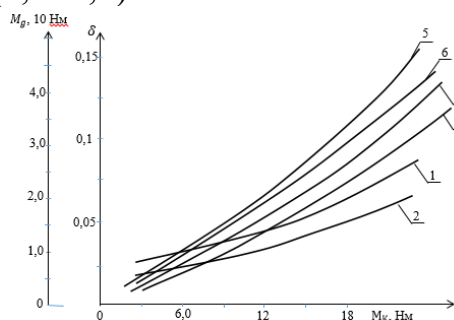
$$\begin{aligned} \dot{M}_\delta &= 2M_K \omega_c - 2M_K \cdot \rho \cdot \dot{\varphi}_p - \omega_c S_K M_\delta, \\ J_p \cdot \ddot{\varphi}_p &= M_\delta - c_1 \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_{K1}) - c_2 \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_{K2}) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_{K1}) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_{K2}); \\ J_{K1} \cdot \ddot{\varphi}_{K1} &= c_1 U_{p1} \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_{K1}) + \varepsilon_1 U_{p1} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_{K1}) - M_{K1} - M_{K1}^I; \\ J_{K2} \cdot \ddot{\varphi}_{K2} &= c_2 U_{p2} \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_{K2}) - c_3 \cdot (\varphi_{K2} - u_{23} \cdot \varphi_\varepsilon) + \varepsilon_2 U_{p2} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_{K2}) - \\ &- \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_{K2} - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_\varepsilon) - M_{K2} - M_{K2}^I; \\ J_\varepsilon \cdot \ddot{\varphi}_\varepsilon &= c_3 U_{23} \cdot (\varphi_{K2} - u_{23} \cdot \varphi_\varepsilon) + \varepsilon_3 U_{23} \cdot (\dot{\varphi}_{K2} - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_\varepsilon) - M_{TP} - M_{34}; \\ J_n \cdot \ddot{\varphi}_n &= U_{23} \cdot M_{34} - M_x - M_{45}; \\ J_n^I \cdot \ddot{\varphi}_n^I &= U_{45} \cdot M_{45} - M_x. \end{aligned} \quad (1)$$

1ХКМ-12 тозалагичи жуфт қозикли барабанлар юритмасини ўз ичига олган машина агрегатининг ҳаракати қуйидаги тенгламалар орқали ифодаланади;

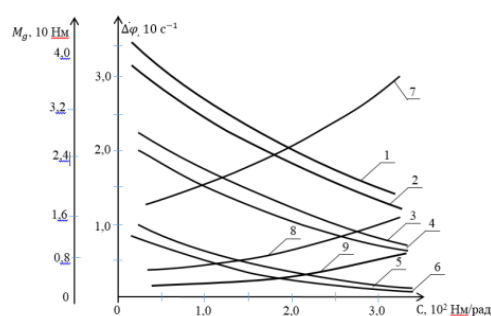
$$\begin{aligned} \dot{M}_\delta &= 2M_K \omega_c - 2M_K \cdot \rho \cdot \dot{\varphi}_p - \omega_c S_K M_\delta, \\ J_p \cdot \ddot{\varphi}_p &= M_\delta - c_1 \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_1) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_1) - c_2 \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_2) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_2); \\ J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 &= c_1 U_{p1} \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_1) + \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_1) - M_1 - M_1^I; \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 &= c_2 U_{p2} \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_2) + \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2 - M_2^{II}. \end{aligned} \quad (2)$$

(1) дифференциал тенгламалар системаси биринчи икки қозикли барабанлар учун, (2) дифференциал тенгламалар системаси учинчи ва тўртинчи қозикли барабанлар учун олинган. Бу ҳолда кейинги жуфт қозикли барабанлар 5-12 учун ҳам (2) дифференциал тенгламалар мос келади. (1) ва (2) дифференциал тенгламаларнинг сонли ечимлари асосида қозикли барабанлар, электр юритгич роторининг бурчак тезликлари, юритгичнинг юкланганлиги ўзгаришининг қонуниятлари аниқланди. Юритгич роторининг ва қозикли барабанларнинг аниқланган ҳаракат қонунлари тахлили шуни кўрсатдики, тизим барқарор режимга пахтанинг технологик юкланганлигида 2,9 с вақт ичида чиқиб олади. Бунда электр юритгич ҳаракатлантирувчи моментининг тебранишлар частотаси, қозикли барабанлар ва электр юритгич роторининг бурчак тезликлари, 1ХКМ-12 тозалагичи зонасининг пахта билан таъминланиши технологик юкланганлигининг ўзгаришига боғлиқ бўлади. Қурилган график боғланишлар 5 ва 6 расмларда келтирилган. Бу ерда шуни белгилаб ўтиш керакки, қозикли барабанларнинг қисман нотекис айланиши пахтанинг самарали титилишига ва ифлос аралашмаларнинг ажралишига ёрдам беради. M_K нинг 2,6 Нм дан 19,5 Нм гача ортиши $J_{K1}=2,8 \text{ кгм}^2$ ва $J_{K2}=3,4 \text{ кгм}^2$ қийматларда биринчи қозикли барабани нотекис

айланишининг 0,009 дан 0,112 гача ортишига олиб келади, қозикли барабанлар инерция моментининг катта қийматларида бурчак тезликларининг нотекислик коэффициентлари $\delta_{k1}=0,012\div 0,13$ ва $\delta_{k2}=0,011\div 0,101$ чегарасида бўлади. Тажриба натижаларидан маълумки, аррали тозалаш секцияларида тозалаш самарасининг кескин ортишига $\delta \geq (0,15\div 0,25)$ қийматларда эришилади. Шунинг учун 1ХКМ-12 тозалагичи машинасида зарур бўлган тозалаш самарасини таъминлаш учун параметрларни тавсия этилган қийматлари қуйидагилардан иборат бўлади: $M_k \leq (14,0\div 16,0)$ Нм; $J_{k1}=(2,2\div 2,8)$ кгм²; $J_{k2}=(3,0\div 3,4)$ кгм², $J_1=J_2=(2,0\div 2,2)$ кгм²; $J_5=J_6=\dots=J_{12}=(1,8\div 2,0)$ кгм².



Бу ерда, 1,2 - $M_g = f(M_k)$ Н; 1,3,5- бунда $J_{k1} = 3,2$ кгм²; $J_{k2} = 3,9$ кгм²; 2,4,6 - бунда $J_{k1} = 2,8$ кгм²; $J_{k2} = 3,4$ кгм²; 3,5- $\delta_{k1} = f(M_k)$; 4,6- $\delta_{k2} = f(M_k)$; 5-расм. Электр юриткич ротори валидаги айлантирувчи момент ва биринчи иккита қозикли барабанлар валларидаги бурчак тезлик нотекислик коэффициентининг пахта юкламаси ўзгаришига боғлиқлик графиклари.



Бу ерда, 1- $\Delta\phi_{k1} = f(C_1)$; 2- $\Delta\phi_{k2} = f(C_2)$; 3- $\Delta\phi_1 = f(\Pi_p)$; 4- $\Delta\phi_3 = f(C_2)$; 5- $\Delta\phi_5 = f(C_1)$; 6- $\Delta\phi_6 = f(C_2)$; 7- $M_g = f(C_1, C_2)$; 8- $M_{k1} = M_{k2} = f(C_1, C_2)$; 9- $M_5 = M_5 = f(C_1)$; бунда $M_{k1} + M_{k2} = 12 + 1,5 \sin\omega t$ (Нм), $M_{k2} + M_{k2} = 14 + 1,7 \sin\omega t$ (Нм). 6-расм. Қозикли барабанларнинг бурчак тезликлари ўзгариш қамровини ва юкланишлар моментининг қайишқоқ узатмаларнинг айланма бикрлик коэффициентларини ўзгаришига боғлиқлик графиклари

Қайишқоқ узатманинг c_1 айланма бикрлик $0,5 \cdot 10^2$ Нм/рад дан $3,4 \cdot 10^2$ гача ошганда $\Delta\phi_1$ 36 с^{-1} дан $16,6 \text{ с}^{-1}$ гача камайишига олиб келади ҳамда тегишли ҳолда $\Delta\phi_5$ ҳам $10,1 \text{ с}^{-1}$ дан $2,1 \text{ с}^{-1}$ гача камаяди (7-расм). Белгилаб қўйиш муҳимки, c_1 ва c_2 ларнинг ортиб бориши чизикли бўлмаган қонуниятга кўра M_d нинг ўсишига олиб келади. Пахта қозикли барабанлар томонидан ташиб олиб ўтилганда уларнинг бурчак тезликларининг тебраниш қамрови пахтанинг тегишли қаршиликлари ҳисобига катта бўлади. Пахтанинг титилганлик даражаси бошида етарли бўлмасада, кейинроқ янада титилганроқ бўлади. Шу сабабли тасмали узатмаларнинг бикрлиги пахтани ташиб олиб ўтиш давомида камайиб борадиган бўлиши керак. Бундан келиб чиққан ҳолда тавсия этиладиган айланма бикрликлар коэффициентлари $c_1=(220\div 250)$ Нм/рад; $c_2=(270\div 330)$ Нм/рад; $c_3=(180\div 200)$ Нм/рад қийматларда бўлиши керак. Биринчи уч жуфт қозикли барабанларнинг узатмаларида параллел равишда учтадан, кейинги уч жуфт қозикли барабанларнинг узатмаларида эса иккитадан тасма ўрнатилиши керак. Тегишли ҳолда биринчи уч электр юриткичларни 3,0 кВт дан, кейинги учтасини эса қувватини 2,2 кВт қилиб танлаб олиш керак, шунда қозикли барабанларнинг талаб этилган ҳаракат режими ва пахтани майда ифлосликлардан тозалашнинг зарур

самараси таъминланади. Шу билан бирга машинанинг иш ресурси 20% гача ошади, электр энергияси сарфи эса (5,0÷5,5) кВт га пасаяди.

ПТ-10 тозалагичининг кинематик схемаси ўз ичига 4AM132M6Y1, P=7,5 кВт, n=950 айл/мин; 4AM132S6Y2, P=5,5 кВт, n=960 айл/мин; DELIXIEM60GIRSTB4, P=1,5 кВт, n=1000 айл/мин, редуктор RV-0,75; I=1/100 русумли уч дона асинхрон юритгичларни олган. ПТ-10 тозалагичда уч дона машина агрегатлари мавжуд бўлиб, биринчиси чизикли уч массали тизимдан ташкил топган бўлиб, массалари ўртасида бикр узатмалардан иборат, иккинчиси – планкали ва биринчи қозикли барабанларнинг тасмали узатмали тўрт массали чизикли тизимдан иборат, учинчиси эса аррали ва иккинчи қозикли барабан ҳамда ифлосликларни чиқарувчи шнекдан иборат тасмали узатмали олти массали иккига тармоқланувчи тизимдан ташкил топган.

Таъминловчи валиклар узатиш механизмли машина агрегати учун:

$$\frac{\omega_0 - \dot{\varphi}}{\omega_0} = \frac{S_K}{2M_K} M_\delta + \frac{1}{2\omega_0 M_K} - \dot{M}_\delta$$

$$J_{np1} \cdot \ddot{\varphi}_p = M_\delta - c_{pn} \cdot (\varphi_p - u_{p21} \cdot u_p \cdot \varphi_n) - \epsilon_{pn} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot u_p \cdot \dot{\varphi}_n);$$

$$J_{np.n} \cdot \ddot{\varphi}_n = U_{p2} \cdot U_p \cdot C_{pn} (\varphi_p - u_{p2} \cdot u_p \cdot \varphi_n) - U_{p2} \cdot U_p \cdot \epsilon_{pn} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot u_p \cdot \dot{\varphi}_n) - M_{m1} - M_{cp} - M_0 \sin \alpha t;$$

$$J_{n1} \cdot \ddot{\varphi}_n = U_{m1} \cdot M_{m1} - M_{cp} - M_1 \sin \alpha t; \tag{3}$$

Планкали ва қозикли барабанлар узатиш механизмини ўз ичига олган ПТ-10 машина агрегати учун:

$$\frac{\omega_0 - \dot{\varphi}}{\omega_0} = \frac{S_K}{2M_K} M_\delta + \frac{1}{2\omega_c M_K} - \dot{M}_\delta,$$

$$J_p \cdot \ddot{\varphi}_p = M_\delta - c_1 \cdot (\varphi_p - u_{\delta n1} \cdot \varphi_1) - \epsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{\delta n1} \cdot \dot{\varphi}_1) \tag{4}$$

$$J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = U_{\delta n1} \cdot C_1 (\varphi_p - u_{\delta n1} \cdot \varphi_1) + U_{\delta n1} \cdot \epsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{\delta n1} \cdot \dot{\varphi}_1) - C_2 (\varphi_p - u_{12} \cdot \varphi_2) + U_{\delta n1} \cdot \epsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_1;$$

$$J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = U_{12} \cdot C_2 (\varphi_1 - u_{12} \cdot \varphi_2) + U_{12} \cdot \epsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - C_3 (\varphi_2 - u_{23} \cdot \varphi_3) - \epsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_2 - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_2;$$

$$J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 = U_{23} \cdot C_3 (\varphi_2 - u_{23} \cdot \varphi_3) - U_{23} \cdot \epsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_2 - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_3;$$

бу ерда, $M_1 = M_{1M} \pm \delta(M_{1M})$; $M_2 = M_{2M} \pm \delta(M_{2M})$; $M_3 = M_{3M} \pm \delta(M_{3M})$.

ПТ-10 тозалагичи аррали барабанлари ва иккинчи қозикли барабанлар узатиш механизмларини ўз ичига олган машина агрегати учун:

$$\frac{\omega_0 - \dot{\varphi}_n}{\omega_0} = \frac{S_K}{2M_K} M_\delta + \frac{1}{2\omega_c M_K} - \dot{M}_\delta;$$

$$J_p \cdot \ddot{\varphi}_p = M_\delta - c_1 \cdot (\varphi_p - u_{\delta 1} \cdot \varphi_1) - \epsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{\delta 1} \cdot \dot{\varphi}_1) \tag{5}$$

$$J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = U_{\delta 1} \cdot C_1 (\varphi_p - u_{\delta 1} \cdot \varphi_1) + U_{\delta 1} \cdot \epsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{\delta 1} \cdot \dot{\varphi}_1) - C_2 (\varphi_1 - u_{12} \cdot \varphi_2) - C_3 (\varphi_1 - u_{13} \cdot \varphi_3) - \epsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - \epsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_1;$$

$$J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = U_{12} \cdot C_2 (\varphi_1 - u_{12} \cdot \varphi_2) + U_{12} \cdot \epsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2;$$

$$J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 = U_{13} \cdot C_3 (\varphi_1 - u_{13} \cdot \varphi_3) + U_{13} \cdot \epsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - C_4 (\varphi_3 - u_{34} \cdot \varphi_4) - \epsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_3 - u_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - M_3;$$

$$J_4 \cdot \ddot{\varphi}_{s4} = U_{34} \cdot C_4 (\varphi_3 - u_{34} \cdot \varphi_4) + U_{34} \cdot \epsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_3 - u_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - C_5 (\varphi_4 - u_{45} \cdot \varphi_5) - \epsilon_5 \cdot (\dot{\varphi}_4 - u_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_4;$$

$$J_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 = U_{45} \cdot C_5 (\varphi_4 - u_{45} \cdot \varphi_5) + U_{45} \cdot \epsilon_5 \cdot (\dot{\varphi}_4 - u_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_5;$$

бу ерда, $M_4 = M_{4M} \pm \delta(M_{4M})$; $M_5 = M_{5M} \pm \delta(M_{5M})$.

Таъминловчи валикларнинг ишида асосийси пахтани бир текис узатилиши ҳисобланиб, у таъминловчи валиклар парраklarининг сони, уларнинг ПТ-10

машинасининг унумдорлигига кўра юкланганлигига боғлиқ. Таъминловчи валиклар бурчак тезлиги тебранишларини ўзгариш қонуниятлари унумдорликнинг турли қийматларида олинди. Шунини белгилаб қўйиш керакки, $\Delta\dot{\phi}_n$ ва $\Delta\dot{\phi}_{n'}$ ларнинг ортиб бориши пахтани етказиб бериш бир текислигини пасайтиради, баъзи ҳолларда эса узатилаётган пахтанинг текилишига олиб келади. Экспериментал тадқиқотлар натижалари бўйича шу нарса аниқландики, таъминловчи валиклар айланиш тезлигининг бир текислигини таъминлаш муфтанинг эластик элементлари ва таъминловчи валикларнинг келтирилган инерция моментлари параметрларини танлаб олинишига боғлиқ. ПТ-10 тозалагичи таъминлагичининг иш режимини ҳисобга олган ҳолда $\Delta\dot{\phi}_n \leq (0,8 \div 1,0) \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ ва $\Delta\dot{\phi}_{n'} \leq (1,1 \div 1,5) \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ шартларини таъминлаш учун тавсия этиладиган таъминлагичнинг параметрлари қуйидагича бўлиши керак: $P_p \leq 2,5 \frac{\text{т}}{\text{с}}$; $J_n = 0,21 \text{ кгм}^2$; $J_{n'} = 0,23 \text{ кгм}^2$; $C_{pn} = (120 \div 140) \text{ Нм/рад}$; $v = (3,8 \div 4,2) \text{ км} \cdot \text{с/рад}$.

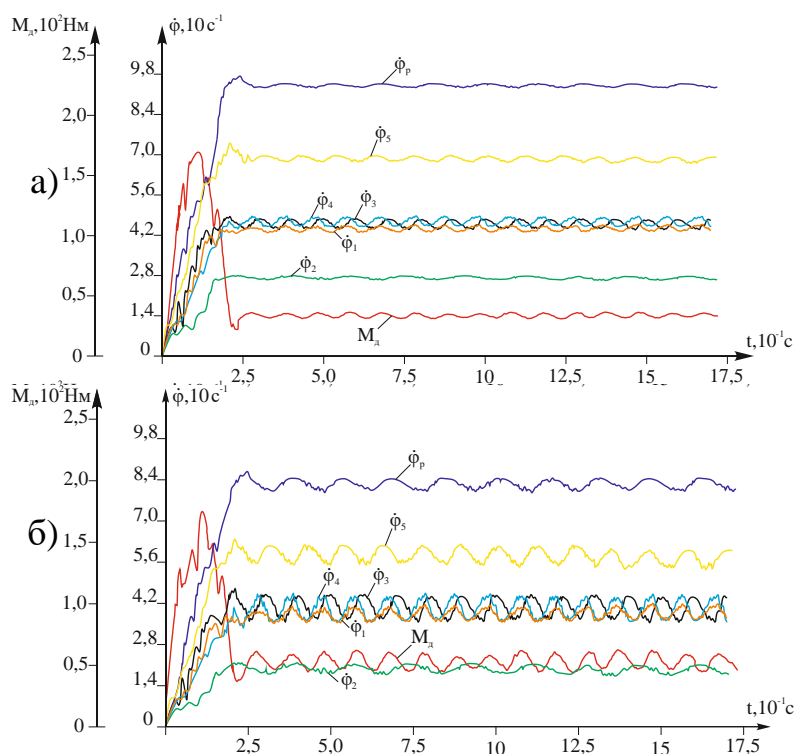
ПТ-10 тозалагичи машина агрегатини динамикаси масалаларини ечиш асосида шу нарса маълум бўлдики, тозалагичнинг иш унумдорлиги ошган сайин тасмали механизмли планкали ва қозикли барабанларининг бурчак тезликларининг ўртача қийматлари пасаяди, бу ҳолда бурчак тезликлари ўзгаришини тасодифий қийматлари унинг ўртача қийматларининг $(5,0 \div 6,0)\%$ дан ошмайди. Бунда планкали барабанларининг бурчак тезликларининг номинал қийматлари бир хил, яъни $\dot{\phi}_1 = \dot{\phi}_2 = 100,5 \text{ с}^{-1}$ бўлади. Бирок, юқоридаги планкали барабан иккита аррали барабан билан ўзаро таъсирда бўлгани учун унинг тезлиги пастдаги барабанга нисбатан пахтанинг ортиқча қаршилиги сабабли кўпроқ пасаяди.

Тасмали узатмаларни бикрлик коэффициентлари ортиши билан, яъни $c_1 = (120 \div 150) \text{ Нм/рад}$; $c_2 = (120 \div 150) \text{ Нм/рад}$; $c_3 = (90 \div 100) \text{ Нм/рад}$ бўлганда, $\dot{\phi}_1$ нинг пасайиши $(11 \div 12) \text{ с}^{-1}$ гача етади, $\dot{\phi}_2$ эса $(15 \div 16) \text{ с}^{-1}$ гача ва $\dot{\phi}_3$ $(6,5 \div 7,5) \text{ с}^{-1}$ гача камаяди. Шунинг учун планкали барабанларнинг бурчак тезликларини ўртача қийматлари $\dot{\phi}_1$ ва $\dot{\phi}_2$ ҳамда қозикли барабанни $\dot{\phi}_3$ етарли даражада сақланиб қолиши учун қуйидагилар мақсадга мувофиқ бўлади:

$$P_p \leq (2,5 \div 2,6) \text{ т/с}, c_1 = c_2 = (140 \div 150) \text{ Нм/рад}, c_3 = (100 \div 105) \text{ Нм/рад}.$$

Бурчак тезликларининг талаб этилган нотекислигини таъминлаш ҳамда юритгич роторининг валидаги айлантирувчи моментларни тебранишларини пасайтиришни таъминлаш учун тасмали узатмаларнинг тавсия этилаётган параметрларининг қийматлари қуйидагича: $c_1 = c_2 = (140 \div 150) \text{ Нм/рад}$; $c_3 = (100 \div 105) \text{ Нм/рад}$; $v_1 = v_2 = (2,2 \div 2,5) \text{ Нм} \cdot \text{с/рад}$; $v_3 = (1,8 \div 2,0) \text{ Нм} \cdot \text{с/рад}$; $J_p = 0,108 \text{ кгм}^2$; $J_1 = 2,75 \text{ кгм}^2$; $J_2 = 2,95 \text{ кгм}^2$; $J_3 = 2,5 \text{ кгм}^2$.

Пахтани йирик ифлосликлардан тозалагичи ПТ-10 нинг асосий элементлари унинг тозалаш зонаси бўлиб, унда учта аррали барабанлар ва уларнинг тагидаги колосниклардир. Ушбу машина агрегати таркибига яна қозикли барабан ҳамда ифлосликларни чиқариб юборувчи шнек ва юритиш механизмлари киради.



а – да $n_p = 1,7$ т/с;
б – да $n_p = 3,0$ т/с.
7-расм. Электр юритгич ротори, аррали ва қозикли барабанлар ҳамда ифлосликларни чиқарувчи шнек, юритгич валидаги буровчи момент, бурчак тезликларининг ўзгариш қонуниятлари

Тенгламалар системаси (5) ечими натижалари бўйича электр юритгич ротори, аррали ва қозикли барабанлар ҳамда ифлосликларни чиқарувчи шнек, электр юритгич валидаги ҳаракатлантирувчи моментлар, бурчак тезликлари ўзгаришининг қонуниятлари олинди (7-расм). 7-расмда кўрсатилгандек система барқарор иш режимига $(0,22 \div 0,25) \text{ с}^{-1}$ да чиқади. Олинган қонуниятлар натижасида тозалагич ишчи органларининг бурчак тезликларининг ўртача қийматлари аниқланди ва улар 1-жадвалда кўрсатилган.

