

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
14.07.2016.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

«РАХТАСАНОАТ ИЛМИЙ МАРКАЗИ» АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТИ

ГУЛЯЕВ РИНАТ АМИРОВИЧ

**ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИДА ПАХТА ХОМАШЁСИ ВА
ТОЛАНИ НАМЛАШНИНГ КОМПЛЕКС ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ЯРАТИШ УСУЛЛАРИ**

**05.06.02 - Тўқимачилик материаллари технологияси ва хомашёга
дастлабки ишлов бериш
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Contents of the abstract of doctoral dissertation

Гуляев Ринат Амирович Пахта тозалаш корхоналарида пахта хомашёси ва толани намлашнинг комплекс технологиясини яратиш усуллари	3
Гуляев Ринат Амирович Методы создания комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна на хлопко- очистительных заводах	31
Gulyaev Rinat Amirovich Methods of the integrated technology for humidifying raw cotton and cotton fiber at cotton ginneries	59
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works	85

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
14.07.2016.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

«РАХТАСАНОАТ ИЛМИЙ МАРКАЗИ» АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТИ

ГУЛЯЕВ РИНАТ АМИРОВИЧ

**ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИДА ПАХТА ХОМАШЁСИ ВА
ТОЛАНИ НАМЛАШНИНГ КОМПЛЕКС ТЕХНОЛОГИЯСИНИ
ЯРАТИШ УСУЛЛАРИ**

**05.06.02 - Тўқимачилик материаллари технологияси ва хомашёга
дастлабки ишлов бериш
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2016

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 30.09.2014/В2014.5.Т342 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси «Ўзпахтасаноатэкспорт» Холдинг компанияси «Paxtasanoat ilmy markazi» АЖ да бажарилган.

Диссертациянинг автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) www.titli.uz веб манзил бўйича ва Ахборот ресурслари саҳифасига www.ziyounet.uz веб манзил бўйича "ZiyoNet" ахборот таълим порталига жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: **Лугачев Анатолий Евгеньевич**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Корабельников Андрей Ростиславович**
техника фанлари доктори, профессор
(Россия Федерацияси)

Мурадов Рустам Мурадович
техника фанлари доктори, профессор

Мухаммадиев Давлат Мустафаевич
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот: «Ўзстандарт» агентлиги **Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш илмий тадқиқот институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳузуридаги 14.07.2016.Т.06.01 рақамли илмий кенгашнинг 25 октябр 2016 й. соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100100, Тошкент ш., Шохжаҳон-5, тел.(+99871) 253-06-06, 253-08-08, факс 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz)

Докторлик диссертацияси билан Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (09 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100100, Тошкент ш.Шохжаҳон-5, тел.(+99871) -253-06-06, 253-08-08.

Диссертация автореферати 2016 йил 26 сентябр куни тарқатилди.
(2016 йил 26 сентябрдаги № 09 рақамли реестр баённомаси).

М.Т. Ходжиев

Фан доктори илмий даражасини берувчи
Илмий кенгаш раис ўринбосари, т.ф.д.,профессор

А.З. Маматов

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

М.М. Мукимов

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

КИРИШ (докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Пахта толаси жаҳон бозорида муҳим стратегик маҳсулот бўлиб ҳисобланади. Пахта бўйича Халқаро консултатив қўмитанинг (ICAC) маълумотиغا кўра 2014-2015 йил мавсумида жаҳон миқёсида пахта толаси етиштириш 26,2 млн. тоннага етди¹. Жаҳон пахта бозорида рақобатнинг юқори даражадалиги, замонавий, технологик пухта ва тез ишловчи тўқимачилик ускуналарининг яратилиши, юқори сифатли ва рақобатбардош тўқимачилик маҳсулотларининг олиниши зарурлиги пахта толаси сифатига бўлган талабларини янада кучайишига олиб келди. Шу сабабли пахтани дастлабки ишлаш технологиясини такомиллаштириш ҳамда истеъмол сифатларини яхшилаш энг долзарб муамоларидан бири деб ҳисобланади. Ривожланган чет эл мамлакатлари – АҚШ, Хитой, Хиндистон, Бразилия, Ўзбекистон ва бошқа давлатларда маълум ютуқларга эришилган бўлиб, уларда пахта тозалаш саноати ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш ва маҳсулотларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш учун технологик жараёнларни бошқариш усулларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Технологик жараёнларни оптималлаштириш, янги самарали технологик ускуналарини жорий қилиш бўйича кўрилаётган чоралар ҳисобига пахта толаси сифат кўрсаткичлари яхшиланиши, пахта хомашёси ишлаб чиқариш сарфларини пасайтирилиши таъминланади.