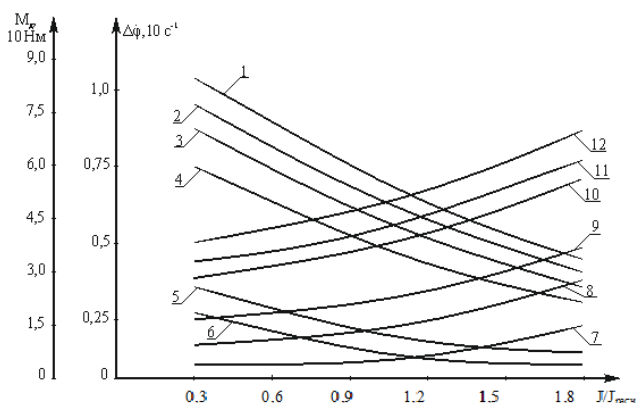
1-жадвал

Бурчак тезликларининг ўртача қийматлари

№	Ишчи органнинг иоми	Бурчак тезликлар		
		$n_p=1,7$ т/с	$n_p=2,2$ т/с	$n_p=3,0$ т/с
1	электр юритгич валида	93,5	90,2	88,5
2	1-чи аррали барабан	46,6	42,1	40,2
3	2-чи аррали барабан	45,9	41,8	39,7
4	3-чи аррали барабан	45,4	41,3	39,2
5	Қозикли барабан	60,1	57,9	56,1
6	Ифлосликларни чиқариш шнеги	18,7	15,2	14,7

1-жадвалдаги маълумотларнинг таҳлилига кўра электр юритгич ротори бурчак тезлигининг ўртача қийматлари $(10 \div 12)\%$ гача, биринчи аррали барабанники $(5,1 \div 7,2)\%$ гача, иккинчи ва учинчи аррали барабанларники $(4,5 \div 5,1)\%$ гача пасаяди.

8-расмда кўрсатилган боғлиқлардан кўриниб турибдики, ҳар бир аррали цилиндрнинг $(J/J_{расм})$ инерция моментининг ортиши, ўлчов бирлигисиз 0,3 дан 1,17 гача қийматида биринчи аррали барабаннинг валидаги момент иш унумдорлиги 2,2 т/с бўлганда 16,1 Нм дан 35,2 Нм гача ортади, иккинчи аррали барабаннинг айлантириш момент 27,1 Нм дан 45,2 Нм гача ортади, учинчи аррали барабаннинг айлантириш momenti 30,2 Нм дан 49,7 Нм гача ортади (9,10,11 эгри чизиклар).



Бу ерда, $1-\Delta\phi_5 = f(J_5)$; $2-\Delta\phi_4 = f(J_4)$;
 $3-\Delta\phi_3 = f(J_5)$; $4-\Delta\phi_{43} = f(P_p)$; $5-\Delta\phi_4 =$
 $f(P_p)$; $6-\Delta\phi_5 = f(P_p)$; $7-M_d = f(J_d)$;
 $8-M_2 = f(J_2)$; $9-M_1 = f(J_1)$; $10-M_3 =$
 $f(J_3)$; $11-M_4 = f(J_4)$; $12-M_5 =$
 $f(J_5)$ бунда $P_p = 2,2 \text{ м/ч}$.

8-расм. Машина агрегати айланувчи валларининг айлантирувчи моментларива бурчак тезлигининг тозалогич массаси инерция моментининг ўзгаришига боғлиқлик графиклари

63,1 Нм гача ортади. Бундан ташқари $\Delta\phi_5$ қийматлари, $J_5/J_{расч}$ ни 1,8 ортиб бориши билан, 110 с^{-1} дан $48,3 \text{ с}^{-1}$ гача камаяди. Бунинг сабаби қозикли барабанлар турли бурчак тезликларда ($60,5 \text{ с}^{-1}$ ва 63 с^{-1}) айланади ва $\Delta\phi_5$ юкламалар ҳисобига каттарок бўлади. Ифлосликларни чиқариб юбориш шнегининг валидаги юкламанинг қийматлари 11 Нм дан 18,2 Нм гача ортишини сабаби шнекнинг инерция моментининг қиймати катта бўлгани ҳисобигадир, шу сабабли $\Delta\phi_5$ $11,4 \text{ с}^{-1}$ гача камаяди. Бунда тавсия этилган қийматлар: $J_p=(0,1\div 0,11) \text{ кгм}^2$; $J_1=(2,2\div 2,5) \text{ кгм}^2$; $J_2=(1,12\div 1,3) \text{ кгм}^2$; $J_3=(2,3\div 2,5) \text{ кгм}^2$; $J_4=(3,1\div 3,3) \text{ кгм}^2$; $J_5=(2,5\div 2,8) \text{ кгм}^2$.

Юқорида қайд этилган 2РХ-М регенератори машина агрегатлари ҳаракатини ифодаловчи дифференциал тенгламалар системалари тузилди, бунда резина-планкали барабан юритиш механизмларини ўз ичига олган машина агрегати учун:

$$\begin{aligned} \frac{dM_g}{dt} &= 2M_K\omega_c - 2M_{KP} \frac{d\Delta\phi_p}{dt} - \omega_c S_K M_g; \\ J_p \frac{d^2\phi_p}{dt^2} &= M_g - C\Delta\phi - b \frac{d\Delta\phi}{dt}; \\ J_p \frac{d^2\phi_6}{dt^2} &= U_{g6} C\Delta\phi + U_{g6} b \frac{d\Delta\phi}{dt} - M_{6n} \pm \delta(M_{6n}); \\ \Delta\phi &= (\phi_p - U_{g6}\phi_6); \frac{d\Delta\phi_p}{dt} = \left(\frac{d\phi_p}{dt} - U_{g6} \frac{d\phi_6}{dt} \right); \end{aligned} \quad (6)$$

2РХ-М регенератори икки аррали ва қолосникли барабанлар ва ифлосликларни чиқариб юбориш шнегининг юритиш механизмларини ўз ичига олган машина агрегати учун математик модели қуйидагича:

$$\frac{dM_g}{dt} = 2M_K\omega_c - 2M_{KP} \frac{d\Delta\phi_p}{dt} - \omega_c S_K M_g;$$

Бунинг сабаби шундаки, тозаланаётган пахтанинг каттарок юкламаси учинчи аррали барабанга тўғри келади. Кейин эса иккинчи ва биринчи аррали барабанга тўғри келади. Тегишли ҳолда биринчи аррали барабан бурчак тезлигини тебраниш қамрови $7,12 \text{ с}^{-1}$ дан $2,73 \text{ с}^{-1}$ гача пасаяди, иккинчи аррали барабанда $8,02 \text{ с}^{-1}$ дан $2,93 \text{ с}^{-1}$ гача, учинчи аррали барабанда $9,02 \text{ с}^{-1}$ дан $4,03 \text{ с}^{-1}$ гача пасаяди. Ушбу ҳолат бошланғич зонада пахта етарлича титилмаган ва бир текисда бўлмайди, шунинг учун $\Delta\phi_4$ кенг чегарада ўзгаради, $\Delta\phi_1$ эса кичик қийматларга эга бўлади (8,2,3 ва 4 – расм эгри чизиклар). Шу билан бирга қозикли барабаннинг бурчак тезлигини қамрови катта чегарада ўзгаради, юкланганлиги эса 33,1 Нм дан

$$\begin{aligned}
J_p \frac{d^2 \varphi_p}{dt^2} &= M_g - C_1 \Delta \varphi_{gn_1} - b_1 \frac{d\Delta \varphi_{gn_1}}{dt}; \\
J_{n_1} \frac{d^2 \varphi_{n_1}}{dt^2} &= U_{gn_1} C_1 \Delta \varphi_{gn_1} + U_{gn_1} b_1 \frac{d\Delta \varphi_{gn_1}}{dt} - \\
&- C_2 \Delta \varphi_{nuu} - b_2 \frac{d\Delta \varphi_{nuu}}{dt} - C_3 \Delta \varphi_{n_1 n_2} - b_3 \frac{d\Delta \varphi_{n_1 n_2}}{dt} - M_{n_1}; \\
J_{uu} \frac{d^2 \varphi_{uu}}{dt^2} &= U_{nuu} C_2 \Delta \varphi_{nuu} + U_{nuu} b_2 \frac{d\Delta \varphi_{nuu}}{dt} - M_{uu} \pm \delta(M_{uu}) \quad (7) \\
J_{n_2} \frac{d^2 \varphi_{n_2}}{dt^2} &= U_{n_1 n_2} C_3 \Delta \varphi_{n_1 n_2} + U_{n_1 n_2} b_3 \frac{d\Delta \varphi_{n_1 n_2}}{dt} - C_4 \Delta \varphi_{nnp} - b_4 \frac{d\Delta \varphi_{nnp}}{dt} - M_{n_2}; \\
J_{np} \frac{d^2 \varphi_{np}}{dt^2} &= U_{nnp} C_4 \Delta \varphi_{nnp} + U_{nnp} b_4 \frac{d\Delta \varphi_{nnp}}{dt} - M_{np} \pm \delta(M_{np});
\end{aligned}$$

где, $\Delta \varphi_{gn_1} = (\varphi_p - U_{gn_1} \varphi_{n_1})$; $\frac{d\Delta \varphi_{gn_1}}{dt} = \left(\frac{d\Delta \varphi_{nnp}}{dt} - U_{gn_1} \frac{d\varphi_{n_1}}{dt} \right)$;

$$\Delta \varphi_{nuu} = (\varphi_{n_1} - U_{nuu} \varphi_{uu}); \quad \frac{d\Delta \varphi_{nuu}}{dt} = \left(\frac{d\Delta \varphi_{n_1}}{dt} - U_{nuu} \frac{d\varphi_{n_1}}{dt} \right);$$

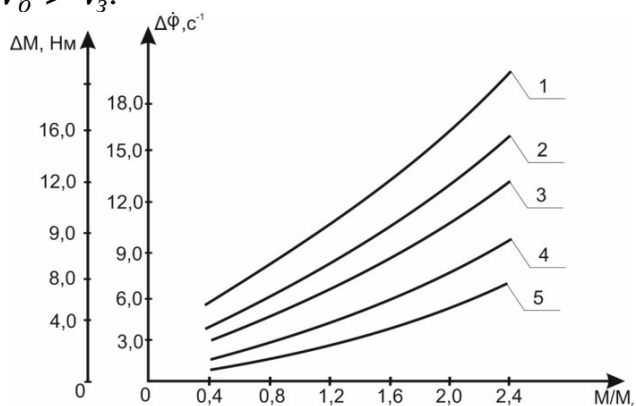
$$\Delta \varphi_{nnp} = (\varphi_{n_2} - U_{nnp} \varphi_{np}); \quad \frac{d\Delta \varphi_{nnp}}{dt} = \left(\frac{d\Delta \varphi_{n_2}}{dt} - U_{nnp} \frac{d\varphi_{np}}{dt} \right).$$

Регенератор иши жараёнига пахтани титиш ва чиқиндидан толали чигитларни ажратиш ҳамда уларни тозалаш агрегатига регенерациялашида асосий таъсир этувчи сабабларга қозикли ҳамда аррали барабанларнинг бурчак тезликларини ўзгариш частотаси ва амплитудалари қийматлари ҳисобланади. Шу сабабли, 2РХ-М регенератори машина агрегати ишчи органларининг динамикаси масаласини сонли ечими асосида олинган қонуниятлари қайта ишланиб, қуйидаги ΔM_g ва $\Delta \dot{\varphi}_p, \Delta \dot{\varphi}_{n_1}, \Delta \dot{\varphi}_{n_2}, \Delta \dot{\varphi}_{np}, \Delta \dot{\varphi}_{uu}, \Delta \dot{\varphi}_\delta$ пахтанинг технологик юкламалари, инерция моментларининг нисбати ҳамда машина юритмасидаги тасмали узатмаларнинг бикрлик-диссипатив параметрлари ўзгаришига боғлиқлик графиклари қурилди. 9 ва 10-расмларда келтирилган графиклар таҳлилидан кўриниб турибдики, регенерацияланаётган толали чигитларнинг резина-планкали барабанга қаршилиги $\Delta \dot{\varphi}_\delta$ нинг $(12,5 \div 15) \text{ с}^{-1}$ гача ортишига $J/J_p=1,0$ бўлган ҳолда олиб келади. Резина планкали барабан инерция моментининг $J/J_p=1,8$ гача ошиши билан $\Delta \dot{\varphi}_\delta$ нинг қийматлари ҳам $(10,2 \div 11,6) \text{ с}^{-1}$ гача етади. Бунда юритгич ротори бурчак тезлиги тебраниш қамрови қийматлари $(7,0 \div 7,3) \text{ с}^{-1}$ дан ошмайди. Белгилаб қўйиш керакки, $\Delta \dot{\varphi}_\delta$ ва $\Delta \dot{\varphi}_p$ орасидаги фарқ тасмали узатма сабабли тебранишларнинг бир қисмини сўниши ҳисобигадир. Асинхрон юритгич валидаги моменти тебраниш қамрови $(14,5 \div 15) \text{ Нм}$ дан ошмайди. Регенерацияланган чигитли толаларнинг ишчи барабанлар арралари тишидан ажратиб олиниши нафақат $\Delta \dot{\varphi}_\delta$, балки ΔM_g нинг ҳам юзага келишидан интенсивлашади.

Шу сабабли $\Delta \dot{\varphi}_\delta$ зарур қийматларини $(12,0 \div 13,0) \text{ с}^{-1}$ чегарасида таъминлаш учун тизим параметрларининг тавсия этилган қийматлари қуйидагича: $C/C_p = 0,6 \div 0,8$; $J/J_p = (0,8 \div 1,0)$; $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$.

2РХ-М регенератори аррали ва қозикли барабанлари ҳаракатини кўриб чиқишда ишчи органларнинг бурчак тезликларининг ўртача қийматларини аниқлаш

муҳимдир. Бунда $\Delta\dot{\phi}_\delta \leq \Delta\dot{\phi}_n$ ва $\Delta\dot{\phi}_\delta \leq \Delta\dot{\phi}_{n_2}$ шартини таъминланиши алоҳида ўрин тутади. Бунинг сабаби, 2РХ-М регенераторининг иш жараёнида аррали цилиндрлар тишларидан толали чигитларни ажратиб олишда резина планкаларнинг чизиқли тезлиги барабанлар тишининг чизиқли тезлигидан каттароқ бўлиши керак, яъни $V_\delta > V_3$.



1 – $\Delta M_g = f(M/M_p)$;
 2, 3 – $\Delta a J/J_p = 1, 0$; 4, 5 – $\Delta a J/J_p = 1, 8$;
 2, 4 – $\Delta\dot{\phi}_\delta = f(M/M_p)$; 3, 5 – $\Delta\dot{\phi}_\delta = f(M/M_p)$.

9-расм. Электр юритгич ротори валидаги ва резина-планкали барабан бурчак тезликлари ва валдаги моментининг тебраниш қамровини технологик юкламага боғлиқлик графиклари

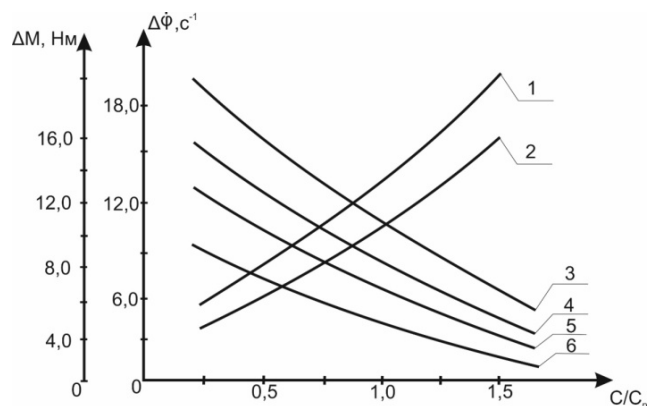
Юкламанинг $M/M_p = (2,0 \div 2,4)$ гача ортиши $\dot{\phi}_\delta$ ни то $(80 \div 84) \text{ c}^{-1}$, гача $\dot{\phi}_{n_1}$ ва $\dot{\phi}_{n_2}$ ларни $(43,3 \div 45,3) \text{ c}^{-1}$ гача пасайишига олиб келади. Шунинг учун системанинг тавсия этилган параметрлари қуйидагилардан иборат: $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$; $J_1 = (2,2 \div 2,3) \text{ кгм}^2$; $J = (2,1 \div 2,2) \text{ кгм}^2$; $C_1 = (225 \div 250) \text{ Нм/рад}$; $C = (150 \div 200) \text{ Нм/рад}$.

Диссертациянинг “**Бир босқичли тола тозалаш машинаси ҳаракат динамикасининг назарий асослари**” номли тўртинчи бобида бир босқичли тола тозалагичнинг аррали цилиндри механизмни ўз ичига олган машина агрегатининг динамикаси масалаларининг ечими натижалари тақдим этилган.

Тақдим этилаётган тола тозалагичнинг конструкциясида ҳар бир аррали цилиндр ва колосниклар ҳамда аррали вал диаметрининг узунлигини салкам икки марта камайтириш, аррали цилиндр ва колосниклар ҳамда тола тозалагичнинг умумий бикрлигини ошириш, арра ва колосниклар оралиғидаги тирқишларнинг зарур ўлчамларини ўрнатиш имкони яратилади. Буларнинг бари тола тозалагичнинг барқарор, ишончли ишлашига, тозалаш самарасини оширилишига ва тола шикастланишининг пасайишига олиб келади.

Бир босқичли тола тозалагичнинг аррали цилиндри узатиш механизмини ўз ичига олган машина агрегатининг ҳисоб схемаси 11-расмда кўрсатилган.

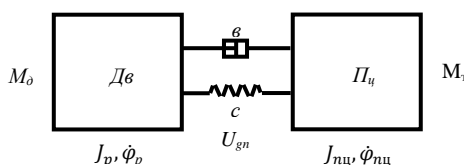
Ушбу тизим параллел ишлаётган аррали цилиндрлар юритгичларининг иккита бир хил схемасидан иборат. Ҳисоб схемаси икки массали тизимдан иборат бўлиб, биринчиси-электр юритгич, иккинчиси-аррали цилиндр, ҳаракат эса узатиш нисбати



1 – ΔM_g да $M/M_p = 1, 6$; 2 – ΔM_g да $M/M_p = 1, 0$;
 3, 4 – $\Delta\dot{\phi}_\delta = f(C/C_p)$; 5, 6 – $\Delta\dot{\phi}_\delta = f(C/C_p)$;
 3, 5 – да $M/M_p = 1, 6$; 4, 6 – да $M/M_p = 1, 0$.

10-расм. Электр юритгич ротори валидаги ва резина-планкали барабан бурчак тезликлари ва валдаги моментининг тебраниш қамровини тасмали узатманинг айланма бикрлигини нисбий қийматига боғлиқлик графиклари

$U_{pny} = 1,0$ бўлган қайишқоқ узатма ёрдамида амалга оширилади. Бунда икки дона асинхрон юритгичлар ишлатилган.

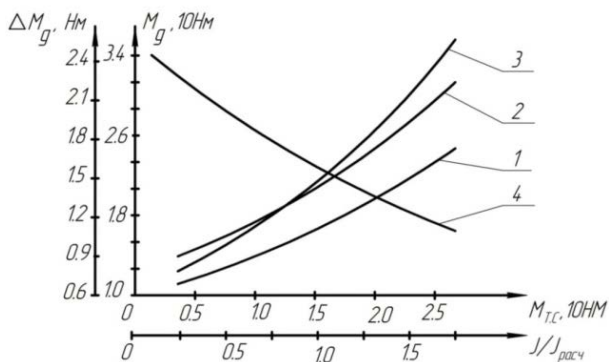


11-расм. Тола тозалагич машина агрегатининг ҳисоб схемаси

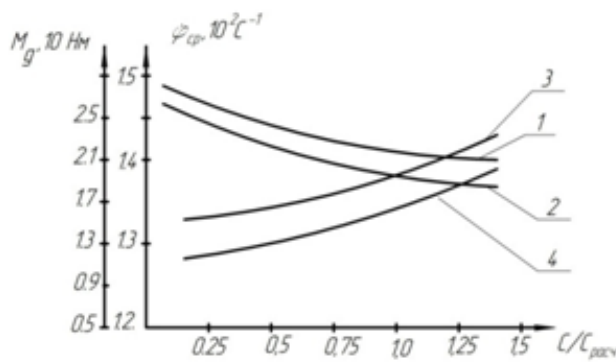
Шу билан бирга бир босқичли тола тозалагичнинг машина агрегати учун қуйидаги дифференциал тенгламалар системаси ҳосил қилинди:

$$\begin{aligned} \frac{dM_g}{dt} &= \left(\omega_c - P \frac{d\varphi_p}{dt} \right) \cdot \psi - \frac{M_g}{T_g}; \\ \frac{d\psi}{dt} &= \frac{2M_k - \psi}{T_g} - \left(\omega_c - P \frac{d\varphi_p}{dt} \right) - M_g; \\ T_g &= (\omega_c \cdot S_K)^{-1}; \psi = \frac{S_K}{S} \left(M_g + T_g \frac{dM_g}{dt} \right); \\ J_P \frac{d^2\varphi_p}{dt^2} &= M_g - b \left(\frac{d\varphi_p}{dt} - U_{gn} \frac{d\varphi_{ny}}{dt} \right) - c(\varphi_p - U_{gn}\varphi_{ny}); \\ J_{ny} \frac{d^2\varphi_{ny}}{dt^2} &= U_{gn}b \left(\frac{d\varphi_p}{dt} - U_{gn} \frac{d\varphi_{ny}}{dt} \right) - U_{gn}c(\varphi_p - U_{gn}\varphi_{ny}) - M_{m.c.}; \\ M_{m.c.} &= M_1 + M_0 \sin \alpha t \end{aligned} \quad (8)$$

Ўртача технологик юкланиш 12,5 Нм бўлганда юритгич роторининг бурчак тезлиги ўртача $(1,44 \div 1,46) \cdot 10^2 c^{-1}$ га камаяди, аррали цилиндрнинг бурчак тезлиги ўртача $(1,34 \div 1,37) \cdot 10^2 c^{-1}$ га камаяди. Технологик юкланиш 24,5 Нм гача ошганда, бурчак тезликлар ўртача қийматлари $\dot{\varphi}_p = (1,38 \div 1,41) \cdot 10^2 c^{-1}$, $\dot{\varphi}_{ny} = (1,38 \div 1,41) \cdot 10^2 c^{-1}$ гача пасаяди. Аниқланган қонуниятлар асосида боғлиқлик графиклари қурилди ва улар 12-расмда акс эттирилди.



а-электр юритгич валидаги буровчи момент ва унинг тебраниш қамрови ўзгаришини технологик юкланиш ва нисбий инерция моменти ўзгаришига боғлиқлик графиклари



б-юритгич ротори ва аррали цилиндр ўртача бурчак тезликлари ва двигател юкланиши ўзгаришини тасмали узатма нисбий бикрлик коэффициентига боғлиқлик графиклари

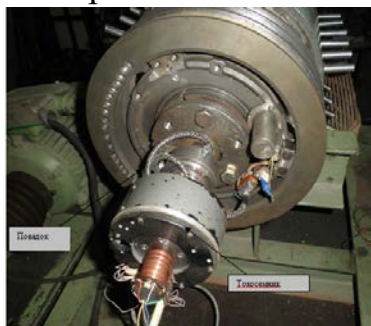
12-расм. Электр юритгич ва аррали цилиндр параметрларини боғлиқлик графиклари

Тадқиқотлар натижаларининг таҳлили бўйича $\Delta\dot{\varphi}_p$ ва $\Delta\dot{\varphi}_{ny}$ ларнинг қийматлари технологик юкланишни ортиши ва инерция моментининг унча катта бўлмаган $J_P = 0,68 \text{ кгм}^2$; $J_{ny} = 2,1 \text{ кгм}^2$ қийматларида кескин кўпайиши мумкин. Юритгич

ротори ва аррали цилиндрнинг инерция моментининг ортиши система ҳаракатининг ростланишига олиб келади. Белгилаб қўйиш керакки, $\Delta\dot{\phi}_p$ ва $\Delta\dot{\phi}_{nc}$ тебранишлари уларда бурчак тезланишларни юзага келиши сабаб бўлади, бу пахта толасини тозалаш интенсивлигини ва шу билан арраларнинг толага импульс таъсирини кучайтиради. Шу сабабли, тавсия этиладиган қийматлар қуйидагилар бўлади: $J_p = (0,45 \div 0,55)$ кгм², $J_{nc} = (1,8 \div 2,0)$ кгм². Графиклардан кўриниб турибдики, $M_{т.с.}$ 0,45 Нм дан то 2,7 Нм M_g гача ортганда ΔM_g нозикли қонуният асосида ортади. $J/J_{рас}$ нинг ортиши M_g ортишига, бироқ ΔM_g кескин пасайишига олиб келади. Бундан келиб чиқадики, тизим массасининг ортиши билан юкланганлик нотекислиги камаяди. Тасмали узатмаларнинг бикрлик-диссипатив хоссаларининг $M_g, \dot{\phi}_p$ ва $\dot{\phi}_{nc}$ ўзгаришига таъсирини ўрганиш ҳам муҳимдир. 12б-расмда юритгич ротори ва арра цилиндрининг бурчак тезликлари ҳамда юритгич юкланганлигининг тасма айланма бикрлик коэффициентига боғлиқлик графиклари акс эттирилган. Тасманинг айланма бикрлик коэффициентини ортиши $\Delta\dot{\phi}_p$ $1,38 \cdot 10^{-1}$ ва $\Delta\dot{\phi}_{nc}$ ларни $1,34 \cdot 10^{-1}$ гача камайишига ва M_g юкланганлигининг (23÷24) Нм гача ортишига, шу билан юритгичнинг кўшимча сарф қувватини ортишига сабаб бўлади. Шунинг учун тола тозалаш самарасини ортишига имкон берадиган шарт $\Delta\dot{\phi}_{nc} = (1,6 \div 2,0) \cdot 10^{-1}$ ни таъминлаш учун тавсия этиладиган ҳолат $C/C_{рас} = (0,75 \div 0,90)$ бўлади. Маълумки, диссипация коэффициентини ортиши тизимларда эркин тебранишларнинг сўнишига, технологик машиналарда жараёнларнинг ўтиш вақтларининг камайишига олиб келади, бироқ бу кўшимча қувват сарфига сабаб бўлади. Аниқланиши бўйича $b/b_{расч}$ нинг 0,25 дан 1,5 гача ортиши иш унумдорлиги 1,25 т/с бўлганда M_g нинг 15,5 Нм дан 23,5 Нм гача кўпайишига олиб келади. Тозалагич унумдорлиги 2,5 т/с гача ортганда M_g нинг қиймати (28÷29) Нм га етади. Бунда аррали цилиндрнинг тебраниши $\Delta\dot{\phi}_{nc}$ 28 с^{-1} дан 19 с^{-1} гача камаяди. Тавсия этиладиган қийматлар $b/b_{расч} = (0,5 \div 0,75)$.

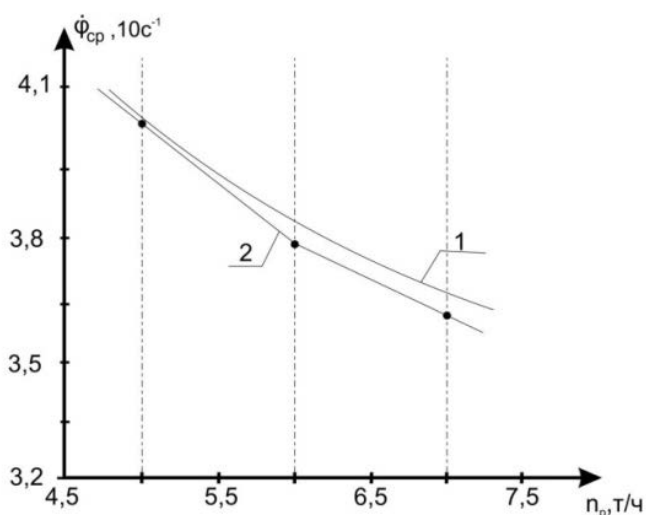
Диссертациянинг **“Пахта хом ашёси ва тола тозалагичлари конструкцияларининг тажрибавий тадқиқотлари”** деб номланган бешинчи бобида пахта, тола тозалагичи, регенератор ва тола тозалагич конструкцияларининг тажрибавий тадқиқотлари натижалари тақдим этилган.

Тажрибавий тадқиқотлар орқали қозикли барабаннинг юкланганлиги моментометр ёрдамида аниқланди. Унинг умумий кўриниши 13-расмда тасвирланган.



13-расм. Моментометр ва токосъёмникнинг умумий кўриниши

Тензометрик усулда қозикли барабан валидаги момент ва айланиш частотаси, қозикли барабан валининг бурчак тезланиши аниқланган. Унумдорлик 5 т/с бўлганда бурчак тезликнинг тебраниш частотасини ўзгариши (240÷250) с^{-1} бўлади, унумдорлик 7 т/с бўлганда ва айланиш частотаси 420 айл/мин бўлганда тебраниш частотасини ўртача қийматининг ўзгариши (252÷256) с^{-1} бўлади. Амалда бу частота барабандаги олти қатор қозиклар бўлганда ҳосил бўлади. Бунда унумдорлик 5 т/с бўлганда қозикли барабан валининг юкланганлиги (9,8÷10,3) Нм гача боради, унумдорлик 7 т/с бўлганда эса юкланганлик (18,6÷20,1) Нм



1-назарий; 2-тажрибавий

14-расм. Қозикли барабан ўртача бурчак тезлигини тозалагич иш унумига боғлиқлик графиклари

тозаланаётган пахта хом ашёсининг иш унумдорлигига боғлиқлик графиклари келтирилган. Пахта тозалагичининг иш унумдорлиги ортиши билан қозикли барабан валидаги юкланиш ҳам ортиб боради. Бунда барабан бурчак тезлигининг ўртача қиймати пасаяди. Унумдорлик 5 т/с бўлганда $\phi_{ср}$ 39,61 c^{-1} гача пасаяди, унумдорлик 7 т/с бўлганда эса барабан бурчак тезлиги ўртача қиймати 34,11 c^{-1} гача пасаяди. Бунда тажриба натижаларининг назарий тадқиқотлари билан солиштирилганда, барабан бурчак тезлигини ўртача қийматларининг фарқи (4,5÷7,0) % дан ошмайди.

Махсус ускунада пахта бўлакчаларининг барабан қозикларига урилиш кучи аниқланди. Олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Пахта бўлакчаларининг барабан қозикларига урилиш кучи

Қозикларни юкланиши, Н	Унумдорлик			Юкламасиз юриш
	3 т/с	5 т/с	7 т/с	
	1,75	2,2	2,8	0

2-жадвалдаги маълумотларнинг таҳлили шуни кўрсатдики, тозалагич унумдорлиги ортиши билан барабан қозикларига юкланганлик ҳам ортиб боради.

Тўлиқ оқимли тажрибавий изланишлар ёрдамида 1ХКМ-12 русумли пахтани майда ифлосликлардан тозалагичининг тавсия этилган мақбул параметрлари аниқланди. Бунда кириш факторлари сифатида қуйидагилар танланди: X_1 -қозикли барабанлар сони; X_2 -таъминлагичнинг тозалагич корпуси чеккасидан ўрнатилиш жойи; X_3 - тозалагич унумдорлиги. Чиқиш факторлари сифатида қуйидагилар танланди: Y_1 -умумий тозалаш самараси; Y_2 -толанинг чигалланганлиги; Y_3 -чигитларнинг шикастланганлиги. Олинган регрессия тенгламалари:

$$Y_1 = 55.327 + 5.666 X_1 + 2.560 X_2 - 0.779 X_3 - 0.894 X_1^2 - 1.298 X_1 X_2 - 3.295 X_2^2 + 2.273 X_3^2. \quad (9)$$

$$Y_2 = 0.316 + 0.232 X_1 + 0.202 X_2 + 0.033 X_3 + 0.254 X_1^2 + 0.043 X_1 X_2 + 0.142 X_2^2 + 0.007 X_2 X_3 - 0.206 X_3^2. \quad (10)$$

$$Y_3 = 0.494 + 0.243 X_1 + 0.026 X_2 + 0.010 X_3 + 0.121 X_1^2 - 0.007 X_1 X_2 - 0.015 X_1 X_3 + 0.081 X_2^2 - 0.008 X_2 X_3. \quad (11)$$

Чиқиш параметрларининг кириш параметрлари ўзгаришига боғлиқлик графиклари қурилди. Оптималлаштириш масаласи тасодифий изланиш усули билан ечилди ва қуйидаги оптимал ечимлар олинди: қозикли барабанларнинг оптимал сони 12 дона, таъминлагичнинг тозалагич корпуси чеккасидан ўрнатилиш жойи 1304 мм, тозалагич унумдорлиги 7 т/с.

Тавсия этилаётган ПТ-10 пахта тозалагичининг параметрларини оптималлаштириш натижалари бўйича аниқланди: титувчи қозикли барабаннинг оптимал айланиш частотаси 600 айл/мин, биринчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг оралиқ масофаси 65 мм, иккинчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг оралиқ масофаси 50 мм, учинчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг оралиқ масофаси 40 мм, биринчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг диаметри 32 мм.

Тўлиқ омилли тажрибалар давомида тавсия этилган 2РХ-М пахта регенераторининг тадқиқотлари натижалари бўйича аниқландики, қозикли барабаннинг оптимал айланиш частотаси 650 айл/мин, қозикли барабаннинг винт қадами 80 мм, қозикли барабаннинг қозигининг баландлиги 90 мм.

Тола тозалагич параметрларини оптималлаштириш натижалари бўйича аниқланди, ишқаланувчи чўткадан биринчи колосниккача бўлган оптимал масофа 70 мм, колосниклар орасидаги ўзаро масофа 60 мм, колосниклар ва аррали барабан оралиғидаги масофа 3 мм.

Диссертациянинг **“Тавсия этилаётган пахта хом ашёси ва тола тозалагичлар конструкцияларининг ишлаб чиқариш синовлари ва иқтисодий самарадорлиги”** деб номланган олтинчи бобида тавсия этилаётган 1ХКМ-12, ПТ-10 пахта тозалагичлари, 2РХ-М пахта регенератори ва тола тозалагичнинг тажриба намуналарининг қиёсий ишлаб чиқариш синовлари ҳамда улардан фойдаланишдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик натижаларининг таҳлили тақдим этилган.

Фарғона вилоятининг “Бағдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш корхонаси” АЖ ишлаб чиқариш тизимига ўрнатилиб ўтказилган қиёсий ишлаб чиқариш синовлари натижасида аниқландики, пахта хом ашёсининг биринчи sanoat нави учун тозалаш самараси тавсия этилаётган 1ХКМ-12 пахта тозалагичида 1ХК серияли тозалагичга нисбатан 7,7% га ортиқ, “Наманган-77” пахтасининг тўртинчи sanoat нави учун 8,2% кўпроқ натижа берди ва бу ҳолда сифат кўрсаткичлари 0,1% абс.га яхшиланди. Пахтанинг механик шикастланганлик даражасининг ўсиши 0,2% ни ташкил этди. Бунда 1ХКМ-12 пахта тозалагичининг жорий этилишидан йиллик иқтисодий самара 124381 минг сўмни ташкил этди.

Фарғона вилоятининг “Бағдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш корхонаси” АЖ ишлаб чиқариш тизимига тавсия этилган пахта хом ашёсини йирик ифлосликлардан тозалагичи ПТ-10 конструкциясининг қиёсий ишлаб чиқариш синовлари паст пахта навларини тозалаш самарасини серияли тозалагичга нисбатан (1,9÷2,5) % оширишга имкон берди. Унинг иш унумдорлиги 8,0 т/с ни ташкил этди. ЧХ-5 тозалагичининг унумдорлиги эса 6 т/с. Шу билан ПТ-10 пахта тозалагичининг

жорий этилишидан олинган йиллик иқтисодий самара 206708 минг сўмни ташкил этди.

Фарғона вилоятининг “Бағдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш корхонаси” АЖ ишлаб чиқариш тизимига 2РХ-М пахта регенераторининг қиёсий ишлаб чиқариш синовлари натижасида аниқландики, чиқиндиларнинг пахта бўлакчалари билан биргаликдаги вазни 1690 кг, ажратилаётган чиқиндилар таркибидаги пахта бўлакчаларининг вазни эса лаборатория таҳлиллари асосида 310,0 кг ни, яъни (18,3 %) ташкил этди. Натижада тозалашдан кейинги ажратилган чиқиндилар таркибининг таҳлили бўйича тозалашдан кейинги миқдори 0,3% ни ташкил этди ва регенерация самараси тегишли ҳолда 98,3% ни ташкил этди. Тажрибалар шуни кўрсатдики, 2РХ-М пахта регенераторининг унумдорлиги 1700-2000 кг/с гача етиши мумкин, бунда унинг амалдаги унумдорлиги қўлланиб келинаётган тозалагичдан 1000 кг дан ҳам ортиқ. 2РХ-М пахта тозалагичининг жорий этилишидан олинган йиллик иқтисодий самара 55815 минг сўмни ташкил этди.

Сурхондарё вилоятининг “Сурхондарё агрохизмат” МЧЖ қошидаги пахта тозалаш корхонасида ўтказилган бир босқичли тола тозалагичининг такомиллаштирилган конструкциясини қиёсий ишлаб чиқариш синовлари натижасида аниқландики, тавсия этилган тола тозалагичининг жорий этилиши 1ВПУ серияли тозалагичга нисбатан тозалаш самарасини (6,0÷6,5)% га оширишга имкон берди, тозаланган толадаги ўлик ва ифлос аралашмалар миқдори эса 0,3 % га, тола тозалагич чиқиндиларининг тукдорлиги 1,8-1,9% га камайди. Тавсия этилган тола тозалагичнинг жорий этилишидан олинган йиллик иқтисодий самара 405401 минг сўмни ташкил этди.

ХУЛОСА

Ўтказилган илмий тадқиқотлар натижалари бўйича қуйидаги хулосаларни қилиш мумкин:

1. Пахта хом ашёси ва тола тозалагичларнинг амалдаги конструкцияларининг таҳлили асосида пахта хом ашёсини майда ифлос аралашмалардан тозалагичи 1ХКМ-12, пахта хом ашёсини йирик ифлос аралашмалардан тозалагичи ПТ-10, 2РХ-М пахта регенератори ва тола тозалагичнинг ресурстежамкор ва юқори самарали конструкциялари ишлаб чиқилди.

2. 1ХКМ-12, ПТ-10 тозалагичлари, 2РХ-М регенератори машина агрегатларининг динамик ва математик моделлари асинхрон юритгичларнинг механик характеристикалари, тасмали узатмаларнинг бикрлик-диссипатив хусусиятлари, ишчи органларининг инерцион параметрлари ҳамда пахта хом ашёсидан келадиган технологик қаршиликларни инобатга олган ҳолда тузиб чиқилди.

3. Пахта тозалагич 1ХКМ-12 машина агрегатлари динамика масаласини сонли ечими натижасида қозиқчали барабанлар ва ротор вали ҳаракат қонунлари олинди, ҳамда бурчак тезликлари тебраниш қамровини, буровчи моментларни ўзгаришини тозалагич иш унумига боғлиқлик графиклари қурилди. Иш унумини ортиши қозиқли барабанлар бурчак тезликлари тебраниш қамровини ортишига олиб келади. Бунда пахтани тозалаш оқимида тасмали узатмалар бикрликлари камайиб бориш тартибида бўлиши керак бўлади. Шунинг учун тавсия қийматлари: $c_1=(220\div 250)$ Нм/рад;

$c_2=(270\div 330)$ Нм/рад; $c_3=(180\div 200)$ Нм/рад, $M_k \leq (14,0\div 16,0)$ Нм; $J_{K1}=(2,2\div 2,8)$ кгм²; $J_{K2}=(3,0\div 3,4)$ кгм², $J_1=J_2=(2,0\div 2,2)$ кгм²; $J_5=J_6=\dots=J_{12}=(1,8\div 2,0)$ кгм².

4. Тозалагичнинг биринчи уч жуфт қозикли барабанлари юритмаларида учтадан (параллел), кейинги жуфтликлар юритмаларида иккитадан тасма ўрнатиш мақбул бўлади. Қозикли барабанларнинг керакли ҳаракат режимларини ва пахтани етарли тозалаш самарасини таъминлаш учун мос равишда биринчи учта электр юриткичлар қувватини 3,0 кВт, кейингилариники эса 2,2 кВт қилиб олиш тавсия этилади.

5. Дифференциал тенгламалар системасини ечими асосида ПТ-10 тозалагичнинг электр юритгичи вали, планкали ва қозикли барабанлари ҳаракат қонунлари олинди, бурчак тезликлари тебраниш қамровини иш унумини ўзгаришига боғлиқлик графиклари қурилди. Тозалагич ишчи органлари бурчак тезликларини тебраниш қамровини ортиши билан пахтани қўшимча титкилаб, тозалаш самараси ортади. Планкали ва қозикли барабанлар бурчак тезликлари $\dot{\phi}_1$, $\dot{\phi}_2$ ва $\dot{\phi}_3$ лар ўртача қийматларини таъминлаш учун параметрларни қуйидаги қийматларини олиш мақсадга мувофиқдир: $P_p \leq (2,5 \div 2,6)$ т/с, $c_1 = c_2 = (140 \div 150)$ Нм/рад, $c_3 = (100 \div 105)$ Нм/рад.

6. Пахтани йирик ифлосликлардан тозалагичнинг планкали ва қозикли барабанлари валларидаги буровчи моментлар тебраниш қамровини ва бурчак тезликлари нотекислиги коэффицентларини $c_1, c_2, c_3, v_1, v_2, v_3$ ни ўзгаришига боғланишларини ўзгариши аниқланди. Бурчак тезликларини, буровчи моментлар тебранишлари қамровини камайтиришни таъминлаш учун қуйидаги параметрлар қийматлари тавсия қилинади: $c_1 = c_2 = (140 \div 150)$ Нм/рад; $c_3 = (100 \div 105)$ Нм/рад; $v_1 = v_2 = (2,2 \div 2,5)$ Нм · с/рад; $v_3 = (1,8 \div 2,0)$ Нм · с/рад; $J_p = 0,108$ кгм²; $J_1 = 2,75$ кгм²; $J_2 = 2,95$ кгм²; $J_3 = 2,5$ кгм².

7. Олинган боғланишларни тахлилига кўра ҳар бир аррали барабанлар инерция моментлари нисбати ($J/J_{расм}$) 0,3 дан 1,17 гача ортишида иш унуми 2,2 т/с бўлганда биринчи аррали барабан валидаги буровчи момент 16,1 Нм дан 35,2 Нм гача, иккинчи аррали барабан валида 27,1 Нм дан 45,2 Нм гача, учинчи аррали барабан валида 30,2 Нм дан 49,7 Нм гача ортади. Сарф қувватини камайтириш ва $\Delta\dot{\phi}_\delta$ ни (12,0÷13,0) с⁻¹ оралиғида таъминлаш учун параметрларнинг тавсия қийматлари: $C/C_p = 0,6 \div 0,8$; $J/J_p = (0,8 \div 1,0)$; $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$ с/рад; $v_3 = (1,8 \div 2,0)$ Нм · с/рад; $J_p = 0,108$ кгм²; $J_1 = 2,75$ кгм²; $J_2 = 2,95$ кгм²; $J_3 = 2,5$ кгм².

8. 2РХ-М пахта регенераторининг аррали ва қозикли барабанлари ўртача бурчак тезликларини ўзгариш қонуниятлари олинган. Юкланишни $M/M_p = (2,0 \div 2,4)$ га ортиши билан $\dot{\phi}_\delta$ ни (80÷84) с⁻¹ гача, $\dot{\phi}_{n_1}$ ва $\dot{\phi}_{n_2}$ ни (43,3÷45,3) с⁻¹ гача камайишига олиб келади. Бунда $\Delta\dot{\phi}_p$ ва $\Delta\dot{\phi}_{nc}$ ни тебранишлари арра тишларини толаларга импульсли таъсир кучи ҳисобига толани тозаланишини жадаллаштиради. Шунинг учун параметрларни қуйидаги қийматлари тавсия қилинади: $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$; $J_1 = (2,2 \div 2,3)$ кгм²; $J = (2,1 \div 2,2)$ кгм²; $C_1 = (225 \div 250)$ Нм/рад; $C = (150 \div 200)$ Нм/рад, $J_p = (0,45 \div 0,55)$ кгм², $J_{nc} = (1,8 \div 2,0)$ кгм².

9. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қозикли барабани юкланишини ўлчаш методи ишлаб чиқилди, сарф қувватини, бурчак тезлиги ва тезланишини тажриба қурилмасида ўлчанди. Қозикли барабан айланиш частотаси (380÷420)

айл/мин оралиғига ортганда унинг валидаги буровчи момент $(9,8 \div 10,3)$ Нм оралиғида ўзгариши аниқланди. Бунда иш унуми 5,0 т/с бўлганда бурчак тезлиги $35,81 \text{ с}^{-1}$ дан $39,62 \text{ с}^{-1}$ гача ортади, тезланишни тебраниш амплитудаси $(13 \div 19,5) \text{ с}^{-2}$ оралиғида, сарф қуввати эса $(0,78 \div 0,81)$ кВт оралиғида ўзгаради.

10. Махсус тажриба қурилмасида қозикли барабан валидаги ўртача бурчак тезлик ва буровчи момент ўзгариш қонунияти иш унумини турли қийматларида ўлчанди, боғланиш графиклари қурилди. Тажрибавий ва назарий тадқиқотлари солиштирилганда қозикли барабан валидаги буровчи моментлар фарқи $(6,0 \div 8,5)\%$ дан, бурчак тезликлар бўйича фарқи $(4,5 \div 7,0)\%$ дан ортмайди.

11. Ишлаб чиқилган янги пахта тозалагичлари, регенератори ва тола тозалагич конструкцияларини тўлиқ омилли тажрибавий тадқиқотлар асосида параметрларини оптимал қийматлари аниқланди:

1ХКМ-12 пахта тозалагичи чиқиш параметрларининг кириш параметрлари ўзгаришига боғлиқлик графиклари қурилди. Оптималлаштириш масаласи тасодифий изланиш усули билан ечилди ва қуйидаги оптимал ечимлар олинди: қозикли барабанларнинг оптимал сони 12 дона, таъминлагичнинг тозалагич корпуси чеккасида ўрнатилиш жойи 1304 мм, тозалагич унумдорлиги 7 т/с.