Ўзбекистон Республикасида пахта маҳсулотининг истеъмол хусусиятларини яхшиланишига олиб келадиган пахта хомашёсини дастлабки ишлаш технологик жараёнларини ва ишлаб чиқаришнинг юқори самарадорликка эга бўлган бошқариш тизимларини яратишга оид бўлган кенг қамровли чоратadbирлар амалга оширилди. Пахта тозалаш корхоналарида пахта хомашёсини дастлабки ишлаш мослашувчан технологиялар жорий этиш бўйича ишлар амалга оширилмоқда. Бу борада, жумладан, пахта тозалаш корхоналарида бошланғич кўрсаткичларига боғлиқ равишда қайта ишланаётган хомашёдан белгиланган сифатдаги пахта маҳсулотини олиш, хомашё ва энергия сарфини камайтириш имкониятини берадиган пахта хомашёси ва толасини намлашнинг технологияларини жорий этиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳон амалиётида пахта хомашёси ва толасининг намлик бўйича кондициялаш, пахтани дастлабки ишлаш технологияси жараёнларига, уни тайёрлаш ва сақлашдан бошлаб толани тойлаш жараёнигача таъсир этадиган муҳим омилларни аниқлаган ҳолда янги намлаш техника ва технологияларини яратиш алоҳида аҳамият касб этиб бормоқда. Бу борада мақсадли илмий-тадқиқотларни, жумладан, қуйидаги йўналишлардаги илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади: пахта толасини титиш ва уни бутун ҳажми бўйича намлашга асосланган тола

¹Cotton: World Statistics. Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, NY, November 2015. <http://www.ICAC.org>.

намлагичининг иш жараёнини такомиллаштириш технологиясини ишлаб чиқиш; пахта хомашёсини жинлашдан ва пахта толасини эса пресслашдан олдин намлашнинг комплекс технологиясини ишлаб чиқиш; рақобатбардош сифат кўрсаткичларига эга бўлган ресурстежамкор толали материаллари намлаш технология яратиш; қўллиналаётган технологик жараён ва ускуналарга мослашган толали материалларни босқичма-босқич намлаш комплекс тизимларини ишлаб чиқиш. Юқорида келтирилган илмий-тадқиқотлар йўналишида бажарилаётган илмий изланишлар мазкур диссертация мавзусининг долзарблигини изоҳлайди.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 27 октябрдаги ПФ-4761-сон «Ўзпахтасаноатэкспорт холдинг компаниясини ташкил этиш тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2007 йил 3 апрелдаги 70-сон «2007-2011 йилларда пахта тозалаш саноати корхоналарини модернизация ва реконструкция қилиш дастури тўғрисида»ги қарори ва ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежам-корлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи². Пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш технологияси ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, USDA Ginning Cotton Research Unit, USDA Agricultural Research Service, Texas Tech University, Samuel Jackson Incorporated (АҚШ), Central Institute for Research on Cotton Technology, Bajaj Steel Industries Limited (Ҳиндистон), National Research Center for cotton processing engineering and technology, China Cotton Industries Limited, Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock, Handan Golden Lion, Cotton Research Institute of Nanjing Agricultural University (Хитой), Pakistan Cotton Standards Institute, National Textile University Faisalabad (Покистон), Busa Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Limited (Бразилия), Earthquake Research Institute, Nara National Research Institute for Cultural Properties (Япония), Марказий тўқимачилик илмий-тадқиқот институти (Россия), Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти, “Пахтасаноат илмий маркази” акциядорлик жамиятида (Ўзбекистон) кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

²Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://www.samjackson.com/moisture-products>; <http://www.bajajngp.com/humidifier.html>; <http://www.busacom.br/Assistencia-Tecnica#>; <https://www.acronymfinder.com>; АҚШ патенти № 6.314.618 В1, кл. 19-48. Moisture conditioner for lint cotton/ Martin L Mehner, Samuel G. Jackson. 2001 й.; АҚШ патенти №7.591.048 В2, кл. 19-66. Moisture conditioner for lint cotton/ Martin L Mehner. 2009 й.; АҚШ патенти №6.202.258, кл. 19-66. Apparatus and related method for applying moisture to cotton during a ginning operation / William E. Winn. 2001 й. ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Толали материалларни намлаш технологияси ва намлашнинг ускуналари, намлигини бир равишда ростлаш ва сақлаш усулларини такомиллаштиришга оид жаҳонда олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: пахтани намлашнинг автоматлаштирилган тизими яратилган (USDA Ginning Cotton Research Unit, АҚШ); намлаш агентини генерациялаш тизимлари (USDA Agricultural Research Service ва «Samuel Jackson Incorporated» компанияси ҳамкорлигида, АҚШ); пахтани дастлабки ишлашнинг ҳамма босқичларида толали материалнинг керакли технологик намлигини автоматик равишда ростлаш ва сақлаш тизимлари (Texas Tech University ва “Uster technologies AG” компанияси ҳамкорлигида, АҚШ, Швейцария); пахта хомашёси ва толанинг технологик намлигини таъминлаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган (Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти, “Пахтасаноат илмий маркази” акциядорлик жамияти, Ўзбекистон).