тавсия этилаётган ПТ-10 пахта тозалагичининг параметрларини оптималлаштириш натижалари бўйича: титувчи қозикли барабаннинг оптимал айланиш частотаси 600 айл/мин, биринчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг оралиқ масофаси 65 мм, иккинчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг оралиқ масофаси 50 мм учинчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг оралиқ масофаси 40 мм, биринчи тозалаш барабанидаги колосникларнинг диаметри 32 мм.

тўлиқ омилли тажрибалар давомида тавсия этилган 2РХ-М пахта регенераторининг тадқиқотлари натижалари бўйича аниқландики, қозикли барабаннинг оптимал айланиш частотаси 650 айл/мин, қозикли барабаннинг винт қадами 80 мм, қозикли барабаннинг қозигининг баландлиги 90 мм.

тола тозалагич параметрларини оптималлаштириш натижалари бўйича: ишқаланувчи чўткадан биринчи колосниккача бўлган оптимал масофа 70 мм, колосниклар орасидаги ўзаро масофа 60 мм, колосниклар ва аррали барабан оралиғидаги масофа 3 мм.

12. Ўтказилган қиёсий ишлаб чиқариш синовлари натижасида аниқландики, пахта хом ашёсининг биринчи саноат нави учун тозалаш самараси тавсия этилаётган 1ХКМ-12 пахта тозалагичида 1ХК серияли тозалагичга нисбатан 7,7% га ортиқ, “Наманган-77” пахтасининг тўртинчи саноат нави учун 8,2% кўпроқ натижа берди ва бу ҳолда сифат кўрсаткичлари 0,1% абс.га яхшиланди. Пахтанинг механик шикастланганлик даражасининг ўсиши 0,2% ни ташкил этди;

пахта хом ашёсини йирик ифлосликлардан тозалагичи ПТ-10 нинг қиёсий ишлаб чиқариш синовлари паст навли пахта навларини тозалаш самарасини серияли тозалагичга нисбатан $(1,9 \div 2,5)\%$ оширишга имкон берди. Унинг ишчи унумдорлиги 8,0 т/с ни ташкил этди. ЧХ-5 тозалагичининг унумдорлиги эса 6 т/с;

2РХ-М пахта чиқиндиси регенераторининг қиёсий ишлаб чиқариш синовлари натижасида аниқландики, чиқиндиларнинг пахта бўлакчалари билан биргаликдаги вазни 1690 кг, ажратилаётган чиқиндилар таркибидаги пахта бўлакчаларининг вазни

эса лаборатория таҳлиллари асосида 310,0 кг ни, яъни (18,3%) ташкил этди. Натижада тозалашдан кейинги ажратилган чиқиндилар таркибининг таҳлили бўйича тозалашдан кейинги миқдори 0,3% ни ташкил этди ва регенерация самараси тегишли ҳолда 98,3% ни ташкил этди;

тавсия этилган тола тозалагичининг жорий этилиши 1ВПУ серияли тозалагичга нисбатан тозалаш самарасини (6,0÷6,5)% га оширишга имкон берди, тозаланган толадаги ўлик ва ифлос аралашмалар миқдори эса 0,3% га, тола тозалагич чиқиндиларининг толадорлиги 1,8-1,9% га камайди;

Юқоридаги яратилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган пахта ва тола тозалагичлар ҳамда регенератор конструкцияларининг ишлатилишидан кутилаётган йиллик умумий иқтисодий самаралар 792305 минг сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ
СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**АО «РАХТАСАНОАТ ИLMIY MARKAZI»
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

КУЛИЕВ ТОХИР МАМАРАЖАПОВИЧ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ И РАСЧЁТА
ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТИТЕЛЕЙ ХЛОПКА-СЫРЦА И ВОЛОКНА**

05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические системы

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc) ДИССЕРТАЦИИ
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент–2020

Тема докторской диссертации (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2020.2.DSc/T311.

Диссертация выполнена в АО «Paxtasanoat ilmiy markazi» и Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-сайте Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (www.titli.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Официальные оппоненты:

Мухаммадиев Давлат Мустафоевич
доктор технических наук, профессор

Максудов Равшан Хасанович
доктор технических наук, профессор

Ахмедходжаев Хамид Турсунович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Джиззакский политехнический институт

Защита диссертации состоится «08» 07 2020 года в 9⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.08.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности по адресу: 100100., г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, Административное здание Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2 этаж, 222-аудитория.

тел: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, факс 253-36-17, e-mail: titli_info@edu.uz


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (№ 76 регистрационный номер).

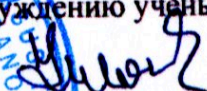
Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон – 5, тел. (+99871) 253-06-06, 253-08-08.


Автореферат диссертации разослан «03» 07 2020 года.

(реестр протокола рассылки № 76 от «02» 07 2020 года).




Б.О. Онорбоев
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н.


А.Э. Гуламов
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н.


Ш.Ш.Хакимов
Председатель Научного семинара при Научного
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время среди натуральных волокон хлопковые являются основным сырьем, используемым в текстильной и легкой промышленности. По последней мировой статистике Международного консультативного комитета (ICAC) «ведущими экспортерами хлопкового волокна в мире являются США, Индия, Бразилия, Австралия и Узбекистан, а основными импортирующими странами являются Бангладеш, Вьетнам, Китай, Турция и Индонезия»¹. При этом в этих странах уделяется большое внимание дальнейшему развитию хлопкоперерабатывающей промышленности с использованием передовых технологий, высокоэффективных машин и механизмов в производстве, позволяющие снижение себестоимости и повышение качественных показателей выпускаемой продукции. Поэтому перспективным является решение важных задач получения качественного хлопкового волокна путем создания высокоэффективных, ресурсосберегающих конструкций хлопкоочистительных машин и механизмов.

Повышение масштаба использования в мире современной техники и технологий, особенно при уборке хлопка-сырца, для переработки большего объема засоренного хлопка проводятся комплексные теоретико-экспериментальные научные исследования по созданию нового поколения технологических машин и механизмов, разработки научных основ расчета рабочих параметров нагружения, определению режимов работы, обеспечивающих значительное увеличение очистительного эффекта. Вместе с этим разработка высокоэффективной техники и технологий, оптимизация переработки хлопка, обеспечивающие максимальное сохранение природных свойств волокна являются особенно важными задачами для отрасли.

В нашей стране проводятся широкомасштабные мероприятия по модернизации техники и технологий переработки хлопка, особенно для кластерных систем. В Стратегии развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах, отмечаются задачи, в частности «... укрепление стабильности макроэкономики, повышение конкурентоспособности национальной экономики, ... снижение ресурсо-и энергозатрат в экономике, широкое внедрение в производство технологий, обеспечивающих энергосбережение»². Выполнение этих задач, в частности, разработка эффективных, ресурсосберегающих технологий и конструкций очистителей хлопка-сырца и волокна с рациональной компоновкой прутковых барабанов, питание системы, регенерация хлопка из отходов, снижение кратности очистки волокна, оптимальный выбор параметров и режимов очистки, позволяющих получить высокое качество хлопкового волокна, считаются одним из актуальных задач.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан

¹Cotton: World Statistics. <http://www.ICAC.org>; <http://www.statistuca.com>.

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

№УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-2687 от 21 декабря 2016 года «О программе мер по дальнейшему развитию текстильной и швейно-трикотажной промышленности на 2017-2019 годы», №ПП-2692 от 22 декабря 2016 года «О дополнительных мерах по ускоренному обновлению физически изношенного и морально устаревшего оборудования, а также сокращению производственных затрат предприятий отраслей промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Настоящая исследовательская работа выполнена в рамках приоритетного направления развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и энергосбережение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.³ Комплексные теоретико-экспериментальные научные исследования, направленные на создание новых и усовершенствования существующих техники и технологий очистки хлопка и волокна средневолокнистых сортов в хлопкоочистительной промышленности проводятся в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, в «Platt Lummus», «Continental Gin Company», «Samuel Jackson Mfg. Corporation», «Consolidated Cotton Gin Co.», «Continental Eagle Corporation» (США), «Lummus Company», «Hardwicke Etter Company», «Continental Moss-Gordon», «Continental Murray», «Cotton research and development corporation» (Австралия), «Shandong Swan Cotton Industries Limited», «Handan Golden Lion», «Cotton Research Institute of Nanjing Agricultural University», «National Research Center for cotton processing engineering and technology», «China Cotton Industries Limited» и «Lebed» (Китай), Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности, акционерном обществе «Paxtasanoat ilmiy markazi» (Узбекистан).

По результатам научных исследований, осуществленных в мире по технике и технологиям очистки хлопка-сырца и волокна получены ряд новых научных результатов, в том числе: разработаны и внедрены пыльные джины марки МУ-171 (Китай), пыльчатый очиститель хлопка от крупного сора фирмы Мосс-Гордон, очиститель – питатель с генерационной секцией фирмы Континенталь, двухступенчатый аэродинамический волоконоочиститель фирмы Плат – Люммус, очистители крупного сора в «Люммус-супер 128», «Хардвик-Эттер» (США) и джины 4ДП130, 5ДП-130, ДР-119, ДПЗ-180, очистители УХК, 1ХК, ЧХ-5, РХ в Республике Узбекистан, разработаны методы расчета массивных пыльных цилиндров (Костромской государственной технологической университет, Россия); получены законы колебательных движений рабочих органов технологических машин хлопкопереработки (Ивановский государственный политехнический университет, Россия); установлены закономерности выделения сора из хлопка-

³ Обзор по теме диссертации выполнен на основе зарубежных; http://www.samjackson.com/moisture_products; <http://www.bajajngp.com/humidifier.html>; <http://www.busa.com.br/Assistencia-Tecnica#>; <https://www.acronymfinder.com>, Journal of Cotton Science 4/2015. The USA. The Cotton Foundation. Journal of Textile Science & Engineering.3/2014. The USA (2001-2016) и других источников

сырца (Texas Tech University, США), методы расчета машин первичной обработки хлопка (ТИТЛП, АО «Paxtasanoat ilmiy markazi», Узбекистан).

По направлению усовершенствования техники и технологии очистки и регенерации хлопка-сырца, волоконоочистки в мире проводятся ряд научных исследований, в том числе создание модульной системы очистки хлопка, аэромеханические методы очистки, снижение краткости очистки, создание кинематических и динамических расчетов рабочих органов, оптимизация технологических параметров, создание методов применения прутковых барабанов, колосников, направляющих, съемных барабанов с наилучшей компоновкой и совершенствование научных основ динамического расчета машинных агрегатов с механизмами привода очистителей хлопка и волокна, обеспечивающие максимальные выделения сора с сохранением приводных свойств волокна.

Степень изученности проблемы. Основными проблемами в работе технологических машин по очистке, регенерации хлопка, а также волоконоочистке являются низкий эффект очистки хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, высокая поврежденность волокна и семян, недостаточный эффект регенерации хлопка из отходов, многократность очистки, волокна и высокая потребная мощность и др. Для решения указанной проблемы посвящены научные работы ряда ученых Н.Н.Schommer, N.I.Kolchin, W.Pampel, G.Veit, F.Reiner, J.Pfeifer, C.O.Jonkers, A.M.Martinenko, L.Gladinewiez, P.Pfieger, P.Bernard, A.R.Korabelnikov и др.

Научные исследования по созданию новых и совершенствованию существующих техники и технологии очистки хлопка от сорных примесей, оптимизаций их технологических параметров и режимов движения рабочих органов проведены отечественными учеными: Г.И.Мирошниченко, Р.З.Бурнашев, Г.Д.Джаббаров, С.Д.Балтабаев, Г.И.Болдинский, Р.В.Корабельников, Б.И.Роганов, И.К.Хафизов, Х.К.Турсунов, А.Расулов, А.Джураев, Э.Т.Максудов, А.Е.Лугачев, Х.Т.Ахмедходжаев, Р.М.Мурадов, Р.Х.Максудов, М.Т.Ходжиев, А.П.Парпиев, А.К.Усмонкулов, Ш.Ш.Хакимов, О.Саримсоков, Д.М.Мухаммадиев, Х.К.Рахмонов, И.Д.Мадумаров, А.Х.Бобоматов, А.Олимов, Р.Ш.Сулаймонов и другие.

Анализ результатов исследований показывает, что они в основном посвящены технологии очистки хлопка-сырца и волокна, недостаточны исследования по кинематике и динамике рабочих органов и механизмов очистителей хлопка. В исследованиях по обоснованию режимов движения и динамических параметров рабочих органов фактически недостаточно изданы упруго – диссипативные свойства элементов привода, характеристик электродвигателя, крутильных колебаний, шумовые показатели, не учитывались технологические нагрузки от очищаемого хлопка, а также их влияние на очистительный эффект. Проведенные исследования в основном касались совершенствованию технологии очистки хлопка и волокна, а также проблемам регенерации хлопка из отходов, при этом динамические исследования рабочих органов и механизмов привода изучены не в достаточной степени. В связи с этим проведение научных исследований по созданию и усовершенствованию ресурсосберегающих и эффективных конструкций машин для очистки хлопка-сырца и волокна, изучению рабочих органов с рациональной их

компоновкой, обоснование параметров на основе глубоких динамических исследований имеет важное значение для отрасли.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ АО «Paxtasanoat ilmiy markazi» по фундаментальным, прикладным и инновационным проектам: БФ-2-019 «Разработка теоретических основ энерго- и ресурсосберегающей технологии процесса линтерования хлопковых семян и очистки линта на хлопкоочистительных заводах» (2019-2021); БВ-Атех-2018 (241+209) «Разработка высокоэффективного автоматизированного пыльного джина с усиленной очисткой волокна и эффективной технологией увлажнения хлопкового волокна перед прессованием» (2018-2020); БВ-Итех-2018 (41+46) «Создание высокоэффективного двухбарабанного волокноочистителя и его внедрение на хлопкоперерабатывающих предприятиях республики» (2018-2019); ОТ-Атех-2018-188 «Разработка высокоэффективной конструкции и обоснование параметров очистителя хлопка от мелкого сора» (2018-2020).

Целью исследования является совершенствование конструкций очистителей хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенератора хлопка и волокноочистителя, создание методов расчета по обоснованию параметров и режимов движения рабочих органов, обеспечивающие получение хлопка-волокна высокого качества.

Задачи исследования:

разработка эффективных и ресурсосберегающих конструкций очистителя хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенератора и волокноочистителя;

на основе решения задач динамики машинных агрегатов очистителей хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенератора и волокноочистителя с учетом механической характеристики двигателей, упруго – диссипативных свойств механизмов привода, инерционных параметров и технологических нагрузок от хлопка-сырца и волокна получение законов изменения угловых скоростей, нагруженности валов рабочих органов;

построение графических зависимостей изменения кинематических и динамических параметров рабочих органов очистителей хлопка, регенератора, волокноочистителя от производительности и обоснование их рациональных значений;

разработка методики экспериментального определения нагруженности, потребной мощности, угловой скорости и ускорения колкового барабана очистителя хлопка при различной производительности;

разработка экспериментального метода измерения значений силы удара колка о частицы хлопка-сырца при изменении производительности и скоростного режима работы;

получение на основе полнофакторных экспериментов оптимальных параметров рабочих органов очистителей хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенератора хлопка из отходов и волокноочистителя.

Объектом исследования являются усовершенствованные конструкции очистителей хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенератора и волокноочистителя.

Предметом исследования являются конструктивные схемы, динамические и математические модели, описывающие движение рабочих органов, графические зависимости, приборы и устройства, а также законы движения, рекомендуемые параметры рабочих органов очистителей, регенератора хлопка и волокноочистителя.

Методы исследования. В диссертации использованы фундаментальные методы расчета механики технологических машин, динамики машинных агрегатов, теории колебаний, технологии первичной обработки хлопка-сырца, высшей математики, теоретической механики. Эксперименты основаны на методах тензометрии, использованы датчики ускорения и магнитоэлектрические методы, а также методы планирования экспериментов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны эффективные и ресурсосберегающие конструкции очистителей хлопка, регенератора и волокноочистителя;

разработан метод составления динамических и математических моделей машинных агрегатов очистителей хлопка и волокна, решением которых получены закономерности угловых скоростей и нагруженности рабочих органов;

построены графические зависимости изменения кинематических и динамических параметров и режимов движения рабочих органов очистителей хлопка, регенератора и волокноочистителя от изменения производительности, моментов инерций масс и жесткостно – диссипативных характеристик привода, обоснованы и рекомендованы наилучшие их значения;

разработана методика экспериментального определения нагруженности, потребной мощности, угловой скорости и ускорения колкового барабана очистителя хлопка при различной производительности;

разработан экспериментальный метод измерения значений силы удара колка о частицы хлопка-сырца при изменении производительности и скоростного режима работы;

полнофакторными экспериментами определены оптимальные значения параметров рабочих органов, очистителей хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенератора хлопка из отходов и волокноочистителя.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

рекомендована эффективная компоновка поточной линии очистки хлопка с использованием разработанных конструктивных схем очистителей хлопка, регенератора и волокноочистителя;

обоснованы параметры и режимы движения рабочих органов (прутковых, разравнивающих, пильчатых барабанов и др.), при которых обеспечивается высокий эффект очистки, снижение поврежденности волокон и семян хлопка, значительное ресурсосбережение при высокой производительности.

Достоверность результатов исследования подтверждается адекватностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, использованием в расчетах стандартных методов и средств, а также внедрением разработанных

конструкций очистителей хлопка от крупного и мелкого сора, регенератора и волоконоочистителя в производство с реальной экономической эффективностью.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в получении динамических и математических моделей движения рабочих органов очистителей хлопка и волокна, численном решении задач определения законов движения и зависимостей параметров, режимов движения рабочих органов, наилучших и оптимальных значений технологических, кинематических и динамических параметров рекомендуемых машин.

Практическая значимость результатов исследования заключается в усовершенствовании конструкций очистителей хлопка-сырца и волокна, регенератора хлопка из отходов, позволяющих получение хлопка-волокна высокого качества при высокой производительности за счет интенсификации процессов очистки и регенерации материала, увеличение ресурса работы, а также снижения потребной мощности приводов. Рекомендована эффективная компоновка установки разработанных конструкций машин в поточной линии переработки хлопка.

Внедрение результатов исследования. На основе разработки эффективных и ресурсосберегающих конструкций очистителей хлопка ПТ-10, 1ХКМ-12, регенератора 2РХ-М и одноступенчатого волоконоочистителя были поданы 11 заявок на получение патентов, а также:

модернизированная конструкция очистителя хлопка-сырца от крупного сора внедрена в производство АО «Богдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш конхонаси» Ферганского вилоята (справка АО «Узпахтасаноат» №01-32/1135 от 27.03.2020 года). Использование разработанной конструкции очистителя ПТ-10 позволило увеличение очистительного эффекта хлопка низких сортов на $(1,9 \div 2,5)\%$ по сравнению с серийным очистителем. При этом качественные показатели улучшились на 0,2 % абс., производительность повысилась до 8,0 т/ч.

внедрена конструкция очистителя хлопка-сырца от мелкого сора 1ХКМ-12 в АО «Богдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш конхонаси» Ферганского вилоята (справка АО «Узпахтасаноат» №01-32/1135 от 27.03.2020 года). Использование очистителя 1ХКМ-12 позволило увеличить очистительный эффект на 7,7 %, по сравнению с серийной машиной 1ХК, при этом качественные показатели улучшились на 0,1 % абс.

внедрение рекомендованной конструкции регенератора хлопка 2РХ-М из состава отходов очистителей хлопка в АО «Богдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш конхонаси» Ферганского вилоята (справка АО «Узпахтасаноат» №01-32/1135 от 27.03.2020 года). Использование регенератора 2РХ-М выявлено, что общее количество отходов вместе с частицами хлопка составило 1690 кг, а количество частиц хлопка в составе выделяемых ими отходов составило 310,0 кг (18,3 %). В результате анализов состава выделенных отходов после очистки количество частиц хлопка составило 0,3 % и соответственно эффективность регенерации составила 98,3 %.

внедрена разработанная конструкция одноступенчатого волоконоочистителя в хлопкоочистительном заводе при ООО «Сурхондарё агрохизмат»

Сурхандарьинского вилоята (справка АО «Узпахтасаноат» №01-32/1135 от 27.03.2020 года). Использование рекомендованного волокноочистителя позволило повысить очистительный эффект на (6,0÷6,5) % по сравнению с машиной 1ВПУ, а количество улюка и сорных примесей в очищенном волокне уменьшились на 0,3 % и волокнистость отходов волокноочистителя на (1,8÷1,9) %.

Апробация результатов исследования: Результаты исследования доложены на 12 научно-технических конференциях, в том числе на 9 международных, а также научных семинарах.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 52 научных работ, в том числе 27 статей в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 2 монографии и 11 заявок на получение патентов Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем диссертации составляет 215 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость темы диссертации, сформированы объект и предмет исследования, приведены соответствия важным направлениям развития науки и технологии Республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, приведены сведения о применении результатов исследования в практике, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ состояния развития техники и технологии очистки хлопка-сырца и волокна**» посвящена аналитическому обзору литературных источников по совершенствованию конструкций, методов расчёта рабочих органов очистителей хлопка-сырца и волокна, установлены конструктивные недостатки элементов зоны очистки хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенерации частиц хлопка из отходов очистителей, а также волокноочистки. Несмотря на то, что в научных исследованиях таких ученых, как Г.И.Мирошниченко, Р.З.Бурнашев, Г.Д.Джаббаров, С.Д.Балтабаев, Г.И.Болдинский, Р.В.Корабельников, Б.И.Роганов, И.К.Хафизов, Х.К.Турсунов, А.Расулов, А.Джураев, Э.Т.Максудов, А.Е.Лугачев, Х.Т.Ахмедходжаев, Р.М.Мурадов, Р.Х.Максудов, М.Т.Ходжиев, А.П.Парпиев, А.К.Усмонкулов, Ш.Ш.Хакимов, О.Саримсоков, Д.М.Мухаммадиев, Х.К.Рахмонов, И.Д.Мадумаров, А.Х.Бобоматов, А.Олимов, Р.Ш.Сулаймонов и др. решены сложные задачи технологий очистки хлопка-сырца от крупного и мелкого сора, регенерации частиц хлопка из отходов очистителей, процесса волокноочистки, разработаны ряд конструкций машин по очистке хлопка и волокна, обоснованы режимы движения их рабочих органов, в настоящее время недостаточным являются исследования по разработке современных конструкций, созданию научных основ расчета кинематических, динамических параметров рабочих органов, позволяющие значительное увеличение эффекта очистки хлопка и волокна с максимальным

сохранением их природных свойств, увеличение ресурса работы машин, а также снижения потребной мощности. В связи с этим проведение научных исследований по созданию и усовершенствованию ресурсосберегающих и эффективных конструкций машин для очистки хлопка-сырца и волокна, изучению рабочих органов с рациональной их компоновкой, обоснование параметров на основе глубоких динамических исследований имеют важное значение для отрасли.

Во второй главе диссертации «Разработка эффективных ресурсосберегающих схем и конструктивных очистителей хлопка и волокна» приведены разработанные новые конструктивные схемы очистителей хлопка-сырца, волокна и регенератора частиц хлопка из отходов.

Усовершенствованная конструкция очистителя хлопка-сырца от крупного сора ПТ-10 включает питающую секцию, содержащую два питающих валика 1 и два рыхлительных прутковых барабана 2 с кожухами 3 и направитель 4, лоток 19, очистительную и регенерационную секции. Очистительная секция включает два пыльных цилиндра 5, 6, регенерационная - один пыльный цилиндр 7 и с закрепляющими колосниками 10, 13 очищающими колосниками 11, 14 и по одному снимающему планчатому барабану 8, 9. Между пыльными цилиндрами 5, 6 в очистительной секции установлены отражательный щиток 17. Наклонно к пыльным цилиндрам 5, 6 и 7 расположены направляющие лотки 4, 12. Выгрузочное отверстие очистителя образованы нижними кромками наклонных лотков. Диаметры питающих валиков как в серийных очистителях равны 140 мм, рыхлительных прутковых барабанов - 300 мм, захватывающих пыльных цилиндров также равны 300 мм, снимающих планчатых барабанов - 284 мм, причем планки выполнены из гнутых швеллеров. Очиститель ПТ-10 позволяет увеличить эффект очистки, потребная мощность уменьшается.

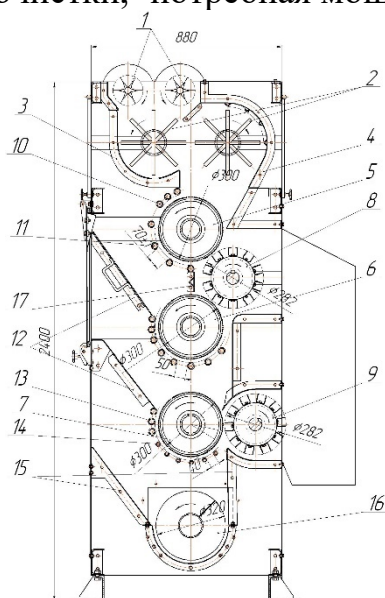


Рис.1. Схема общего вида очистителя хлопка крупного сора

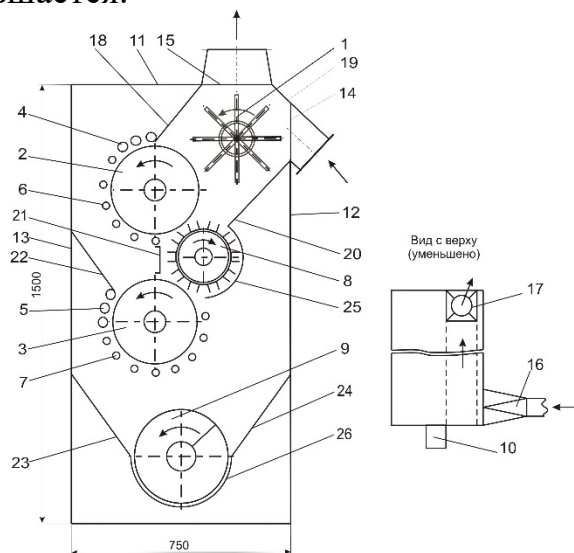


Рис.2. Схема нового регенератора хлопка-сырца

Основной недостаток серийного регенератора связанс конструкциями пневмопитателя и рабочих органов. Разработанная нами схема регенератора частиц хлопка из отходов очистителей представлена на рис.2. В корпусе регенератора установлены следующие основные рабочие органы: прутковый барабан 1, основной

2 и регенерационный 3 пильные цилиндры, работающие в сочетании с закрепляющими 4, 5 и очищающими 6, 7 колосниками, снимающий планчатый барабан 8 и соровыводящий шнек 9, к выгрузочному отверстию которого присоединен тубус 10 с клапаном. К боковинам корпуса регенератора примыкают верхняя крышка 11, передняя 12 и задняя 13 стенки. В передней стенке 12 и верхней крышке 11 имеются входное 14 и выходное 15 отверстия, расположенные у противоположных боковин. К ним присоединены соответственно входной 16 и выходной 17 патрубки. В корпусе также имеются образующие канал ограждающие лотки 18, 19, 20, щиток 21, направляющие лотки 22, 23 и 24, ограждающий кожух 25 и корыто 26.

В новом регенераторе, в отличие от регенератора РХ, поступающие отходы под воздействием пруткового барабана 1 разрыхляются, а их слой растягивается по длине и уменьшается по толщине, что обеспечит их подачу на пильный цилиндр 2 более равномерным и без скоплений слоем, в результате чего пропускная способность пильного цилиндра 2 должна увеличиться. Для привода двух пильных цилиндров 2 и 3, пруткового барабана 1 и шнека 9 по аналогии с регенератором РХ достаточно электродвигателя мощностью 4,0 кВт, а для привода планчатого барабана – мощностью 3,0 кВт. Диаметры пильных цилиндров 2 и 3 для нового регенератора выбраны равными 300 мм с учетом использования для их изготовления пильных дисков отработавших ресурс джидных пил.

Схема очистителя приведена на рис.3. Следует отметить, что в рекомендуемой конструкции очистителя марки 1ХКМ-12 использованы двенадцать колковых барабанов.

В очистителе содержится двенадцать рыхлительных барабанов 3 с расположенными под ними перфорированными сетками 4, питающие валики 2, три бункера 5 и шахта 1. Этот очиститель отличается от серийного очистителя расположением питающих валиков 2 над рыхлительными барабанами 3, установленными через три барабана от крайнего барабана.

В процессе работы хлопок-сырец питающими валиками 2 подается на рыхлительные барабаны 3, которые транспортируют его над собой в направлении крайнего барабана, который перемещает хлопок-сырец сверху вниз на перфорированные сетки 4. Затем барабаны 3 транспортируют хлопок-сырец по перфорированным сеткам 4 в направлении от крайнего барабана к шахте 1, через которую хлопок-сырец выгружается из очистителя. При транспортировании хлопко-сырца рыхлительными барабанами 3 от него отделяются сорные примеси, в том числе мелкие, которые воздушными потоками выделяются из очистителя через отверстия в перфорированных сетках 4 в бункере 5 и через отверстия 6 в их нижней части.

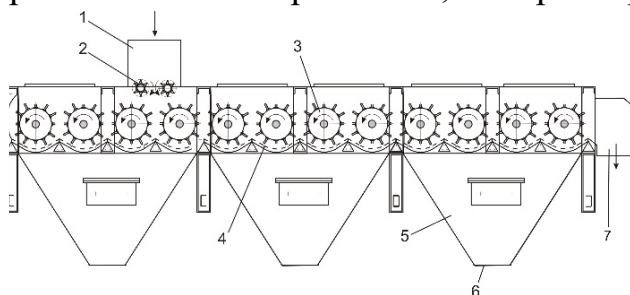


Рис.3. Конструктивная схема модернизированного очистителя хлопко-сырца от мелких сорных примесей 1ХКМ-12

выделяются из очистителя через отверстия в перфорированных сетках 4 в бункере 5 и через отверстия 6 в их нижней части.

В волокноочистителях из-за низкой надежности пильного цилиндра вал изгибается, что приводит к нарушению технологического зазора и впоследствии к снижению эффекта очистки и дополнительным повреждениям волокна.

Рекомендуемая конструкция волокноочистителя представлена на рис.4. Волокноочиститель содержит раму 1, корпус 2, содержащий крайние 3,4 и среднюю стенку-перегородку 5, на которых установлены опоры 6 и 7 для крепления корпусов подшипников 8 и 9 пильных цилиндров 10. На стенках 3, 4 и 5 под пильными цилиндрами крепятся колосники 11. Пильные цилиндры 10 содержат пильные валы 12 - с одетыми на них пилами 13. Для того, чтобы улучшить захват волокон зубьями, пилы 13 на валы 12 устанавливаются с небольшим перекосом (2^0) и с некоторыми промежутками между каждой (6 мм), что достигается установкой междупильных прокладок 14.

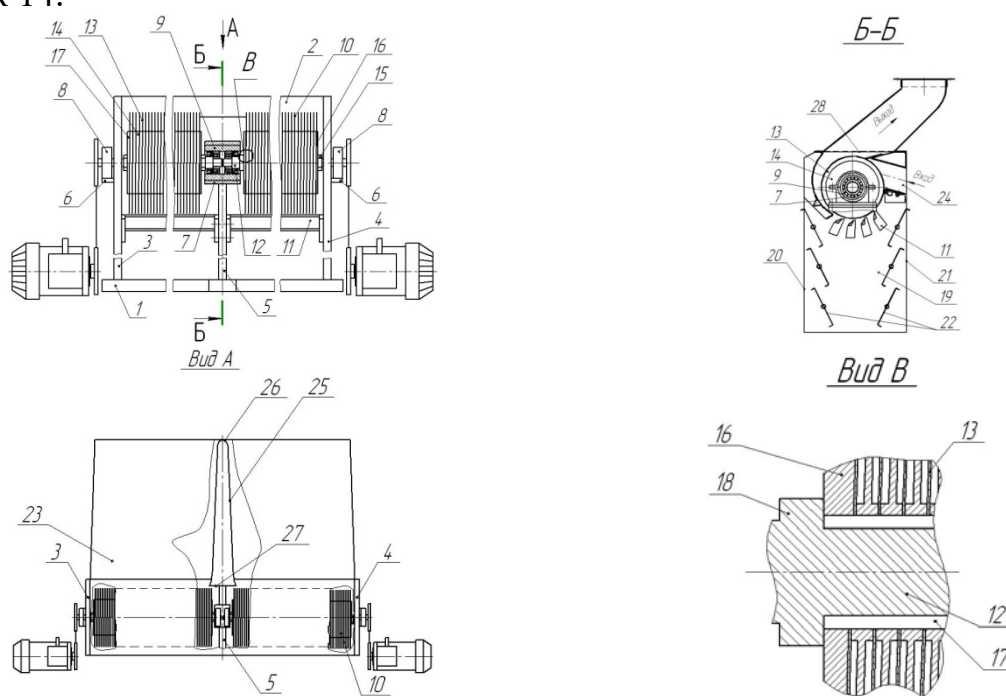


Рис. 4. Одноступенчатый очиститель волокнистого материала

Перекося пил достигается при их затяжке на валах посредством двух затяжных гаек 15 и четырех косых шайб 16. На пильных валах 12 в пазах закреплены шпонки 17 по которым пилы 13 устанавливаются на вал. На одном из концов валов 12 имеется опорный пояс 18 по диаметру вала, о который опирается косая шайба 16 прямым торцом. Внизу волокноочистителя установлена сорная камера 19 с механизмом вывода сора, а в передней 20 и задней 21 стенках установлены жалюзи 22. Волокноочиститель сопряжен с джином через прямоугольный патрубок 23, который с одной стороны присоединен к приемному патрубку джина, а с другой стороны к входу 24 в корпусе волокноочистителя. Чтобы не было забоя в волокноочистителе, из-за перегородки 5, в прямоугольном патрубке 23 ставится полая перегородка 25 с обтекаемым наконечником 26 впереди, захватывая своей шириной основания 27 часть пил. В корпусе волокноочистителя для выхода волокна предусмотрен участок 28.

В третьей главе «Динамика машинных агрегатов с механизмами привода очистителей хлопка от мелкого и крупного сора» приведены результаты

теоретических исследований по динамике рабочих органов очистителей хлопка и волокна, регенератора частиц хлопка из отходов. Динамические модели машинных агрегатов очистителя хлопка 1ХКМ-12 включают две системы: первая-пятимассовая, вторая - трехмассовая с двумя разветвлениями. Дифференциальные уравнения, описывающие движение машинных агрегатов очистителя хлопка от мелкого сора 1ХКМ-12, для машинного агрегата с питающим приводом:

$$\begin{aligned} \dot{M}_\delta &= 2M_K \omega_c - 2M_K \cdot \rho \cdot \dot{\varphi}_p - \omega_c S_K M_\delta, \\ J_p \cdot \ddot{\varphi}_p &= M_\delta - c_1 \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_{K1}) - c_2 \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_{K2}) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_{K1}) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_{K2}); \\ J_{K1} \cdot \ddot{\varphi}_{K1} &= c_1 U_{p1} \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_{K1}) + \varepsilon_1 U_{p1} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_{K1}) - M_{K1} - M_{K1}^I; \\ J_{K2} \cdot \ddot{\varphi}_{K2} &= c_2 U_{p2} \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_{K2}) - c_3 \cdot (\varphi_{K2} - u_{23} \cdot \varphi_\varepsilon) + \varepsilon_2 U_{p2} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_{K2}) - \\ &- \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_{K2} - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_\varepsilon) - M_{K2} - M_{K2}^I; \\ J_\varepsilon \cdot \ddot{\varphi}_\varepsilon &= c_3 U_{23} \cdot (\varphi_{K2} - u_{23} \cdot \varphi_\varepsilon) + \varepsilon_3 U_{23} \cdot (\dot{\varphi}_{K2} - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_\varepsilon) - M_{TP} - M_{34}; \\ J_n \cdot \ddot{\varphi}_n &= U_{23} \cdot M_{34} - M_x - M_{45}; J_n^I \cdot \ddot{\varphi}_n^I = U_{45} \cdot M_{45} - M_x. \end{aligned} \quad (1)$$

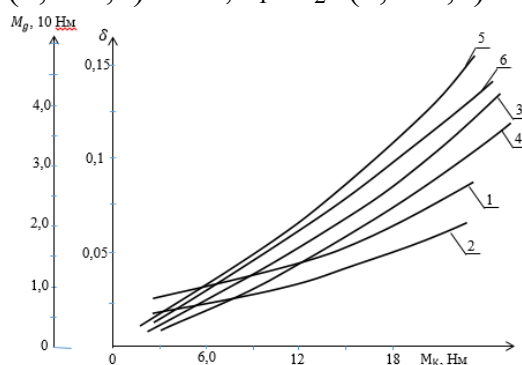
для машинного агрегата с приводом парных колковых барабанов очистителя 1ХКМ-12:

$$\begin{aligned} \dot{M}_\delta &= 2M_K \omega_c - 2M_K \cdot \rho \cdot \dot{\varphi}_p - \omega_c S_K M_\delta, \\ J_p \cdot \ddot{\varphi}_p &= M_\delta - c_1 \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_1) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_1) - c_2 \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_2) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_2); \\ J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 &= c_1 U_{p1} \cdot (\varphi_p - u_{p1} \cdot \varphi_1) + \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p1} \cdot \dot{\varphi}_1) - M_1 - M_1^I; \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 &= c_2 U_{p2} \cdot (\varphi_p - u_{p2} \cdot \varphi_2) + \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2 - M_2^II. \end{aligned} \quad (2)$$

Система дифференциальных уравнений (1) соответствует для первых двух колковых барабанов, а система (2) соответствует для привода третьего и четвертого колковых барабанов. При этом для приводов последующих парных колковых барабанов 5÷12 соответствуют уравнения (2).

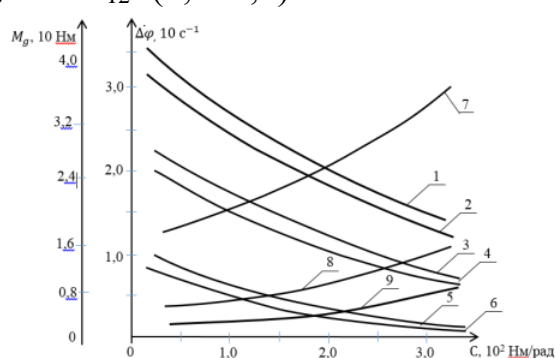
На основе численного решения задач (1) и (2) получены закономерности изменения угловых скоростей колковых барабанов, ротора электродвигателя, нагруженности двигателя. Анализ полученных законов движения ротора двигателя и колковых барабанов показывает, что система выходит на установившийся режим за 2,9 с при технологической нагрузке от хлопка. При этом частота колебаний движущего момента электродвигателя, угловых скоростей ротора и колковых барабанов, питание хлопком зоны очистителя 1ХКМ-12 зависит от изменения технологической нагрузке. Полученные зависимости представлены на рис.5 и рис.6. Следует отметить, что определенная неравномерность вращения колковых барабанов способствует эффективному разрыхлению хлопка и выделению сорных примесей. Увеличение M_K от 2,6 Нм до 19,5 Нм при $J_{K1}=2,8 \text{ кгм}^2$ и $J_{K2}=3,4 \text{ кгм}^2$ приводит к возрастанию неравномерности вращения первого колкового барабана от 0,009 до 0,112, а при больших значениях моментов инерций колковых барабанов коэффициенты неравномерностей угловых скоростей колковых барабанов находятся в пределах $\delta_{K1}=0,012 \div 0,13$ и $\delta_{K2}=0,011 \div 0,101$. На основе результатов экспериментальных исследований известно, что значительный эффект очистки в секциях пыльной очистки достигается при $\delta \geq (0,15 \div 0,25)$. Поэтому для обеспечения необходимого эффекта очистки хлопка в машине 1ХКМ-12 рекомендуемыми

значениями параметров являются: $M_k \leq (14,0 \div 16,0)$ Нм; $J_{K1}=(2,2 \div 2,8)$ кгм²; $J_{K2}=(3,0 \div 3,4)$ кгм², $J_1=J_2=(2,0 \div 2,2)$ кгм²; $J_5=J_6=\dots=J_{12}=(1,8 \div 2,0)$ кгм².



где, 1,2 - $M_g = f(M_k)$ н ; 1,3,5-при $J_{k1} = 3, 2$ кгм²; $J_{k2} = 3, 9$ кгм²; 2,4,6- при $J_{k1} = 2, 8$ кгм²; $J_{k2} = 3, 4$ кгм²; 3,5- $\delta_{k1} = f(M_k)$; 4,6- $\delta_{k2} = f(M_k)$;

Рис.5. Графические зависимости изменения крутящего момента на валу ротора электродвигателя и коэффициента неравномерности угловой скорости на валах первых двух колковых барабанах от изменения нагрузки от хлопка



где, 1- $\Delta\dot{\varphi}_{k1} = f(C_1)$; 2- $\Delta\dot{\varphi}_{k2} = f(C_2)$; 3- $\Delta\dot{\varphi}_1 = f(P_p)$; 4- $\Delta\dot{\varphi}_3 = f(C_2)$; 5- $\Delta\dot{\varphi}_5 = f(C_1)$; 6- $\Delta\dot{\varphi}_6 = f(C_2)$; 7- $M_g = f(C_1, C_2)$; 8- $M_{k1} = M_{k2} = f(C_1, C_2)$; 9- $M_5 = M_5 = f(C_1)$; при $M_{k1} + M_{k2} = 12 + 1,5 \sin\omega t$ (Нм), $M_{k2} + M_{k2} = 14 + 1,7 \sin\omega t$ (Нм).

Рис.6. Графические зависимости изменения размаха угловых скоростей колковых барабанов и моментов нагрузки от изменения коэффициентов круговых жесткостей ременных передач привода

При увеличении жесткости ременной передачи c_1 от $0,5 \cdot 10^2$ Нм/рад до $3,4 \cdot 10^2$ Нм/рад приводит к снижению $\Delta\dot{\varphi}_1$ от 36 с^{-1} до $16,6 \text{ с}^{-1}$ а также соответственно уменьшается $\Delta\dot{\varphi}_5$ от $10,1 \text{ с}^{-1}$ до $2,1 \text{ с}^{-1}$ (рис.7). Важно отметить, что увеличение c_1 и c_2 приводит к возрастанию M_d , по нелинейной закономерности. При транспортировании и протаскивании хлопка колковыми барабанами размах колебаний их угловых скоростей будут большим за счет соответствующих сопротивлений от хлопка. В начале хлопок будет менее разрыхленным, а далее - более разрыхленным. Следовательно, жесткость ременных передач должна быть уменьшающейся по ходу протаскивания хлопка. Поэтому рекомендуемыми значениями являются: $c_1=(220 \div 250)$ Нм/рад; $c_2=(270 \div 330)$ Нм/рад; $c_3=(180 \div 200)$ Нм/рад. В приводе первых трех пар колковых барабанов следует установить по три ремня (параллельно), а в следующих трех пар колковых барабанов следует установить по два ремня. Соответственно мощность первых трех электродвигателей рекомендуется выбрать по 3,0 кВт, а последующих трех электродвигателей с мощностью 2,2 кВт, при которых обеспечиваются требуемые режимы движения колковых барабанов и необходимый эффект очистки хлопка от мелкого сора. При этом, ресурс машины увеличивается до 20 %, расход электроэнергии снижается до $(5,0 \div 5,5)$ кВт. Кинематическая схема очистителя ПТ-10 включает три асинхронные электродвигатели марок: 4AM132M6Y1, P=7,5 кВт, n=950 об/мин; 4AM132S6Y2, P=5,5 кВт, n=960 об/мин; DELIXIEM60GIRSTB4, P=1,5 кВт, n=1000 об/мин, редуктор RV-0,75; I=1/100. В машине ПТ-10 три машинных агрегата: первый - в виде линейной трехмассовой системы с жестким передаточным отношением между массами, второй - машинный агрегат с приводными передачами планчатых и

первого пруткового барабанов в виде четырехмассовой линейной системы с упругими передачами, третий - машинный агрегат с механизмами привода пильчатых и второго пруткового барабана и сорного шнека в виде шестимассовой системы с двумя разветвлениями.

Для машинного агрегата с механизмом привода питающих валиков:

$$\frac{\omega_0 - \dot{\varphi}}{\omega_0} = \frac{S_K}{2M_K} M_\delta + \frac{1}{2\omega_0 M_K} - \dot{M}_\delta$$

$$J_{np1} \cdot \ddot{\varphi}_p = M_\delta - C_{pn} \cdot (\varphi_p - u_{p21} \cdot u_p \cdot \varphi_n) - \varepsilon_{pn} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot u_p \cdot \dot{\varphi}_n);$$

$$J_{np.n} \cdot \ddot{\varphi}_n = U_{p2} \cdot U_p \cdot C_{pn} (\varphi_p - u_{p2} \cdot u_p \cdot \varphi_n) - U_{p2} \cdot U_p \cdot \varepsilon_{pn} \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{p2} \cdot u_p \cdot \dot{\varphi}_n) - M_{m'} - M_{cp} - M_0 \sin \alpha t; J_{n'} \cdot \ddot{\varphi}_n = U_{m'} \cdot M_{m'} - M_{cp} - M_1 \sin \alpha t; \quad (3)$$

Для машинного агрегата с механизмами привода планчатых и пруткового барабанов машины ПТ-10:

$$\frac{\omega_0 - \dot{\varphi}}{\omega_0} = \frac{S_K}{2M_K} M_\delta + \frac{1}{2\omega_c M_K} - \dot{M}_\delta,$$

$$J_p \cdot \ddot{\varphi}_p = M_\delta - C_1 \cdot (\varphi_p - u_{o1} \cdot \varphi_1) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{o1} \cdot \dot{\varphi}_1) \quad (4)$$

$$J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = U_{o1} \cdot C_1 (\varphi_p - u_{o1} \cdot \varphi_1) + U_{o1} \cdot \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{o1} \cdot \dot{\varphi}_1) - C_2 (\varphi_p - u_{12} \cdot \varphi_2) + U_{o1} \cdot \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_1;$$

$$J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = U_{12} \cdot C_2 (\varphi_1 - u_{12} \cdot \varphi_2) + U_{12} \cdot \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - C_3 (\varphi_2 - u_{23} \cdot \varphi_3) - \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_2 - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_2;$$

$$J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 = U_{23} \cdot C_3 (\varphi_2 - u_{23} \cdot \varphi_3) - U_{23} \cdot \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_2 - u_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_3;$$

где $M_1 = M_{1M} \pm \delta(M_{1M})$; $M_2 = M_{2M} \pm \delta(M_{2M})$; $M_3 = M_{3M} \pm \delta(M_{3M})$.