Жаҳонда пахта хомашёсини жинлашдан ва пахта толасини преслашдан олдин намлаш қурилмалари ва технологияларини яратиш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: пахта хомашёси ва пахта толаси намлагичларининг янги конструкцияларини ишлаб чиқиш; толали материалларни намлашнинг самарали агентларини ишлаб чиқиш; пахта маҳсулотлари сифат кўрсаткичларининг дастлабки намлик билан боғлиқлик ифодаларини аниқлаш; пахта хомашёси ва пахта толасини намлашнинг комплекс технологияларини яратиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги вақтда пахта хомашёси ва толасини намлаш бўйича муаммолар, унда рўй бераётган сорбциялаш жараёнларининг назарий масалалари, пахта хомашёсини ва пахта толасини намлаш технологиясини такомиллаштириш, унинг янги усулларини яратиш, пахта хомашёси ва тола намлигининг ишлаб чиқариш жараёнларига ва олинадиган пахта маҳсулотлари сифатига таъсири масалалари бир қатор олимлар: G.J. Mangialardi, S.E. Hughs, L. Price, A.C. Griffin, V.P. Moore, W. Anthony, R.K. Byler ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Толали материалларни намлаш технологияси бўйича назарий-методологик асосларини ёритувчи фундаментал масалалари билан боғлиқ тадқиқотлар бир қатор олимлар томонидан олиб борилган, жумладан, А.П. Лыков, Р.П. Никитин, А.П. Парпиев, А.Е. Лугачев, А.М. Гуляев, Б.М. Мардонов, Р.П. Саидов, Л.С. Рябинская каби олимлар томонидан тадқиқ қилинган ва маълум даражадаги ижобий натижаларга эришилган.

Толали материалларни намлаш учун самарали технологияни яратиш ва уни амалга ошириш учун маҳаллий пахта тозалаш корхоналарининг технологик тизимида қўллашга мослаштирилган самарали ускуналарни яратиш муаммоси ҳозирги вақтгача ҳал этилмаган. Хорижий мамлакатларнинг пахта тозалаш корхоналарида қўлланилаётган пахта ва пахта толасини намлаш усулларининг таҳлили уларнинг самарадорлигини етарли эмаслигини кўрсатди. Пахта саноатимиздаги технологик жараённинг ва қўлланиладиган маҳаллий асбоб-ускуналар тизимининг ўзига ҳослиги

хорижий пахтани ва пахта толасини намлаш қурилмаларидан фойдаланишга имкон бермайди. Бундан ташқари, НҲІ халқаро кўрсаткичларига ёндашиб пахтани намлаш кўрсаткичларининг тола сифатига кўрсатадиган таъсирини ўрганиш бўйича илмий изланишлар ҳозирги кунгача деярли олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳамда «Пахтасаноат илмий маркази» АЖ илмий-тадқиқот ишлари режасининг Ф-4-06. «Пахта тозалаш корхоналарининг технологик жараёнида пахта хомашёсини ва толасини намлашнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш» (2013-2017); ИТД АЗ-001. «Пахта хомашёсини жинлашдан олдин материалнинг табиий хусусиятларини сақлаб қолиш мақсадида намлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017) мавзусидаги фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади толали материалларнинг табиий хусусиятларини сақланиб қолишини таъминлайдиган босқичма-босқич намлашнинг юқори самарали технология, ускуна ва усулларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

зарур назарий тадқиқотларни амалга оширган ҳолда пахта хомашёсининг капилляр-ғовак модда моделида намлик ўтиш жараёнининг алгоритмларини яратиш, пахта хомашёси намлагичининг конструктив параметрларини аниқлаш;

пахта хомашёси намлагичининг ва намлаш агенти генераторининг технологик параметрларини асослаш;

пахта хомашёси намлигини ишлаб чиқариладиган пахта маҳсулотларининг сифат кўрсаткичларига, маҳсулот чиқиши ва унинг технологик хусусиятларига таъсирини асослаш;

пахтани жинлашдан олдинги намлигининг массавий улушини рационал қийматларини аниқлаш;

титилган пахта толасига намлаш агентини контакли актив усулда таъсир этишида толага намлик сўрилиши механизмини, пахта толаси намлагичининг конструктив ўлчамларини аниқлаш;

пахта толасини титиш ва уни бутун ҳажми бўйича намлашга асосланган тола намлагичининг иш жараёнини такомиллаштириш усулини яратиш;

пахта толаси намлиги кўрсаткичларини узоқ сақланганда унинг сифат кўрсаткичларига таъсирини асослаш;

намлаш агентининг рационал қийматларини ва пресслашдан олдин тола намлиги массавий нисбатининг рационал кўрсаткичларини ишлаб чиқиш;

пахта хомашёсини жинлашдан ва пахта толасини эса пресслашдан олдин намлашнинг комплекс технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида пахта хомашёсини жинлашдан ва пахта толасини пресслашдан олдин намлаш технологияси қаралади.

Тадқиқотнинг предмети пахта хомашёси ва пахта толасининг таркибий қисмлари намликни олувчи материаллари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотларда назарий ва амалий механика, иссиқлик техникаси, математик статистика ва ҳисоблаш математикаси усулларидан, компьютар дастурий таъминотидан фойдаланилган, ҳамда пахта толаси сифатини баҳолашнинг замонавий ўлчов асбоблари қўлланилган.

Тадқиқотларнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

пахтани жинлаш жараёнидан олдин намлашнинг янги қурилмалари ишлаб чиқилган;

пахта толасини преслаш жараёнидан олдин намлашнинг янги усуллари ва қурилмалари ишлаб чиқилган;

фаоллаштирилган ва тузли эритмалар қўлланилган ҳолда толали материалларни намлашнинг усуллари ишлаб чиқилган;

пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш қурилмаларининг рационал технологик ва конструктив кўрсаткичлари аниқланган;

пахта хомашёси ва пахта толасининг дастлабки намликларини жинлашда олинадиган пахта маҳсулотини ва пресланаётган пахта толасининг сифат кўрсаткичларига таъсири аниқланган;

пахта хомашёсини жинлашдан ва пахта толасини эса преслашдан олдин намлашнинг янги комплекс технологиялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

пахта хомашёсини жинлашдан олдин намлаш учун янги самарали технологияси, уни амалга оширишда қўлланиладиган янги қурилма яратилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган;

пахта хомашёсини намлаш учун ишлаб чиқилган қурилманинг рационал технологик ва конструктив параметрлари аниқланган;

пахта толаси ва чигит чиқиши пахтанинг намлигига боғлиқлик кўрсаткичлари баҳоланган, натижада пахта маҳсулотларининг табиий хусусиятларини сақлаб қолишни таъминлайдиган ва унинг чиқимини оширадиган пахтани намлаш технологиясини тавсия этилган;

янги қурилма қўлланиладиган пахта толасини тойлашдан олдин намлашнинг технологияси ишлаб чиқилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган;

толани намлашнинг рационал кинематик, конструктив ва технологик ўлчамларини танлаш учун аналитик ва назарий боғлиқлик тенгламалари аниқланган, натижада толани намлаш қурилмаси ишлаб чиқилган ва тайёрланган;

дастлабки намлиги ҳар хил бўлган пахта толасини узоқ муддат сақланганда тола сифати кўрсаткичларини баҳолаш ва унинг хусусиятларини комплекс прогнозлаштириш амалга оширилган, давлат стандартига пахта толасини намлашнинг янги чегаравий меъёрлари киритилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги пахта хомашёси ва пахта толасининг компонентлари томонидан сорбция жараёнининг математик моделлари қурилганлигига, улар ўрганилаётган соҳада маълум бўлган баҳолаш мезонлари бўйича ҳисоблаш тажрибалари таҳлили ва

моделлаштириш натижаларининг тажрибавий маълумотлар билан таққослашга асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пахта хомашёси намлагичининг нови узунлиги бўйлаб намликни олиш жараёнида намлагичнинг иш унумдорлигига ва намлаш агентининг миқдорига боғлиқлиги, новда ҳаракатланаётган пахта хомашёсига намлагичдан берилаётган намликни математик моделлаштириш масалалари ечимини олинганлиги, толали массанинг алоҳида парчаларга бўлиниш жараёнининг технологияси тола зарраларининг титувчи барабанлардан қисувчи валикларгача ҳаракати давомида намликнинг кўчиш механизми ўрганилганлиги, пахта толасини намлаш қурилмасида қисувчи валиклар зонасида қисилиш жараёнида толали массадаги намлик миқдорини аниқлаш учун ҳисоблаш модели олинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти яратилган намлаш қурилмаси, намлаш агент генератори ҳамда самарали намлаш агентлари пахта хомашёси жинлашдан ва пахта толасини пресслашдан олдин зарур даражада бир текис намланишини, толали материалнинг табиий хусусиятларини сақланишини таъминлайди ва дастлабки намлиги ҳар хил бўлган пахта толасини узок муддат сақланганда тола сифати кўрсаткичларини баҳолаш ва унинг хусусиятларини комплекс прогнозлаштиришни амалга оширади, бу эса давлат стандартига пахта толасини намлашнинг янги чегаравий меъёрларини киритишга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Пахта тозалаш корхоналарида толали материалларни намлашнинг комплекс технологиясини яратиш бўйича ишлаб чиқилган илмий натижалар асосида:

Технологик жараёндаги толали материалларни намлаш усулларига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг тўртта ихтирога патенти олинган («Толали материалларни намлаш усули ва уни амалга оширувчи қурилма», №IAP 02733–2005 й.; «Толали материалларни намлаш усули», №IAP 02731, №IAP 02732 – 2005 й.; №IAP 03995 – 2009 й.). Илмий натижалар босқичма-босқич пахта ва унинг толасини намлаш технологиясини яратиш имконини берган;

пахта хомашёсини жинлашдан ва пахта толасини эса пресслашдан олдин намлаш технологиялари ҳамда толали материалларнинг намлигини аниқлаш қурилмаси “Ўзпахтасаноатэкспорт” Холдинг компанияси корхоналарида, жумладан Тошкент вилояти Чиноз экспериментал ҳамда Бўка пахта тозалаш корхоналарининг технологик тизимига ва Ўзбекистон «Сифат» Марказининг бўлинмалари қошидаги лабораторияларида жорий этилган. («Ўзпахтасаноатэкспорт» Холдинг компаниясининг 2016 йил 30 мартдаги МА-Э/431ХК-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижаларининг ишлаб чиқаришга жорий этилиши пахта толаси ассортиментининг сифатини 5 %га яхшиланишини, ўров ва боғлов материалларининг сарфини ва транспорт харажатларини 1,4 %га