Для машинного агрегата с механизмами привода пильных барабанов и второго пруткового барабана очистителя:

$$\frac{\omega_0 - \dot{\varphi}_n}{\omega_0} = \frac{S_K}{2M_K} M_\delta + \frac{1}{2\omega_c M_K} - \dot{M}_\delta;$$

$$J_p \cdot \ddot{\varphi}_p = M_\delta - C_1 \cdot (\varphi_p - u_{o1} \cdot \varphi_1) - \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{o1} \cdot \dot{\varphi}_1) \quad (5)$$

$$J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = U_{o1} \cdot C_1 (\varphi_p - u_{o1} \cdot \varphi_1) + U_{o1} \cdot \varepsilon_1 \cdot (\dot{\varphi}_p - u_{o1} \cdot \dot{\varphi}_1) - C_2 (\varphi_1 - u_{12} \cdot \varphi_2) - C_3 (\varphi_1 - u_{13} \cdot \varphi_3) - \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_1; J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = U_{12} \cdot C_2 (\varphi_1 - u_{12} \cdot \varphi_2) + U_{12} \cdot \varepsilon_2 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{12} \cdot \dot{\varphi}_2) - M_2;$$

$$J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 = U_{13} \cdot C_3 (\varphi_1 - u_{13} \cdot \varphi_3) + U_{13} \cdot \varepsilon_3 \cdot (\dot{\varphi}_1 - u_{13} \cdot \dot{\varphi}_3) - C_4 (\varphi_3 - u_{34} \cdot \varphi_4) - \varepsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_3 - u_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - M_3;$$

$$J_4 \cdot \ddot{\varphi}_{s4} = U_{34} \cdot C_4 (\varphi_3 - u_{34} \cdot \varphi_4) + U_{34} \cdot \varepsilon_4 \cdot (\dot{\varphi}_3 - u_{34} \cdot \dot{\varphi}_4) - C_5 (\varphi_4 - u_{45} \cdot \varphi_5) - \varepsilon_5 \cdot (\dot{\varphi}_4 - u_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_4;$$

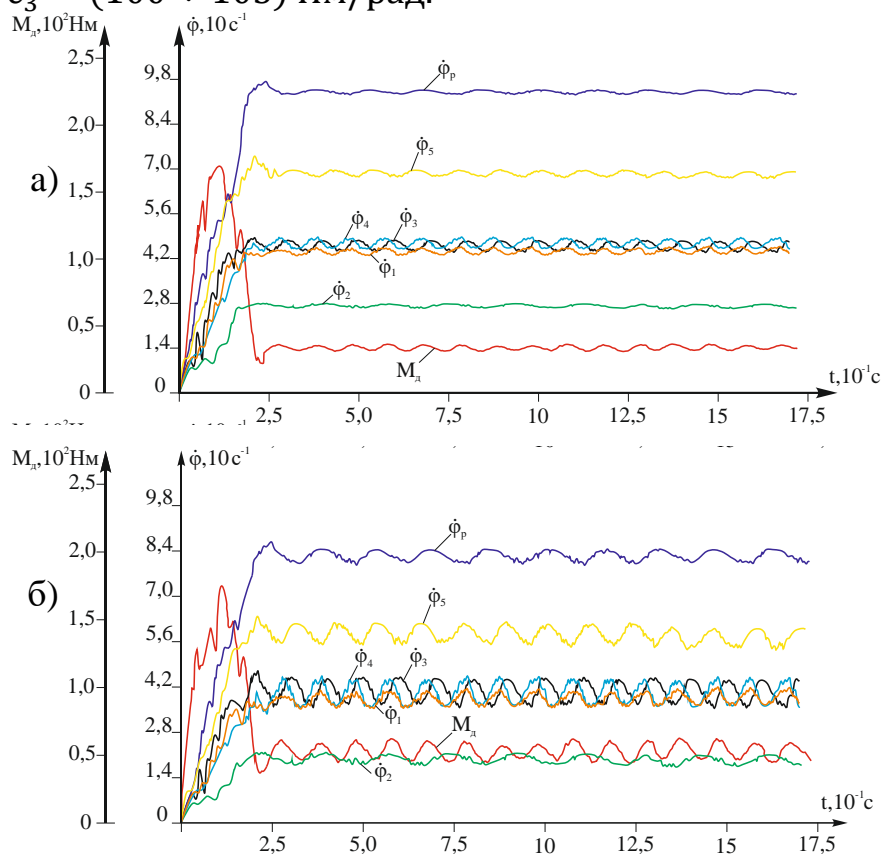
$$J_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 = U_{45} \cdot C_5 (\varphi_4 - u_{45} \cdot \varphi_5) + U_{45} \cdot \varepsilon_5 \cdot (\dot{\varphi}_4 - u_{45} \cdot \dot{\varphi}_5) - M_5;$$

где, $M_4 = M_{4M} \pm \delta(M_{4M})$; $M_5 = M_{5M} \pm \delta(M_{5M})$.

В работе питающих валиков основным считается равномерность подачи хлопка, которая зависит от количества лопастей питающих валиков и их нагруженности в зависимости от производительности очистителя ПТ-10. Были получены закономерности изменения размаха колебаний угловых скоростей питающих валиков от вариации производительности. Следует отметить, что увеличение $\Delta\dot{\varphi}_n$ и $\Delta\dot{\varphi}_{n'}$ приводит к уменьшению равномерности подачи хлопка, а в некоторых случаях к забою подаваемого хлопка. По результатам экспериментальных исследований выявлено, что для обеспечения необходимой равномерности вращения питающих валиков следует выбрать параметры упругих элементов муфты и приведенных моментов инерций питающих валиков. Учитывая режимы работы питателя очистителя ПТ-10 для обеспечения $\Delta\dot{\varphi}_n \leq (0,8 \div 1,0) \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ и $\Delta\dot{\varphi}_{n'} \leq (1,1 \div 1,5) \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ рекомендуемыми значениями параметров питателя являются:

$P_p \leq 2,5$ т/ч; $J_n = 0,21$ кгм²; $J_{n'} = 0,23$ кгм²; $C_{pn} = (120 \div 140)$ Нм/рад; $v = (3,8 \div 4,2)$ км · с/рад.

На основе решения задачи динамики машинного агрегата с механизмом привода планчатых и прутковых барабанов очистителя ПТ-10 выявлено, что с увеличением производительности очистителя средние значения угловых скоростей планчатых и пруткового барабанов снижаются, при этом случайные составляющие колебаний угловых скоростей не превышают $(5,0 \div 6,0)$ % от их средних значений. При этом следует отметить, что номинальные угловые скорости планчатых барабанов одинаковы: $\dot{\phi}_1 = \dot{\phi}_2 = 100,5$ с⁻¹. Но, при работе верхний планчатый барабан взаимодействует с двумя пыльными барабанами и поэтому скорость данного барабана уменьшается больше за счет увеличенного сопротивления хлопка, чем нижний планчатый барабан. С увеличением коэффициентов жесткостей ременных передач $c_1 = (120 \div 150)$ Нм/рад; $c_2 = (120 \div 150)$ Нм/рад; $c_3 = (90 \div 100)$ Нм/рад; снижение $\dot{\phi}_1$ достигает $(11 \div 12)$ с⁻¹, $\dot{\phi}_2$ уменьшается до $(15 \div 16)$ с⁻¹ и $\dot{\phi}_3$ до $(6,5 \div 7,5)$ с⁻¹. Поэтому для достаточного сохранения средних значений угловых скоростей планчатых барабанов $\dot{\phi}_1$ и $\dot{\phi}_2$, а также пруткового барабана $\dot{\phi}_3$ целесообразным являются: $P_p \leq (2,5 \div 2,6)$ т/ч, $c_1 = c_2 = (140 \div 150)$ Нм/рад, $c_3 = (100 \div 105)$ Нм/рад.



a – при $p_p = 1,7$ т/ч;
б – при $p_p = 3,0$ т/ч.
Рис. 7. Закономерности изменения угловых скоростей ротора электродвигателя, пыльных и пруткового барабанов, а также сороотводящего шнека, движущего момента на валу электродвигателя

Для обеспечения требуемых неравномерностей угловых скоростей, как представлено выше и снижения размаха колебаний крутящих моментов на валах ротора двигателя, планчатых и пруткового барабанов, рекомендуемыми значениями параметров ременных передач являются: $c_1 = c_2 = (140 \div 150)$ Нм/рад;

$c_3 = (100 \div 105) \text{ Нм/рад}$; $v_1 = v_2 = (2,2 \div 2,5) \text{ Нм} \cdot \text{с/рад}$; $v_3 = (1,8 \div 2,0) \text{ Нм} \cdot \text{с/рад}$; $J_p = 0,108 \text{ кгм}^2$; $J_1 = 2,75 \text{ кгм}^2$; $J_2 = 2,95 \text{ кгм}^2$; $J_3 = 2,5 \text{ кгм}^2$.

Основными элементами очистителя хлопка от крупного сора ПТ-10 являются зоны очистки, в которых участвуют три пыльные барабаны, колосники под ними. В машинный агрегат этой системы ещё включены приводы и прутковый барабан, а также сороотводящий шнек.

По результатам решения задачи (5) получены закономерности изменения угловых скоростей ротора электродвигателя, пыльных и пруткового барабанов, а также сороотводящего шнека, движущего момента на валу электродвигателя, которые представлены на рис.7. Из рис.7 видно, что система выходит на установившийся режим за $(0,22 \div 0,25) \text{ с}$. Обработкой полученных закономерностей были определены средние значения угловых скоростей рабочих органов очистителя, которые представлены в табл. 1.

таблица 1

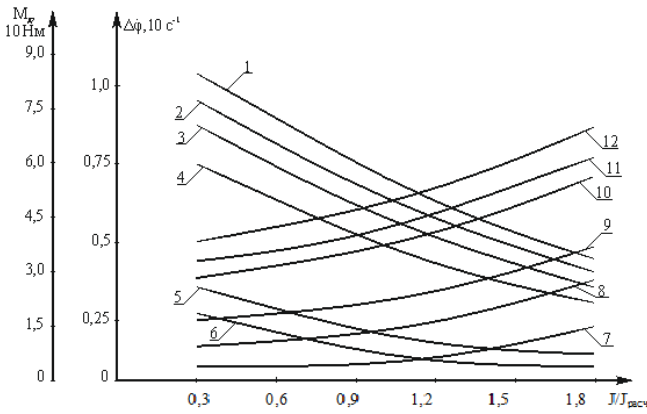
Средние значения угловых скоростей

№	Наименование рабочего орган	Угловые скорости		
		$\Pi_p=1,7 \text{ т/ч}$	$\Pi_p=2,2 \text{ т/ч}$	$\Pi_p=3,0 \text{ т/ч}$
1	Вал электродвигателя	93,5	90,2	88,5
2	1-й пыльный барабан	46,6	42,1	40,2
3	2-й пыльный барабан	45,9	41,8	39,7
4	3-й пыльный барабан	45,4	41,3	39,2
5	Прутковый барабан	60,1	57,9	56,1
6	Сороотводящий шнек	18,7	15,2	14,7

Анализ данных табл. 1 показывает, что среднее значение угловой скорости ротора электродвигателя снижается до $(10 \div 12) \%$, первого пыльного барабана до $(5,1 \div 7,2) \%$, второго и третьего пыльных барабанов до $(4,5 \div 5,1) \%$.

Из построенных зависимостей на рис.8 видно, что увеличение моментов инерций каждого пыльного цилиндра при безразмерной величине $(J/J_{расм})$ от 0,3 до 1,17 крутящий момент на валу первого пыльного барабана при производительности 2,2 т/ч увеличивается от 16,1 Нм до 35,2 Нм, на валу второго пыльного барабана от 27,1 Нм до 45,2 Нм, а на валу третьего пыльного барабана от 30,2 Нм до 49,7 Нм (см. рис.8, кривые 9,10,11). Это объясняется тем, что основная большая нагрузка от очищаемого хлопка приходится на третий пыльный барабан и далее на второй и первый пыльные барабаны. Соответственно размах колебаний угловых скоростей в первом пыльном барабане уменьшается от $7,12 \text{ с}^{-1}$ до $2,73 \text{ с}^{-1}$, на валу второго пыльного барабана от $8,02 \text{ с}^{-1}$ до $2,93 \text{ с}^{-1}$, и в третьем пыльном барабане от $9,02 \text{ с}^{-1}$ до $4,03 \text{ с}^{-1}$. Это следует из того, что в начальной зоне очистки хлопок будет менее разрыхленным и равномерным, поэтому $\Delta\phi_4$ изменяется в больших пределах, а $\Delta\phi_1$ имеет малые значения (см. рис.8, кривые 2, 3, 4).

Следует отметить, что угловая скорость пруткового барабана также колеблется в широких пределах, а нагрузка увеличивается от 33,1 Нм до 63,1 Нм за счет большей нагрузки от очищаемого хлопка в начальной зоне подачи хлопка. Кроме



где, 1— $\Delta\phi_5 = f(J_5)$; 2— $\Delta\phi_4 = f(J_4)$; 3— $\Delta\phi_3 = f(J_5)$; 4— $\Delta\phi_{43} = f(\Pi_p)$; 5— $\Delta\phi_4 = f(\Pi_p)$; 6— $\Delta\phi_5 = f(\Pi_p)$; 7— $M_\delta = f(J_\delta)$; 8— $M_2 f(J_2)$; 9— $M_1 = f(J_1)$; 10— $M_3 = f(J_3)$; 11— $M_4 = f(J_4)$; ; 12— $M_5 = f(J_5)$ при $\Pi_p = 2,2 \text{ м/ч}$.

Рис.8. Графические зависимости изменения крутящих моментов и размаха угловых скоростей вращающих валов машинного агрегата от изменения моментов инерций масс очистителя

того, размах колебаний $\Delta\phi_5$ с возрастанием $J_5/J_{расм}$ до 1,8 уменьшается от 110 с^{-1} до $48,3 \text{ с}^{-1}$. Это объясняется тем, что прутковые барабаны вращаются с различной угловой скоростью ($60,5 \text{ с}^{-1}$ и 63 с^{-1}) и за счет увеличенной нагрузки колебания $\Delta\phi_5$ будет наибольшим. Нагрузка на вал сороотводящего шнека увеличивается от 11 Нм до 18,2 Нм за счет большого значения момента инерции шнека и поэтому $\Delta\phi_5$ уменьшается до $11,4 \text{ с}^{-1}$. Рекомендуемыми значениями являются: $J_p=(0,1\div 0,11) \text{ кгм}^2$; $J_1=(2,2\div 2,5) \text{ кгм}^2$; $J_2=(1,12\div 1,3) \text{ кгм}^2$; $J_3=(2,3\div 2,5) \text{ кгм}^2$; $J_4=(3,1\div 3,3) \text{ кгм}^2$; $J_5=(2,5\div 2,8) \text{ кгм}^2$.

С учетом вышеизложенной методики составления систем дифференциальных уравнений

машинных агрегатов регенератора 2РХ-М были получены для машинного агрегата с приводным механизмом резино-планчатого барабана:

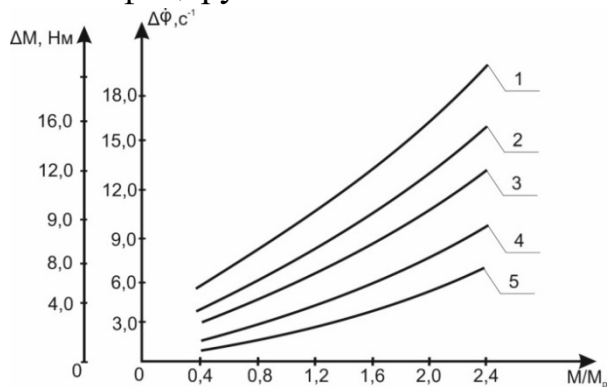
$$\begin{aligned} \frac{dM_g}{dt} &= 2M_K\omega_c - 2M_{KP} \frac{d\Delta\phi_p}{dt} - \omega_c S_K M_g; \\ J_p \frac{d^2\phi_p}{dt^2} &= M_g - C\Delta\phi - b \frac{d\Delta\phi}{dt}; \\ J_p \frac{d^2\phi_\delta}{dt^2} &= U_{g\delta} C\Delta\phi + U_{g\delta} b \frac{d\Delta\phi}{dt} - M_{\delta n} \pm \delta(M_{\delta n}); \\ \Delta\phi &= (\phi_p - U_{g\delta}\phi_\delta); \frac{d\Delta\phi_p}{dt} = \left(\frac{d\phi_p}{dt} - U_{g\delta} \frac{d\phi_\delta}{dt} \right); \end{aligned} \quad (6)$$

Математическая модель машинного агрегата с механизмами привода двух пильных и пруткового барабанов и сорного шнека машины 2РХ-М:

$$\begin{aligned} \frac{dM_g}{dt} &= 2M_K\omega_c - 2M_{KP} \frac{d\Delta\phi_p}{dt} - \omega_c S_K M_g; \\ J_p \frac{d^2\phi_p}{dt^2} &= M_g - C_1\Delta\phi_{gn_1} - b_1 \frac{d\Delta\phi_{gn_1}}{dt}; \\ J_{n_1} \frac{d^2\phi_{n_1}}{dt^2} &= U_{gn_1} C_1\Delta\phi_{gn_1} + U_{gn_1} b_1 \frac{d\Delta\phi_{gn_1}}{dt} - \\ &- C_2\Delta\phi_{n_{III}} - b_2 \frac{d\Delta\phi_{n_{III}}}{dt} - C_3\Delta\phi_{n_1 n_2} - b_3 \frac{d\Delta\phi_{n_1 n_2}}{dt} - M_{n_1}; \\ J_{III} \frac{d^2\phi_{III}}{dt^2} &= U_{n_{III}} C_2\Delta\phi_{n_{III}} + U_{n_{III}} b_2 \frac{d\Delta\phi_{n_{III}}}{dt} - M_{III} \pm \delta(M_{III}) \quad (7) \\ J_{n_2} \frac{d^2\phi_{n_2}}{dt^2} &= U_{n_1 n_2} C_3\Delta\phi_{n_1 n_2} + U_{n_1 n_2} b_3 \frac{d\Delta\phi_{n_1 n_2}}{dt} - C_4\Delta\phi_{nnp} - b_4 \frac{d\Delta\phi_{nnp}}{dt} - M_{n_2}; \\ J_{np} \frac{d^2\phi_{np}}{dt^2} &= U_{nnp} C_4\Delta\phi_{nnp} + U_{nnp} b_4 \frac{d\Delta\phi_{nnp}}{dt} - M_{np} \pm \delta(M_{np}); \end{aligned}$$

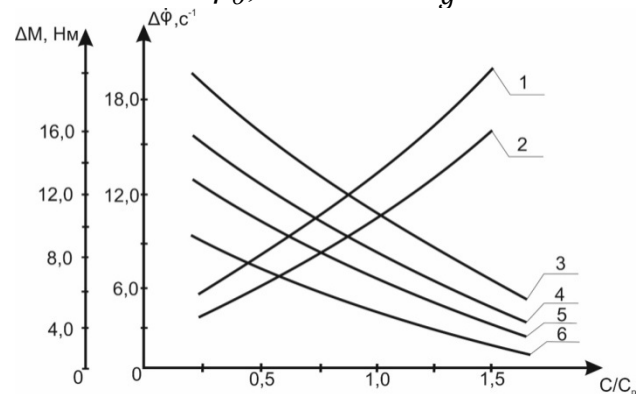
где, $\Delta\varphi_{gn_1} = (\varphi_p - U_{gn_1}\varphi_{n_1}); \frac{d\Delta\varphi_{gn_1}}{dt} = \left(\frac{d\Delta\varphi_{nnp}}{dt} - U_{gn_1}\frac{d\varphi_{n_1}}{dt}\right);$
 $\Delta\varphi_{nш} = (\varphi_{n_1} - U_{nш}\varphi_{ш}); \frac{d\Delta\varphi_{nш}}{dt} = \left(\frac{d\Delta\varphi_{n_1}}{dt} - U_{nш}\frac{d\varphi_{n_1}}{dt}\right);$
 $\Delta\varphi_{nnp} = (\varphi_{n_2} - U_{nnp}\varphi_{np}); \frac{d\Delta\varphi_{nnp}}{dt} = \left(\frac{d\Delta\varphi_{n_2}}{dt} - U_{nnp}\frac{d\varphi_{np}}{dt}\right).$

В процесс работы регенератора в основном влияют частота и амплитуда колебаний угловых скоростей пруткового и пыльных барабанов, которые обеспечивают разрыхление и выделение летучек хлопка из отходов и их регенерацию в очистительный агрегат. Поэтому на основе численного решения задачи динамики рабочих органов машины 2РХ-М полученные закономерности были обработаны и построены графические зависимости изменений ΔM_g и $\Delta\dot{\varphi}_p, \Delta\dot{\varphi}_{n_1}, \Delta\dot{\varphi}_{n_2}, \Delta\dot{\varphi}_{np}, \Delta\dot{\varphi}_{ш}, \Delta\dot{\varphi}_\delta$ от изменения технологических нагрузок хлопка, соотношений моментов инерций, а также от упруго-диссипативных параметров упругих передач в приводе машины. Построенные графические зависимости представлены на рис.9 и рис.10. Анализ полученных графических зависимостей на рис.9 показывает, что увеличение сопротивления от регенируемых летучек хлопка на резино-планчатый барабан приводит к возрастанию $\Delta\dot{\varphi}_\delta$ до $(12,5 \div 15) \text{ c}^{-1}$ при $J/J_p = 1,0$. С увеличением значения момента инерции резино-планчатого барабана до $J/J_p = 1,8$ размах колебаний $\Delta\dot{\varphi}_\delta$ доходит до $(10,2 \div 11,6) \text{ c}^{-1}$. При этом размах колебаний угловой скорости ротора электродвигателя $\Delta\dot{\varphi}_p$ не превышает $(7,0 \div 7,3) \text{ c}^{-1}$. Следует отметить что разница между $\dot{\varphi}_\delta$ и $\dot{\varphi}_p$ обусловлено тем, что часть колебаний затухают благодаря ременной передаче привода. Размах крутящего момента на валу асинхронного электродвигателя не превышает $(14,5 \div 15) \text{ Нм}$. Процесс съема регенированных летучек хлопка с зубьев пил рабочих барабанов интенсифицируются за счет возникновения не только $\Delta\dot{\varphi}_\delta$, но и от ΔM_g .



1 – $\Delta M_g = f(M/M_p)$;
 2,3 – при $J/J_p = 1,0$; 4,5 – при $J/J_p = 1,8$; 2,4 – $\Delta\dot{\varphi}_\delta = f(M/M_p)$; 3,5 – $\Delta\dot{\varphi}_\delta = f(M/M_p)$.

Рис.9. Графические зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей на валу ротора электродвигателя и резино-планчатого барабана и размаха момента на валу двигателя от технологической нагрузки



1 – ΔM_g при $M/M_p = 1,6$; 2 – ΔM_g при $M/M_p = 1,0$; 3,4 – $\Delta\dot{\varphi}_\delta = f(C/C_p)$; 5,6 – $\Delta\dot{\varphi}_\delta = f(C/C_p)$; 3,5 – при $M/M_p = 1,6$; 4,6 – при $M/M_p = 1,0$.