камайишини таъминлайди, намликнинг меъёрдан камлиги сабабли нархдан чегириш ҳолатларига барҳам берилади.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 30 дан ортиқ илмий-техник анжуманларда, жумладан: «Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности» (Россия Федерацияси, Иваново, 2007-2008 й.й.), «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Россия Федерацияси, Иваново, 2013 й.), «Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности» (Беларусь Республикаси, Витебск, 2015 й.), «Развитие науки в XXI веке» (Украина Республикаси, Харьков, 2015 й.), “Cotton: Connecting high tech and nature” (Германия, Бремен, 2016 й.) республика ва халқаро илмий-амалий конференцияларда маъруза кўринишида баён этилган ҳамда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 46 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола нашр этилган ва Ўзбекистон Республикасининг 4 та патенти олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 200 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект 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 очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш муаммосининг ҳозирги ҳолатини баҳолаш”** деб номланган биринчи боби толали материалларни намлаш технологик жараёни ва технологик жараёндаги техникаларнинг ҳозирги ҳолатини таҳлиliga бағишланган.

Ўтказилган таҳлилларга кўра республика пахта тозалаш саноати ишлаб чиқарадиган пахта толаси ўртача 5 фоиз намликка эга бўлиши амалдаги технологиянинг камчилигидан далолат беради ва бу ҳолат толали материалларни намлашнинг янги самарали усуллари ва уни амалга оширувчи қурилмаларни ишлаб чиқиш зарурлигини билдиради.

Толали материалларни намлаш жараёнининг техника ва технологияларига тегишли адабий манбалар, илмий-тадқиқот ишларининг таҳлили давомида аниқландики, ҳозирда пахта хомашёси ва пахта толасини намлашнинг мавжуд маҳаллий ва хорижий усуллари етарли даражада самарадорликка эга эмас, намликни керакли миқдорда ошириб беролмайди ҳамда технологик ва конструктив камчиликларга эга. Ўтказилган тадқиқот натижалари умумлаштирилди, пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш усуллариининг классификацияси шаклида тизимга туширилди.

Пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш масаласининг ҳозирги ҳолатини ўрганиш шу нарсани кўрсатдики, тойлардаги толанинг намлигини технологик меъёрий кўрсаткичларга етказиш учун толали материални 1,5-2,0 % намлаш зарур. Технологик жараённинг биргина нуқтасида намликни бир неча фоизга оширишга эришишга жаҳондаги мавжуд бирорта ҳам толали материалларни намлаш технологиялари имкон бермайди. Шу сабабли, пахта хомашёсини жинлашдан олдин ва пахта толасини преслашдан олдин намлашнинг комплекс, босқичма-босқич технологиясини ишлаб чиқиш зарурлигини таъкидланди.

Диссертациянинг **“Пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш жараёнларининг самарасини ошириш усуллариини ишлаб чиқиш”** деб номланган иккинчи бобида пахта хомашёси ва толасининг тузилиши ва хусусиятлари тўғрисидаги маълумотлар иссиқлик ва масса алмашинуви масалалари билан боғлиқ ҳолда акс этирилган. Пахта хомашёси таркибий қисмларининг тузилиши, унинг намлик билан ўзаро таъсири, намлаш соҳаси бўйича аналитик тадқиқотлар тўғрисида адабиётлардаги маълумотлар таҳлил қилиниб бир тизимга туширилган.

Пахта хомашёси ва пахта толаси намланиш жараёнини таҳлилий тадқиқотлари асосида шу нарса аниқландики, пахта хомашёси таркибий қисмлари ўзининг турли хоссалари ва ички тузилиши билан тавсифланади, бу эса уларнинг гигроскопик ва намлик сифими хусусиятлари ҳар хил бўлишини билдиради. Пахта хомашёсини намлашнинг энг самарали усули аниқланиши бўйича – титилган толали материалга юқори нисбий намликка (80-90 % атрофида) ва юқори ҳароратга (50-70 С°) эга ҳаво ёрдамида намлаш агентининг интенсив аэродинамик таъсири остида намликни шимиб олиши орқали рўй беради.

Маҳаллий ва хорижий олимларнинг олиб борган тадқиқотлари натижалари пахтани дастлабки ишлашнинг ҳар бир жараёнида пахта хомашёси, пахта толасининг технологик намлигини керакли параметрларга эга бўлиши муҳим эканлигини таъкидлайди. Аввал олинган натижалар шуни кўрсатдики, ўта қуруқ (намлиги 5 фоизгача) пахта хомашёси жинланганда, механик шикастланиш ва қусурларнинг ортиши ҳисобига тола узунлигининг камайишига олиб келади. Аксинча, юқори намликка эга (8,5 % кўпроқ) пахта хомашёси жинланганда жинларнинг иш унумдорлиги пасайишига, чигитларнинг механик шикастланишига ва турли тарздаги қусурларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Шу сабабларга кўра маҳаллий ва хорижий амалиётда пахта хомашёсини жинлашдан олдин 7,5-8,5 % намлаш тавсия этилади.

Пахта толасини преслашдан олдин намлаш толадаги статик электрланганлик даражасини пасайтиради, тойларни меъёрий массасига етказиш учун керак бўладиган тола ҳажмини камайтиради, преснинг тойлаш вақтидаги зичловчи кучини ҳам пасайтиради. Пахта толасини преслашдан олдин оптимал технологик намлиги 7,5-8,5 % ораликда бўлиши лозим.

Диссертациянинг **“Пахта хомашёсини намлашнинг янги усулини ишлаб чиқиш”** деб номланган учинчи бобида ишлаб чиқиладиган пахта хомашёсини намлаш технологиясига мос келадиган асословчи мезонлар аниқланган.

Ишлаб чиқилаётган пахта хомашёсини намлагичи намлаш камераси кўринишида бўлиб, уни УХК (1ХК) пахта тозалаш агрегатининг қия чиқиш тарновига ўрнатиш тавсия этилади. Намлагичнинг иш принципи УХК (1ХК) пахта тозалаш агрегатидан чиқаётган пахта хомашёсининг оқимига юқори намликка (нисбий намлиги 85-90 % атрофида ва юқори ҳарорат 70 С° атрофида) эга бўлган намлаш агентини йўналтирган ҳолда ишлашдан иборат. Намлаш агентини пахта хомашёсининг қия нов бўйлаб тушиб келаётган оқимига йўналтиришни ташиш юзаси томонидан амалга ошириш кўзда тутилган. Бунинг учун нов юзасининг ўзинамлаш агенти ўтишини таъминлаш учун жалюзали панжара кўринишида ишланган. Бу ҳолатда, пахта чиқариш новининг жалюзали юзасида ҳаракатланаётган пахтанинг юпка қатламига жалюзали юзанинг тирқишларидан чиқадиган намлаш агенти буғи билан ишлов берилади. Иссиқлик ва масса алмашинуви жараёнларининг самарадорлигини ошириш мақсадида, хусусан намлаш агентининг ишланаётган толали чигитларга аэродинамик тасирини

таъминлаш мақсадида камеранинг юқори қисмида ишлатилган намлаш агентини сўриб олиш учун диффузор кўринишидаги қувурча улаб қўйилиши тавсия этилди.

Жараённинг тугал схемасини аниқлаш, пахта хомашёсини намлаш янги қурилмасининг техник ва конструктив параметрларини аниқлаш учун намлаш жараёни параметрларининг назарий тадқиқотлари ўтказилди.

Хусусан, намлагич новида ҳаракатланаётган пахта хом ашёси оқимининг босим, зичлик, тезлик ва намлик қийматларининг ўзгариш тавсифлари таҳлил қилинди.

Оғирлик кучи таъсири остида пахта хомашёсининг ўзгармас ва бир ўлчамли ҳаракати Эйлернинг оқим учун тенгламаси билан ифодаланади:

$$\rho v S \frac{dv}{dx} = -\frac{d(Sp)}{dx} + \rho g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

бу ерда v - оқим тезлиги, ρ - оқим зичлиги, p - новнинг ихтиёрий кесимидаги оқим босими, α - нов ва горизонтал юза орасидаги бурчак, μ - пахта хомашёси оқимининг ва новнинг юзаси орасидаги ишқаланиш коэффиценти, $g=9,81 \text{ м/с}^2$ эркин тушиш тезланиши.

(1)-тенгламани ечиш учун новдаги ихтиёрий кесим юзасидан ўтаётган оқим сарфининг сақланиши (доимийлиги) қонуни ва қуйидаги зичлик ҳамда босим ўртасидаги боғлиқликни ифодаловчи формуладан (ҳолат тенгламаси) фойдаландик:

$$\rho S v = \rho_0 S_0 v_0 = Q_0, \quad \rho = f(p) \quad (2)$$

бу ерда, ρ_0, v_0, S_0 - новнинг бошланғич кесим юзасидаги зичлик, тезлик ва кесим юзаси майдони, Q_0 - толали материалнинг сарфи.

Новнинг кўндаланг кесим юзаси майдони S пахта хомашёсининг зичлиги ҳамда босими ўртасидаги боғлиқликни ўзгарувчи x бўйлаб ифодаловчи функция f , бўлиб, қуйидаги чизиқли қонунлар бўйича ўзгаради:

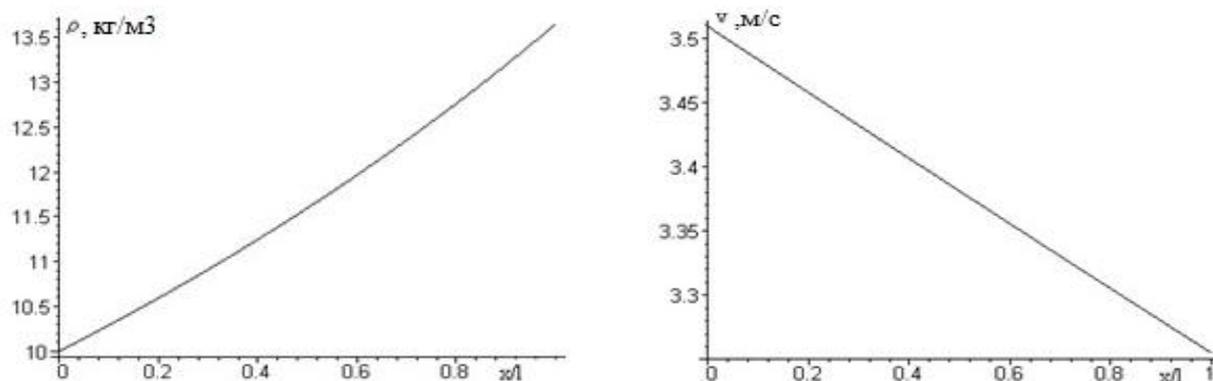
$$S = S_0(1 - kx/l), \quad f = \rho_0 + B(p - p_0) \quad (3)$$