Рис.10. Графические зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей на валу ротора электродвигателя и резино-планчатого барабана и размаха момента на валу двигателя от относительного значения крутильной жесткости гибкой передачи

Поэтому для обеспечения необходимых значений $\Delta\dot{\phi}_6$ в пределах $(12,0 \div 13,0) \text{ с}^{-1}$ рекомендуемыми значениями параметров системы является: $C/C_p = 0,6 \div 0,8$; $J/J_p = (0,8 \div 1,0)$; $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$.

При рассмотрении характера движений пыльных и пруткового барабанов регенератора 2РХ-М важным является определение средних значений угловых скоростей рабочих органов. При этом особенным является обеспечение $\Delta\dot{\phi}_6 \leq \Delta\dot{\phi}_n$ и $\Delta\dot{\phi}_6 \leq \Delta\dot{\phi}_{n_2}$. Это обусловлено, тем, что в процессе работы регенератора 2РХ-М съем летучек хлопка с зубьев пыльных цилиндров линейная скорость резиновых планок должен быть большим, чем линейная скорость зубьев пил барабанов, $V_6 > V_3$.

Увеличение нагрузки до $M/M_p = (2,0 \div 2,4)$, приводит к снижению средних значений $\dot{\phi}_6$ до $(80 \div 84) \text{ с}^{-1}$, а $\dot{\phi}_{n_1}$ и $\dot{\phi}_{n_2}$ до $(43,3 \div 45,3) \text{ с}^{-1}$. Поэтому рекомендуемыми значениями параметров системы являются: $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$; $J_1 = (2,2 \div 2,3) \text{ кгм}^2$; $J = (2,1 \div 2,2) \text{ кгм}^2$; $C_1 = (225 \div 250) \text{ Нм/рад}$; $C = (150 \div 200) \text{ Нм/рад}$.

В четвертой главе «Теоретические основы динамики движения одноступенчатой волоконоочистительной машины» представлены результаты решения задачи динамики машинного агрегата с приводным механизмом пыльного цилиндра одноступенчатого волоконоочистителя.

В предложенной конструкции волоконоочистителя появляется возможность почти в два раза уменьшить длину каждого пыльного цилиндра и колосников, диаметр пыльных валов, увеличить жесткость пыльного цилиндра и колосников, общую жесткость волоконоочистителя, устанавливать необходимые зазоры между концами пил и колосниками. Все это приведет к более надежной работе волоконоочистителя и повысит его очистительной эффект, снизит поврежденность волокна.

Расчетная схема машинного агрегата с механизмом привода пыльного цилиндра одноступенчатого волоконоочистителя представлена на рис.11.

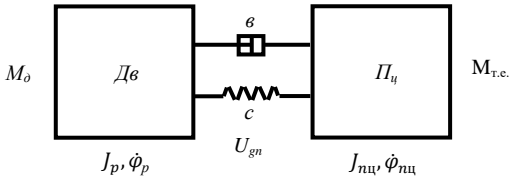


Рис.11. Расчетная схема машинного агрегата волоконоочистителя

Система включает две одинаковые схемы приводов параллельно работающих пыльных цилиндров. Расчетная схема представляет из себя двухмассовую систему, первая масса – электродвигатель, вторая – пыльный цилиндр, а движение передается ременной передачей с передаточным отношением $U_{pnц} = 1,0$. Используются две асинхронные двигатели.

При этом для машинного агрегата одноступенчатого волоконоочистителя получена следующая система:

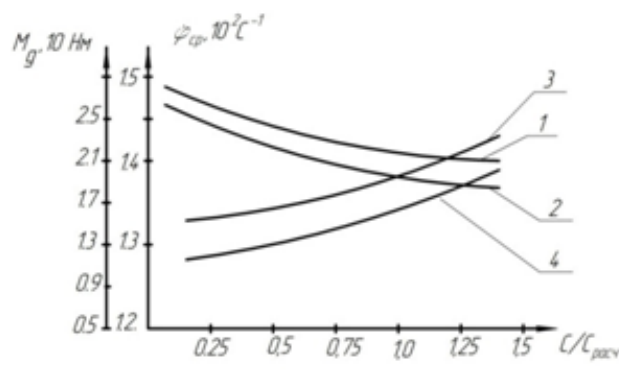
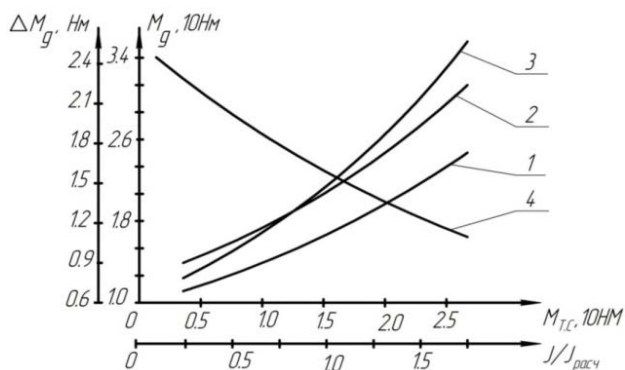
$$\begin{aligned} \frac{dM_g}{dt} &= \left(\omega_c - P \frac{d\phi_p}{dt} \right) \cdot \psi - \frac{M_g}{T_3} ; \\ \frac{d\psi}{dt} &= \frac{2M_k - \psi}{T_3} - \left(\omega_c - P \frac{d\phi_p}{dt} \right) - M_g ; \\ T_3 &= (\omega_c \cdot S_K)^{-1}; \psi = \frac{S_K}{S} (M_g + T_3 \frac{dM_g}{dt}); \end{aligned} \tag{8}$$

$$J_p \frac{d^2 \varphi_p}{dt^2} = M_g - b \left(\frac{d\varphi_p}{dt} - U_{gn} \frac{d\varphi_{nc}}{dt} \right) - c(\varphi_p - U_{gn} \varphi_{nc});$$

$$J_{nc} \frac{d^2 \varphi_{nc}}{dt^2} = U_{gn} b \left(\frac{d\varphi_p}{dt} - U_{gn} \frac{d\varphi_{nc}}{dt} \right) - U_{gn} c(\varphi_p - U_{gn} \varphi_{nc}) - M_{т.с.};$$

$$M_{т.с.} = M_1 + M_0 \sin \alpha t$$

При средней технологической нагрузке 12,5 Нм угловая скорость ротора двигателя в среднем уменьшается до $(1,44 \div 1,46) \cdot 10^2 \text{с}^{-1}$, а угловая скорость пыльного цилиндра снижается до $(1,34 \div 1,37) \cdot 10^2 \text{с}^{-1}$. С увеличением технологической нагрузки до 24,5 Нм средние значения угловых скоростей снижаются $\dot{\varphi}_p = (1,38 \div 1,41) \cdot 10^2 \text{с}^{-1}$, $\dot{\varphi}_{nc} = (1,38 \div 1,41) \cdot 10^2 \text{с}^{-1}$. На основе обработки полученных закономерностей построены графические зависимости, которые представлены на рис.12.



1 – $M_g = f(M_{т.с.})$; 2 – $M_g = f(J/J_{расч})$;
 3 – $\Delta M_g = f(M_{т.с.})$; 4 – $\Delta M_g = f(J/J_{расч})$.
 а – закономерности изменения
 крутящего момента и размаха колебаний
 на валу электродвигателя от изменения
 технологической нагрузки и
 относительного момента инерции

1 – $\Delta \dot{\varphi}_p = f(C/C_{расч.})$; 2 – $\Delta \dot{\varphi}_{nc} = f(C/C_{расч.})$;
 3 – $M_g = f(C/C_{расч.})$ при $n_p = 1, 2 \text{ м/ч}$;
 4 – $M_g = f(C/C_{расч.})$ при $n_p = 2, 5 \text{ м/ч}$.
 б - графические зависимости изменения средних
 угловых скоростей ротора двигателя, пыльного
 цилиндра и нагруженности двигателя от
 относительного значения коэффициента
 жесткости ременной передачи

Рис.12. Графические зависимости изменения параметров пыльного цилиндра и ротора двигателя

Анализ результатов исследований показывает, что увеличение $\Delta \dot{\varphi}_p$ и $\Delta \dot{\varphi}_{nc}$ от технологической нагрузки будет значительным при небольших численных значениях моментов инерций $J_p = 0,68 \text{ кгм}^2$; $J_{nc} = 2,1 \text{ кгм}^2$. Увеличение моментов инерций ротора двигателя и пыльного цилиндра приводит к выравниванию движения системы. Следует отметить, что некоторые колебания $\Delta \dot{\varphi}_p$ и $\Delta \dot{\varphi}_{nc}$ позволяют интенсифицировать очистку хлопкового волокна из-за возникновения угловых ускорений, ведущих к импульсивным силовым воздействиям пил на волокна. Поэтому рекомендуемыми значениями являются: $J_p = (0,45 \div 0,55) \text{ кгм}^2$, $J_{nc} = (1,8 \div 2,0) \text{ кгм}^2$. Из графиков видно, что с возрастанием $M_{т.с.}$ от 0,45 Нм до 2,7 Нм M_g и ΔM_g возрастают по нелинейной закономерности. Увеличение $J/J_{рас}$ также приводит к увеличению M_g , но ΔM_g значительно снижается. Это означает то, что с увеличением массы системы неравномерность нагруженности уменьшается. Важным являются исследования влияния упруго-диссипативных свойств ременной передачи

на изменения M_g , $\dot{\phi}_p$ и $\dot{\phi}_{nc}$. На рис.12б представлены зависимости изменения угловых скоростей ротора двигателя, пыльного цилиндра, а также нагруженности двигателя от коэффициента круговой жесткости ремня. Увеличение коэффициента жесткости ремня приводит к уменьшению $\dot{\phi}_p$ до $1,38 \cdot 10 \text{ с}^{-1}$ и $\dot{\phi}_{nc}$ до $1,34 \cdot 10 \text{ с}^{-1}$ и увеличению нагруженности M_g до $(23 \div 24)$ Нм, тем самым к дополнительному расходу мощности двигателя. Поэтому для обеспечения $\Delta\dot{\phi}_{nc} = (1,6 \div 2,0) \cdot 10 \text{ с}^{-1}$, позволяющие увеличить эффект очистки хлопка-волокна, рекомендуемыми значениями являются: $C/C_{рас} = (0,75 \div 0,90)$. Известно, что увеличение коэффициента диссипации приводит к быстрому затуханию свободных колебаний систем, снижению времени переходных процессов в технологических машинах, но это приводит к дополнительным затратам мощности. Выявлено, что увеличение $b/b_{расч}$ от 0,25 до 1,5 приводит к увеличению M_g от 15,5 Нм до 23,5 Нм при производительности очистителя 1,25 т/ч. С увеличением производительности очистителя до 2,5 т/ч нагрузка M_g достигает до $(28 \div 29)$ Нм. При этом размах колебаний $\Delta\dot{\phi}_{nc}$ пыльного цилиндра уменьшается от 28 с^{-1} до 19 с^{-1} . Рекомендуемыми значениями являются $b/b_{расч} = (0,5 \div 0,75)$.

В пятой главе «**Экспериментальные исследования рекомендованных конструкций очистителей хлопка-сырца и волокна**» представлены результаты экспериментальных исследований конструкций очистителей хлопка, волокна, регенератора и волокноочистителя.

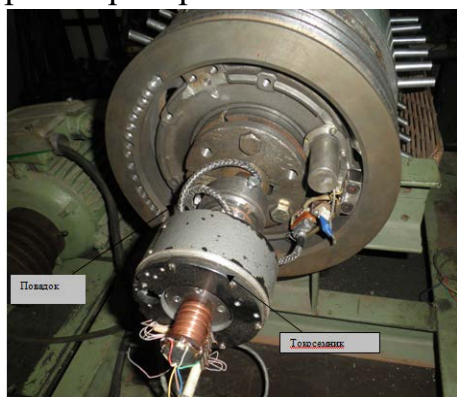
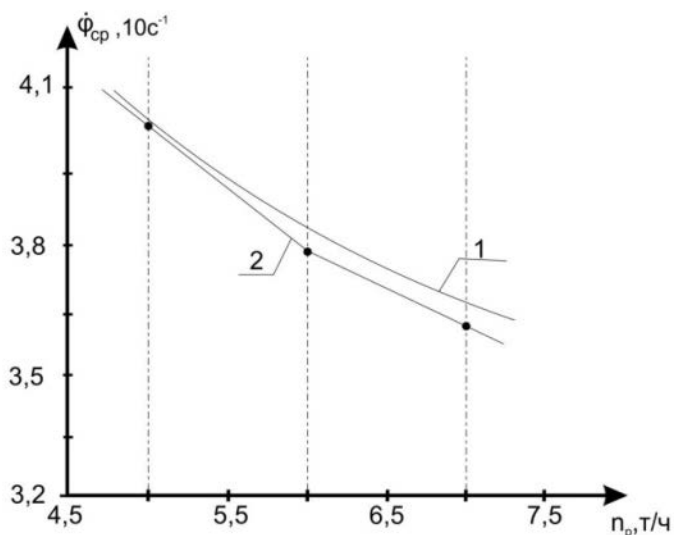


Рис.13. Общий вид моментомера с токосъемником

Экспериментальными исследованиями были определены нагруженность колкового барабана с использованием моментомера, общий вид которого представлен на рис.13.

На основе тензометрирования определены момент и частота вращения, а также угловое ускорение вала колкового барабана. Выявлено, что при частоте вращения колкового барабана при производительности 5,0 т/ч изменение среднего значения частоты колебаний угловой скорости равно $(240 \div 250) \text{ с}^{-1}$, а при производительности 7,0 т/ч и частоте вращения 420 об/мин - составляет $(252 \div 256) \text{ с}^{-1}$. Фактически эта частота соответствует шести рядам колков в барабане. При этом нагрузка на валу колкового барабана доходит до $(9,8 \div 10,3)$ Нм при производительности 5,0 т/ч, а с увеличением производительности до 7,0 т/ч нагрузка увеличивается до $(18,6 \div 20,1)$ Нм.

При этом потребная мощность увеличивается от 0,78 кВт до 1,35 кВт при частоте вращения колкового барабана 380 с^{-1} . Известно, что изменения угловой скорости колкового барабана приводит к угловым ускорениям. При этом возникают дополнительные импульсивные силы воздействия колков барабана на протаскиваемый и транспортируемый хлопок, тем самым к дополнительному встряхиванию хлопка и эффективному выделению из него сорных примесей. На рис.14 представлены графические зависимости изменения средней угловой скорости



1-теоретическая; 2-экспериментальная
Рис.14. Зависимости изменения средней угловой скорости колкового барабана от изменения производительности очистителя

на валу колкового барабана на стендовой установке при изменении производительности очищаемого хлопка-сырца. С увеличением производительности очистителя хлопка увеличивается нагрузка на валу колкового барабана. При этом снижается среднее значение угловой скорости барабана. При этом снижается среднее значение угловой скорости барабана. При производительности очистителя 5,0 т/ч $\phi_{ср}$ снижается до $39,61 \text{ с}^{-1}$, а при производительности машины 7,0 т/ч средняя угловая скорость колкового барабана уменьшается до $34,11 \text{ с}^{-1}$. При этом сравнение результатов

экспериментов с теоретическими исследованиями показывает, что разница значений средней угловой скорости колкового барабана не превышает $(4,5 \div 7,0) \%$.

На специальной установке была определена сила удара частиц хлопка о колки барабана. В табл. 2 представлены результаты ее измерений.

Таблице 2

Усилие удара частиц хлопка о колки барабана

Нагрузка на колки, Н	Производительность			
	3 т/ч	5 т/ч	7 т/ч	Холостой ход
	1,75	2,2	2,8	0

Анализ данных табл.2 показывает, что с увеличением производительности очистителя нагрузка на колки барабана возрастает.

Полнофакторными экспериментами определены оптимальные параметры рекомендуемого очистителя хлопка от мелкого сора 1ХКМ-12. При этом за входные факторы выбраны: X_1 - число прутковых барабанов; X_2 - место установки питателя от края корпуса очистителя; X_3 - производительность очистителя, а за выходные факторы: Y_1 -общий очистительный эффект; Y_2 -зажгученность волокна; Y_3 - поврежденность семян. Полученные уравнения регрессии:

$$Y_1 = 55.327 + 5.666 X_1 + 2.560 X_2 - 0.779 X_3 - 0.894 X_1^2 - 1.298 X_1 X_2 - 3.295 X_2^2 + 2.273 X_3^2. \quad (9)$$

$$Y_2 = 0.316 + 0.232 X_1 + 0.202 X_2 + 0.033 X_3 + 0.254 X_1^2 + 0.043 X_1 X_2 + 0.142 X_2^2 + 0.007 X_2 X_3 - 0.206 X_3^2. \quad (10)$$

$$Y_3 = 0.494 + 0.243 X_1 + 0.026 X_2 + 0.010 X_3 + 0.121 X_1^2 - 0.007 X_1 X_2 - 0.015 X_1 X_3 + 0.081 X_2^2 - 0.008 X_2 X_3. \quad (11)$$

Были построены графические зависимости выходных параметров от изменения входных факторов. Задача оптимизации решена с помощью метода случайного поиска и получены следующие оптимальные решения: согласно

результатам исследования, оптимальное число прутковых барабанов составляет 12 шт, место установки питателя от края корпуса очистителя 1304 мм, производительность очистителя 7 т/ч.

По результатам оптимизации параметров очистителя хлопка ПТ-10 определены: оптимальная частота вращения рыхлительного пруткового барабана 600 об/мин, зазор между колосниками в первом очистительном барабане 65 мм, зазор между колосниками во втором очистительном барабане 50 мм, зазор между колосниками в третьем очистительном барабане 40 мм, диаметр колосников в первом очистительном барабане 32 мм.

По результатам исследования регенераторов хлопка 2РХ-М установлено, что оптимальная скорость вращения пруткового барабана 650 об/мин, шаг винта пруткового барабана 80 мм, высота прутка 90 мм. На основе оптимизации параметров волокноочистителя выявлено, что оптимальное расстояние от притирочной щетки до первого колосника 70 мм, расстояние между колосниками 60 мм, расстояние между колосниками и пыльным барабаном 3 мм.

В шестой главе **«Результаты производственных испытаний и экономическая эффективность рекомендуемых конструкций очистителей хлопка-сырца и волокна»** представлен анализ результатов сравнительных производственных испытаний опытных образцов рекомендованных очистителей хлопка 1ХКМ-12, ПТ-10, регенератора хлопка 2РХ-М и волокноочистителя, а также экономическая эффективность от их использования.

На основе результатов сравнительных производственных испытаний в АО «Богдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш конхонаси» Ферганского вилоята выявлено, что эффективность очистки хлопка-сырца для первого промышленного сорта в рекомендуемом очистителе - 1ХКМ-12 на 7,7 % больше, чем в серийной машине 1ХК, а для четвертого промышленного сорта хлопка селекции «Наманган-77» эффект очистки больше на 8,2 %, чем в существующем варианте. Рост степени механической поврежденности хлопка составил 0,2 %, что соответствует техническим требованиям к очистителям хлопка. Анализ полученных производственных результатов по показателям качества определил улучшение их на 0,1 абс. При этом годовой экономический эффект от внедрения очистителя хлопка-сырца 1ХКМ-12 составляет 124381 тыс. сум.

Сравнительными испытаниями рекомендуемого очистителя хлопка ПТ-10 АО «Богдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш конхонаси» Ферганского вилоята выявлено, что рекомендуемая конструкция позволяет увеличение эффекта очистки на $(1,9 \div 2,5)\%$ больше, чем в серийной конструкции. Рабочая производительность при очистке крупного сора усовершенствованного очистителя ПТ-10 составила 8,0 т/ч по сравнению с ЧХ-5М, у которого производительность 6,0 т/ч. Годовой экономический эффект от использования рекомендуемого очистителя хлопка-сырца ПТ-10 составляет 206708 тыс. сум.

На основе производственных испытаний АО «Богдод тажриба-экспериментал пахта тозалаш конхонаси» Ферганского вилоята рекомендуемой конструкции регенератора 2РХ-М общее количество отходов вместе с частицами хлопка составило 1690 кг, а количество частиц хлопка в составе выделяемых ими отходов согласно

лабораторным анализом составило 310,0 кг, т.е. 18,3 %. В результате анализов состава выделенных отходов после очистки количество частиц хлопка составило 0,3 % и соответственно эффективность регенерации составила 98,3 %. Как показали опыты, производительность опытно-экспериментального регенератора хлопка 2РХ-М может достигать до 1700-2000 кг в час, при этом фактическая производительность по сравнению с действующими больше на 1000 кг. Годовой экономический эффект от использования 2РХ-М составил 55815 тыс. сум. Производственными сравнительными испытаниями в ООО “Сурхондарё агрохизмат” Сурхандарьинского вилоята выявлено, что очистительная эффективность усовершенствованного волокноочистителя на $(6 \div 6,5)$ % выше, чем в действующем волокноочистителе 1ВПУ, а количество улюка и сорных примесей в очищенном волокне уменьшились на 0,3% и волокнистость отходов волокноочистителя на $(1,8 \div 1,9)\%$. Годовой экономический эффект от использования рекомендуемой конструкции волокноочистителя равен 405401 тыс. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных научных исследований можно сделать следующее заключение:

1. На основе анализа существующих конструкций очистителей хлопка и волокна были разработаны эффективные и ресурсосберегающие конструкции: очистителя хлопка-сырца от мелкого сора 1ХКМ-12; очистителя хлопка-сырца от крупного сора ПТ-10; регенератора хлопка 2РХ-М; очистителя хлопка волокна.
2. Составлены динамические и математические модели машинных агрегатов очистителей хлопка 1ХКМ-12, ПТ-10, регенератора 2РХ-М с учетом механических динамических характеристик асинхронных электродвигателей, упруго-диссипативных свойств ременных передач, инерционных параметров рабочих органов, а также технологических сопротивлений от хлопка-сырца.
3. На основе численного решения задач динамики машинных агрегатов очистителя хлопка-сырца 1ХКМ-12 получены закономерности, а также построены графические зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей колковых барабанов и крутящего момента на валу ротора от увеличения производительности и коэффициентов жесткостей ременных передач очистителя. При транспортировании и протаскивании хлопка колковыми барабанами размах колебаний их угловых скоростей будут большими за счет соответствующих сопротивлений от хлопка. Поэтому жесткость ременных передач должна быть уменьшающимся по ходу протаскивания хлопка. Поэтому рекомендуемыми значениями являются: $c_1=(220 \div 250)$ Нм/рад; $c_2=(270 \div 330)$ Нм/рад; $c_3=(180 \div 200)$ Нм/рад, $M_k \leq (14,0 \div 16,0)$ Нм; $J_{K1}=(2,2 \div 2,8)$ кгм²; $J_{K2}=(3,0 \div 3,4)$ кгм², $J_1= J_2=(2,0 \div 2,2)$ кгм²; $J_5= J_6= \dots = J_{12}=(1,8 \div 2,0)$ кгм².
4. В очистителе в приводе первых трех пар колковых барабанов следует установить по три ремня (параллельно), а в следующих трех пар колковых барабанов следует установить по два ремня. Соответственно мощность первых трех электродвигателей рекомендуется выбрать 3,0 кВт, а последующих трех

электродвигателей с мощностью 2,2 кВт, при которых обеспечиваются требуемые режимы движения колковых барабанов и необходимый эффект очистки хлопка от мелкого сора.