бу ерда, $S_0 = L_0 h_0$, $k = (L_0 - L_1)/L_0$ - новнинг торайиш коэффиценти, L_0, L_1 - новнинг бошланғич ва охириги кесим юзаларидаги эни, м, h_0 - новнинг қалинлиги, м, B - мойиллик коэффиценти, $\text{с}^2/\text{м}^2$.

Тезлик ва зичликни (2) ифода ёрдамида чиқариб ташлаб, тенглама (1) ни босим $p(x)$ -га нисбатан қуйидагича ёздик;

$$\frac{dp}{dx} = \frac{S^2 f(p)}{f^2(p) S^2 - Q_0^2 f'(p)} \left[\frac{Q_0^2 - pf(p) S^2}{f(p) S^3} \frac{dS}{dx} + f(p) g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right] \quad (4)$$

1-расмда пахта хомашёси оқими зичлиги ва тезлигининг нов узунлиги бўйлаб тарқалиш графиклари акс этирилган. Ҳисобларда: $Q_0=6000 \text{ кг/соат}$, $\rho_0=10 \text{ кг/м}^3$, $L_0=1,9 \text{ м}$, $L_1=0,4 \text{ м}$, $l=2 \text{ м}$, $h_0=0,04 \text{ м}$, $\alpha=60^\circ$ градус, $B=0,008 \text{ с}^2/\text{м}^2$, $\bar{p} = p/\rho_0 g l = 0,025$ тенг деб қабул қилинган.



1-расм. Пахта хомашёси оқими зичлиги ва тезлигининг нов узунлиги бўйлаб тарқалиш графиклари

Келтирилган графиклардан кўришиб турибдики, қабул қилинган дастлабки маълумотларда пахта хомашёсининг параметрлари чизиқли қонун бўйича ўзгаради.

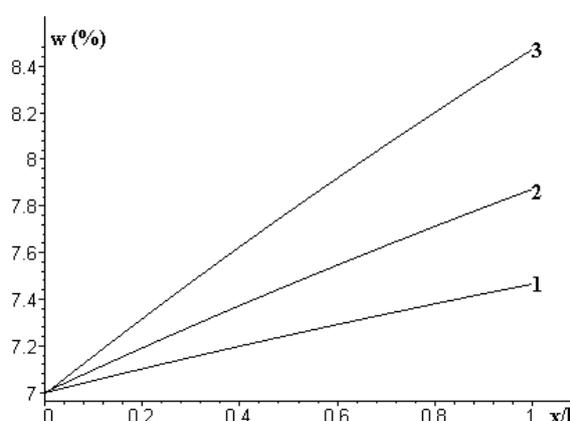
Доимий намликка эга бўлган намлаш агенти ва пахта хомашёси оқими ўртасидаги намлик w_c алмашиш жараёни Ньютон қонунига кўра рўй беради. Намлик кўчирилишининг тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$Cv(x) \frac{dw}{dx} = \beta(w_c - w) \quad (5)$$

бу ерда, C - пахта хомашёсининг намлик сифими, β - пахта хомашёси ва намлиги w_c бўлган ҳаво ўртасидаги намлик алмашинуви коэффиценти, $v = Q_0 / f(p)S(x)$.

(4) ва (5) тенгликлар пахта хомашёси оқими зичлиги ва тезлигини аниқлашга имкон берадиган тенгламалар системасини ҳосил қилади ва у $p = p_0$, $w = w_0$ ($x = 0$ га тенг бўлганда) бошланғич шартларда интегралланади.

2-расмда намлик агентининг турли қийматлари учун новнинг узунлиги бўйлаб намлик тарқалиш графиклари келтирилган. Ҳисобларда: $Q_0 = 6000$ кг/соат, $\rho_0 = 10$ кг/м³, $L_0 = 1,9$ м, $L_1 = 0,4$ м, $l = 2$ м, $h_0 = 0,04$ м, $\alpha = 60^\circ$ градус, $B = 0,008$ с²/м², $\beta l \rho_0 S_0 / Q_0 C = 0,1$, $\bar{p} = p / \rho_0 g l = 0,025$ тенг деб қабул қилинган.



1 - $w_c = 30\%$, 2 - $w_c = 50\%$, 3 - $w_c = 80\%$

2-расм. Намлаш агенти нисбий намлиги w нинг турли қийматлари учун новнинг узунлиги бўйлаб намлик w_c нинг тарқалиши

Графиклар таҳлилидан маълум бўлишича, пахта хомашёси томонидан намликни шимиб олиш (сорбциялаш) жараёнлари намлаш агенти нисбий намлигининг юқори параметрларида энг интенсив ҳолда рўй беради.

Пахта хомашёсининг ҳар бир компонентида намлик алмашинуви жараёнлари Ньютон қонунига кўра, нафақат ташқи муҳит билан, балки компонентлар орасида ҳам рўй беради. Пахта хомашёсининг компонентлари ва ташқи муҳит (ҳаво) ўртасида Ньютоннинг кубли боғланишга кўра ва компонентлари ўртасида чизикли қонун бўйича амалга ошади.

$w_1(x)$ ва $w_2(x)$ орқали оқимнинг ихтиёрий кесимидаги толалар ва чигитларнинг намлигини белгилаймиз. Намлик кўчишининг тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$(1-m)v(x)\frac{dw_1}{dx} = \frac{d}{dx}\left(k_1(w_1)\frac{dw_1}{dx}\right) + \beta_{1c}(w_c - w_1)^3 + \beta_{12}(w_2 - w_1) \quad (6)$$

$$mv(x)\frac{dw_2}{dx} = \frac{d}{dx}\left(k_2(w_2)\frac{dw_2}{dx}\right) + \beta_{2c}(w_c - w_2)^3 - \beta_{12}(w_2 - w_1) \quad (7)$$

бу ерда, m - пахта хомашёси ҳажм бирлигидаги чигитларнинг ҳиссаси, $k_i(u_i)$ - тола ($i=1$) ва ($i=2$)- чигитларнинг намлик ўтказиш коэффициентлари, β_{1c} , β_{2c} - тегишли ҳолда тола ва ҳаво, β_{12} - чигитлар ва ҳаво ўртасидаги намлик алмашинуви коэффициентлари. Оқим тезлиги босим орқали қуйидаги формула билан ифодаланади $v = Q_0 / f(p)S(x)$.

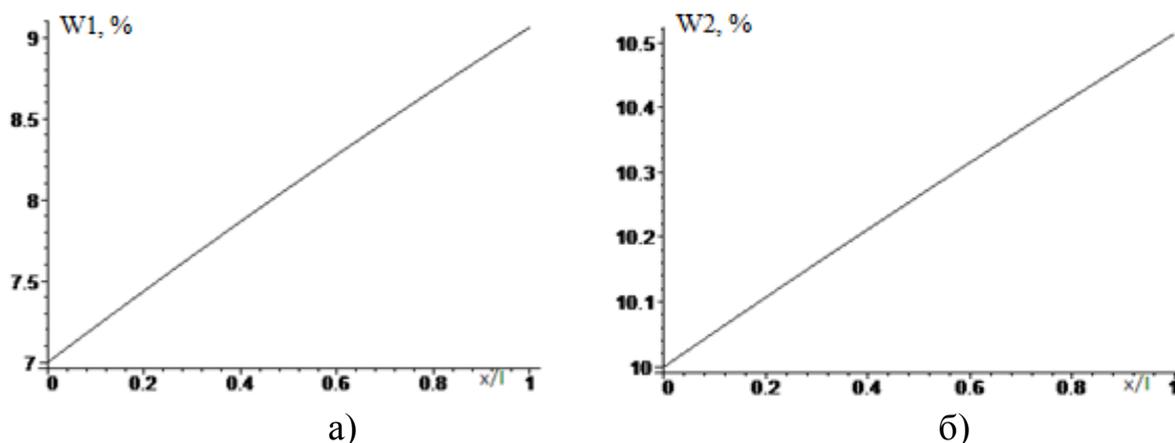
(4), (6), (7) тенгликлар p -босимни, пахта хомашёси оқимидаги компонентлар намлиги w_1 ва w_2 ни аниқлаш учун тенгламалар системасини ҳосил қилади ва қуйидаги чегаравий шартларда интегралланади $p = p_0$, $w_1 = w_{10}$, $w_2 = w_{20}$ $x = 0$ га тенг, $w_1 = w_{11}$, $w_2 = w_{21}$ $x = l$ га тенг бўлганда.

(6), (7) тенгламаларда $k_i(w_i)\frac{d^2w_i}{dx^2}$, ($i=1,2$) ҳадлари диффузион ташкил этувчилар бўлиб, уларни қатламнинг катта тезликларида ҳисобга олмасам ҳам бўлади. Бу ҳолда (6), (7) тенгламалар $\frac{dw_1}{dx}$ ва $\frac{dw_2}{dx}$ ҳосилаларга нисбатан ечилади:

$$\frac{dw_i}{dx} = \frac{m_i v(x) - \sqrt{m_i^2 v(x)^2 - 4k'_i(w_i)[\beta_{ic}(w_c - w_i)^3 + (-1)^{i-1}\beta_{12}(w_2 - w_1)]}}{m_i v(x)} \quad (i=1,2) \quad (8)$$

бу ерда, $m_1 = 1 - m$, $m_2 = m$.

3-расмда тола $w_1(\xi)$ ва чигитлар $w_2(\xi)$ намлигининг ўлчамсиз $\xi = x/l$ координатлар системасида нов узунлиги бўйлаб $m=0,6$ қиймати учун (пахта хомашёси таркибидаги чигитнинг ўртача миқдори – 60 фоиз бўлганда) тарқалиш графиги келтирилган. Ҳисобларда: $Q_0=6000$ кг/соат, $P_0=10$ кг/м³, $L_0=1,9$ м, $L_1=0,4$