5. На основе численного решения системы дифференциальных уравнений, получены закономерности движения и построены графические зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей ротора электродвигателя планчатых и пруткового барабанов от изменения производительности очистителя ПТ-10. Размах колебаний угловых скоростей рабочих органов очистителей хлопка приводит к дополнительному разрыхлению и очистки хлопка. Для достаточного сохранения средних значений угловых скоростей планчатых барабанов $\dot{\varphi}_1$ и $\dot{\varphi}_2$, а также пруткового барабана $\dot{\varphi}_3$ целесообразным считаются: $P_p \leq (2,5 \div 2,6)$ т/ч, $c_1 = c_2 = (140 \div 150)$ Нм/рад, $c_3 = (100 \div 105)$ Нм/рад.

6. Получены зависимости изменения нагруженности ротора электродвигателя, размаха колебаний крутящих моментов и коэффициентов неравномерностей угловых скоростей на валах планчатых и пруткового барабанов очистителя от вариации коэффициентов $c_1, c_2, c_3, v_1, v_2, v_3$. Для обеспечения требуемых неравномерностей угловых скоростей, снижения размаха колебаний крутящих моментов на валах ротора двигателя, планчатых и пруткового барабанов рекомендуемыми значениями параметров ременных передач являются: $c_1 = c_2 = (140 \div 150)$ Нм/рад; $c_3 = (100 \div 105)$ Нм/рад; $v_1 = v_2 = (2,2 \div 2,5)$ Нм · с/рад; $v_3 = (1,8 \div 2,0)$ Нм · с/рад; $J_p = 0,108$ кгм²; $J_1 = 2,75$ кгм²; $J_2 = 2,95$ кгм²; $J_3 = 2,5$ кгм².

7. Анализом построенных зависимостей выявлено, что увеличение моментов инерций каждого пыльного цилиндра при безразмерной величине ($J/J_{расм}$) от 0,3 до 1,17 крутящий момент на валу первого пыльного барабана при производительности 2,2 т/ч увеличивается от 16,1 Нм до 35,2 Нм, на валу второго пыльного барабана от 27,1 Нм до 45,2 Нм, а на валу третьего пыльного барабана от 30,2 Нм до 49,7 Нм. Для снижения потребной мощности и обеспечения необходимых значений $\Delta\dot{\varphi}_6$ в пределах $(12,0 \div 13,0)$ с⁻¹ рекомендуемыми значениями параметров системы являются: $C/C_p = 0,6 \div 0,8$; $J/J_p = (0,8 \div 1,0)$; $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$; $J_p = (0,1 \div 0,11)$ кгм²; $J_1 = (2,2 \div 2,5)$ кгм²; $J_2 = (1,12 \div 1,3)$ кгм²; $J_3 = (2,3 \div 2,5)$ кгм²; $J_4 = (3,1 \div 3,3)$ кгм²; $J_5 = (2,5 \div 2,8)$ кгм².

7. Получены графические зависимости изменения средних значений угловых скоростей пыльных и пруткового барабанов машинного агрегата регенератора 2РХ-М. Увеличение нагрузки $M/M_p = (2,0 \div 2,4)$, приводит к снижению средних значений $\dot{\varphi}_6$ до $(80 \div 84)$ с⁻¹, а $\dot{\varphi}_{n_1}$ и $\dot{\varphi}_{n_2}$ до $(43,3 \div 45,3)$ с⁻¹. При этом некоторые колебания $\Delta\dot{\varphi}_p$ и $\Delta\dot{\varphi}_{nц}$ позволяют интенсифицировать очистку хлопкового волокна из-за возникновения угловых ускорений, приводящих тем самым к импульсивным силовым воздействием пил на волокна. Поэтому рекомендуемыми значениями параметров системы являются: $M/M_p \leq (1,0 \div 1,2)$; $J_1 = (2,2 \div 2,3)$ кгм²; $J = (2,1 \div 2,2)$ кгм²; $C_1 = (225 \div 250)$ Нм/рад; $C = (150 \div 200)$ Нм/рад, $J_p = (0,45 \div 0,55)$ кгм², $J_{nц} = (1,8 \div 2,0)$ кгм².

8. Разработана методика измерения нагруженности колкового барабана, потребной мощности, угловой скорости и ускорения колкового барабана очистителя хлопка от мелкого сора на экспериментальной установке. Выявлено, что с

возрастанием частоты вращения колкового барабана в пределах (380÷420) об/мин момент на валу барабана изменяется в пределах (9,8÷10,3) Нм, средняя угловая скорость увеличивается от 35,81 с⁻¹ до 39,62 с⁻¹, амплитуда колебаний углового ускорения изменяется в пределах (13÷19,5) с⁻², а потребная мощность в пределах (0,78÷0,81) кВт при производительности 5,0 т/ч.

9. Построены графические зависимости изменения крутящего момента и средней угловой скорости на валу колкового барабана в стендовой установке при изменении производительности очищаемого хлопка-сырца. Сравнение результатов экспериментов с теоретическими расчетами показало, что разница между значениями крутящих моментов на валу колкового барабана не превышает (6,0÷8,5) %, а разница значений средней угловой скорости колкового барабана не превышает (4,5÷7,0) %.

10. На основе полнофакторных экспериментов разработанных новых конструкций очистителей хлопка, регенератора и волокноочистителя были определены оптимальные значения их параметров:

для очистителя хлопка-сырца 1ХКМ-12: оптимальное число прутковых барабанов 12 шт, место установки питателя от края корпуса очистителя 1304 мм, производительность очистителя 7 т/ч;

для очистителя хлопка-сырца ПТ-10: частота вращения рыхлительного пруткового барабана 600 об/мин, зазор между колосниками в первом очистительном барабане 65 мм, зазор между колосниками во втором очистительном барабане 50 мм, зазор между колосниками в третьем очистительном барабане 40 мм, диаметр колосников в первом очистительном барабане 32 мм;

для регенератора хлопка 2РХ-М: скорость вращения пруткового барабана 650 об/мин, шаг винта пруткового барабана 80 мм, высота прутка 90 мм;

для волокноочистителя: расстояние от притирочной щетки до первого колосника 70 мм, расстояние между колосниками 60мм, расстояние между колосниками и пильным барабаном 3 мм.

11. На основе результатов сравнительных производственных испытаний выявлено, что эффективность очистки хлопка-сырца для первого промышленного сорта в рекомендуемом очистителе - 1ХКМ-12 на 7,7 % больше, чем в серийной машине 1ХК, а для четвертого промышленного сорта хлопка селекции «Наманган-77» эффект очистки больше на 8,2 %, чем в существующем варианте;

рекомендуемая конструкция позволяет увеличение эффекта очистки на (1,9÷2,5)% больше, чем в серийной конструкции. Рабочая производительность при очистке крупного сора усовершенствованного очистителя ПТ-10 составила 8,0 т/ч по сравнению с ЧХ-5М, у которого производительность 6,0 т/ч;

в конструкции регенератора 2РХ-М общее количество отходов вместе с частицами хлопка составило 1690 кг, а количество частиц хлопка в составе выделяемых ими отходов согласно лабораторным анализам составило 310,0 кг, т.е. 18,3 %. В результате анализов состава выделенных отходов после очистки количество частиц хлопка составила 0,3 % и соответственно эффективность регенерации составил 98,3 %;

очистительная эффективность усовершенствованного волокноочистителя на (6÷6,5) % выше, чем в действующем волокноочистителе 1ВПУ, а количество улюка и сорных примесей в очищенном волокне уменьшились на 0,3 % и волокнистость отходов волокноочистителя на (1,8÷1,9) %;

Общая годовая экономическая эффективность от внедрения разработанных инструкций очистителей хлопка и волокна составляет 792305 тыс. сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**JSC «PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI»
TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

KULIEV TOKHIR MAMARAJAPOVICH

**SCIENTIFIC BASIS FOR THE DESIGN ENGINEERING AND CALCULATION
OF PARAMETERS FOR SEEDED COTTON AND FIBER CLEANERS**

05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics and robotics systems

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

Tashkent – 2020

The subject of doctoral (DSc) dissertation is registered at Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in No. B2020.2.DSc/T311.

The dissertation is carried out at JC "Paxtasanoat ilmiy markazi" and Tashkent Institute of Textile and Light Industry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) on the website of Tashkent institute of textile and light industry (www.titli.uz) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal (www.ziyo.net).

Official opponents:

Mukhammadiev Davlat

doctor of technical sciences, professor.

Makhsudov Ravshan

doctor of technical sciences, professor

Akhmadkhujayev Hamid

doctor of technical sciences, professor

Leading organization:


Djizzakh politechnical institute

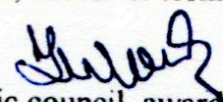
The defense of the dissertation will be held on "08" 07 2020 at hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent institute of textile and light industry. Address: auditorium-222, 2-floor, 5, Shokhjakhon street, Tashkent, 100100. Tel.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, fax (99871) 253-36-17, e-mail: titli_info@edu.uz


The dissertation can be found in the Information-resource center of the Tashkent institute of textile and light industry (registered №67). (Address 100100, Tashkent, Shohjahon-5 St., tel. (+99871) -253-06-06, 253-08-08

Abstract of dissertation sent out on "03" 07 2020 year.
(mailing report №70 on "02" 07 2020 year).




B. Onorboev
Chairman of the Scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences


A. Gulamov
Scientific secretary of Scientific council, awarding scientific degrees, doctor of technical sciences


Sh. Xakimov
Chairman of the Scientific seminar at the Scientific council by the award of scientific degrees, doctor of technical sciences

DOCTORAL (DSc) DISSERTATION ABSTRACT ON TECHNICAL SCIENCES

Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work is to improve the construction of raw cotton cleaner from large and small litter, cotton regenerator and fiber cleaner, to create calculation methods to substantiate the parameters and modes of movement of working parts ensuring the production of high-quality cotton fibers.

The tasks of research designing of efficient and resource-saving constructions of raw cotton cleaner from large and small litter, regenerator and fiber cleaner; on the basis of solving the problems of dynamics of machine units of raw cotton cleaner from large and small litter, regenerator and fiber cleaner, taking into account the mechanical characteristics of engines, elastic-dissipative properties of drive mechanisms, elastic-dissipative properties of drive gears, inertial parameters and technological loads from raw cotton and fiber, obtaining laws of change of angular speeds, loading of shafts of working parts; to structure the graphical dependencies of changes in kinematic and dynamic parameters of working parts of cotton cleaners, regenerator, fiber cleaner depending on performance, based on the analysis of which to substantiate their best values; to develop a method for experimental determination of loading, power consumption, angular velocity and acceleration of the cotton cleaner's stake drum at different productive efficiency.

The object of the research work is the improved construction of raw cotton cleaners from large and small litter, regenerator and fiber cleaner.

Scientific novelty of the research work: efficient and resource-saving constructions of cotton cleaners, regenerators and fiber cleaners have been developed; a method for compiling dynamic and mathematical models of machine units of cotton and fiber cleaners has been developed, the solution of which provides regularities of angular speeds and loading of working parts; graphical dependences of changes in kinematic and dynamic parameters and modes of movement of working parts of cotton cleaners, regenerator and fiber cleaner on changes in productivity, mass moments of inertia and stiffness-dissipative characteristics of the drive are constructed, their best values are substantiated and recommended; the method of experimental determination of loading, power consumption, angular velocity, and acceleration of a cotton cleaner peeler drum at different productivity has been developed; an experimental method has been developed for measuring the values of impact force, splitting of raw cotton particles with changes in performance and speed mode; the full-factor experiments determined the optimal values of the parameters of working parts, raw cotton cleaners from large and small litter, a cotton regenerator from waste and fiber cleaner.

The outline of the thesis. Dissertation work consists of introduction, 6 chapters, conclusion, references and annexes. The volume of thesis is 215 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; I part)

1. Кулиев Т.М. Совершенствование эффективных, ресурсосберегающих конструкций и научные основы расчета параметров очистителей хлопка-сырца и волокна // Монография, Изд. “Innovatsiya” Ташкент, 2020. С.259.
2. Kuliev T.M., Djuraev A. Designing and methods of calculating parameters of a fibrous material cleaner from large litter // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 8s, (2020), pp. 444-452 (05.00.00; №3).
3. Kuliev T.M., Djuraev A. Improvement of the Construction and Justification of Parameters of the Fibrous Material Regenerator // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 8s, (2020), pp. 453-460 (05.00.00; №3).
4. Kuliyeв T.M., Djuraev A. Creation of a design and justification of parameters of a single-stage fiber cleaner //International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 5, (2020), pp. 4522 – 4529 (05.00.00; №3).
5. Djuraev A., Kuliev T.M.,Choriev Sh.N.Improvement of the construction and justification of parametersof the PT-10 cotton cleaner from large trash// International Journal of Scientific Research and Engineering Development – Volume 3 Issue 3, May – June 2020, pp. 156-159.(05.00.00; №16).
6. Djuraev A., Kuliev T.M.,Choriev Sh.N. Dynamics of working parts of the cotton cleaner from small trash 1XKM-12//International Journal of Scientific Research and Engineering Development – Volume 3 Issue 3, May – June 2020, pp. 160-164.(05.00.00; №16).
7. Djuraev A., Kuliev T.M.,Choriev Sh.N. Machine unit with a drive mechanism for paired staking cylinders of cotton cleaner 1XKM-12 // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 7, Issue 5, May 2020, pp. 13786-13793.(05.00.00; №8).
8. Кулиев Т.М. Усовершенствованная конструкция волокноочистителя и результаты производственных испытаний// Текстильный журнал Узбекистана. Ташкент, 2020, №1. С. 9-15. (05.00.00; №17).
9. Кулиев Т.М. Совершенствование конструкции и результаты производственных испытаний регенератора хлопка 2РХ-М// Текстильный журнал Узбекистана. Ташкент, 2020, №1. С. 21-27. (05.00.00; №17).

II бўлим (II часть; II part)

10. Кулиев Т.М. Оптимизация параметров усовершенствованной конструкции одноступенчатого волокноочистителя// Международный научный журнал. Ученый XXI века. Россия. № 5-2 (64), 2020 г. – С 21-27.
11. Кулиев Т.М. Определение оптимальных параметров регенератора хлопка миз отходов очистителей// Международный научный журнал. Ученый XXI века. Россия. № 5-2 (64), 2020 г. – С 16-20.

12. Djuraev A., Kuliev T.M., Choriev Sh.N. Improving the design and justification of optimal parameters of the fiber material cleaner from large debris// "Экономика и социум" №5(72) 2020.
13. Djuraev A., Kuliev T.M., Choriev Sh.N., Rajabov O.I., Salimov Sh.A. Optimization of parameters of the fiber material cleaner from fine litter// "Экономика и социум" №5(72) 2020.
14. Кулиев Т.М., Джураев А., Чориев Ш.Н. Ресурсосберегающая конструкция и анализ результатов производственных испытаний очистителя хлопка ПТ-10 // НамМТИ илмий - техника журнали. Наманган, 2020, №1. 119-123.
15. Кулиев Т.М., Джураев А., Чориев Ш.Н. Конструктивная схема и результаты производственных испытаний очистителя хлопка-сырца от мелкого сора 1ХКМ-12 // НамМТИ илмий - техника журнали. Наманган, 2020, №1. 124-127.
16. Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Сулаймонов Р.Ш., Умарходжаев Д.Х. Қўл ва машина ёрдамида терилаётган пахтадан ишлаб чиқарилаётган тола сифатини ошириш. Механика муаммолари. ж... Тошкент, 2019, - №3.
17. Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Сулаймонов Р.Ш., Мардонов Б.М., Умарходжаев Д.Х. Моделирование взаимодействия потока волокнистой масса с дискретно расположенными колониками в процессе очистки ее от сорных примесей. ж... Проблемы текстиля. – Ташкент, 2019. №4.
18. Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Сулаймонов Р.Ш., Мардонов Б.М. Моделирование процесса очистки при ударном воздействии колков на горизонтальный поток хлопка-сырца. ж... Проблемы текстиля. – Ташкент, 2018. №3.
19. Kuliev T.M., Djamolov R.K. State-of-the art process technique for conditioning of sowing cotton seeds // Cotton research journal, Vol.8, №1. 2017 y., pp. 8-11.
20. Kuliev T.M., Maksudov E.T., Sulaymonov R.Sh. Increase of the competitiveness of uzbek cotton fiber in the international. Market. Cotton Research journal, India, Vol. 8, No. 1, January-June 2017 y. pp.4-7.
21. Шин И.Г., Муминов М.Р., Кулиев Т.М. Динамическое упрочнение микрошариками пыльных дисков хлопковых машин. Монография, Lambert Academic Publishing, 2019 y., Германия. ISBN: 978-620-0-24302-7 pp.173
22. Kuliev T.M., Sobirov K., Sulaymonov R.Sh., Madraximov D.U., Sabirov I.K. Study of the effect of the gap between the saw blade and a bar of gin air chamber. www.ijaset.com. Vol 6, Issue 4, oktyabr 2019.
23. Kuliev T.M., Choriyev Sh.N. Heat treatment process technigue of fibrous materials in disk vortex drying and cleaning equipment // Cotton Research journal, India, Vol. 8, No. 1, January-June 2017 y. pp.20-23.
24. Кулиев Т.М., Джамолов Р.К., Исанов Ф. Исследование установок для сушки хлопка-сырца. ж... Agro ilm. – Ташкент, 2019. №5.
25. Kuliev T.M., Sobirov K., Isanov F.J. Study of the influence of the heating temperature of the conveying rollers of the humidifier on the feber quality. International journal of advanced science engineering and technology. www.ijaset.com. Vol 6, Issue 11, november 2019.

26. Kuliev T.M., Sobirov K., Isanov F.J. Fiber steam humidification at different temperatures before pressing. International journal of advanced science engineering and technology. www.ijaset.com. Vol 6, Issue 12, december 2019.

27. Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Сулаймонов Р.Ш., Аминов Х.Х. Двухбарабанный прямоточный волокноочиститель для очистки волокна трудноочищаемых селекций. Сборник статей XIV международной научно-практической конференции, часть 1. Пенза, Россия, 14 августа 2018 г. – с. 79-82.

28. Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Сулаймонов Р.Ш., Умарходжаев Д.Х. Тола сифатини ошириш учун такомиллаштирилган тола тозалагич. “Инновация-2019” XXIV Халқаро илмий-анжумани. Тошкент. 25-26 октябрь, 2019 336-337 б.

29. Кулиев Т.М., Сулаймонов Р.Ш., Максудов Э.Т., Аминов Х.Х., Очилов М.М. Аррали жинларда толани тозалаш системасини такомиллаштириш. “Инновация-2019” XXIV Халқаро илмий-анжумани. Тошкент. 25-26 октябрь, 2019 364-365 б.

30. Кулиев Т.М., Джураев А., Чориев Ш.Н., Холдоров Ш.С. Расчетная схема и математическая модель машинного агрегата одноступенчатого волокноочистителя. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 51-52 б.

31. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н. Динамическая и математическая модели машинного агрегатов с механизмами привода пыльных и пруткового барабанов очистителя хлопка ПТ-10. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 62-64 б.

32. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н. Эффективная конструктивная схема очистителя хлопка-сырца от крупного сора ПТ-10. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 67-69 б.

33. Кулиев Т.М., Джураев А., Холдоров Ш.С. Высокоэффективный прямоточный одноступенчатый пыльный волокноочиститель. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 84-86 б.

34. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Ражабов О.И., Салимов Ш.Х. Составление динамической и математической модели движения рабочих органов очистителя хлопка-сырца от мелкого сора 1ХКМ-12. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 186-189 б.

35. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н. Совершенствование конструкции регенератора хлопка. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 191-193 б.

36. Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Джураев А., Ражабов О.И., Салимов Ш.Х. Очиститель хлопка-сырца от мелкого сора. «Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар». Республика онлайн илмий-амалий анжумани. Наманган. 22 апрель, 2020 й. 197-199 б.
37. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Ражабов О.И., Салимов Ш.Х. Динамика щестомассового разветвленного машинного агрегата технологической машины // Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее, Сборник статей 2-й Международной научно-технической конференции 22 мая Курск, Россия, 2020 г. С. 90-94.
38. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Холдоров Ш.С. Решение задачи динамики двухмассовой системы с упругой передачей // Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее, Сборник статей 2-й Международной научно-технической конференции 22 мая Курск, Россия, 2020 г. С. 95-98.
39. Джураев А., Абдраимов Э.С., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Ражабов О.И., Салимов Ш.Х. Оптимизация параметров очистителя волокнистого материала 1ХКМ-12 // “Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолар” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция, Андижон-2020 й. 204-210 б.
40. Джураев А., Абдраимов Э.С., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н. Оптимизация параметров регенератора хлопка из отходов очистителей // “Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолар” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция, Андижон-2020 й. 210-215 б.
41. Джураев А., Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Абдраимов Э.С., Холдоров Ш.С. Оптимизация параметров конструкции одноступенчатого волокноочистителя // “Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолар” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция, Андижон-2020 й. 215-220 б.
42. Патент Рес. Узб. IAP №20190541 // Кулиев Т.М., Джураев А.Д., Чориев Ш.Н. // Очиститель хлопка-сырца.
43. Патент Рес. Узб. IAP №20200008 // Кулиев Т.М., Джураев А.Д., Чориев Ш.Н., Холдоров Ш.С., Муминов М.Р. // Прямоточный одноступенчатый пыльный волокноочиститель.
44. Патент Рес. Узб. IAP №20190522 / Кулиев Т.М., Чориев Ш.Н., Джураев А.Д., Ражабов О.И. // Очистительная сукция хлопкаочистительного агрегата.
45. Патент Рес. Узб. FAP №20190041 // Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Хакимов Ш.Ш., Бородин П.Н., Курбанбаев Э.Б. Очиститель хлопка-сырца.
46. Патент Рес. Узб. FAP №20190057 // Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Сулаймонов Р.Ш., Бородин П.Н. Регенератор хлопка-сырца.
47. Патент Рес. Узб. FAP №20190098 // Кулиев Т.М., Джамолов Р.К., Бородин П.Н., Шералиев Ш.Э. Сепаратор для хлопка-сырца.
48. Патент Рес. Узб. FAP №20190208 // Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Кулматов И.Т., Сулаймонов Р.Ш., Джамолов Р.К. Регенератор хлопка-сырца.

49. Патент Рес. Узб. FAP №20190219 //Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Кулбоев Э.П., Алакбаров Ш.Н., Джамолов Р.К., Жумакулов Г.У., Шералиев Ш.Э. Установка очистителя хлопка комбинированная.

50. Патент Рес. Узб. FAP №20190220 //Кулиев Т.М., Джамолов Р.К., Корабельникова Т.Н. Устройство приемки и подачи хлопка-сырца с очистительным механизмом.

51. Патент Рес. Узб. IAP№20190338 //Кулиев Т.М., Жуманиязов К., Максудов Э.Т., Джамолов Р.К., Корабельникова Т.Н. Приемо-подающее устройство с очистителем хлопка-сырца.

52. Патент Рес. Узб. IAP №20190018 // Кулиев Т.М., Максудов Э.Т., Хакимов Ш.Ш., Бородин П.Н., Курбанбаев Э.Б.Способ очистки хлопка-сырца.

Автореферат «Ўзбекистон тўқимачилик» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (03.07.2020 й.).

Босишга рухсат этилди: 03.07.2020 йил.
Бичими 60x45 1/8, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 4. Адади: 100. Буюртма: №98
«Paxtasanoat ilmiy markazi» АЖ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шота Руставелли, 8-уй.

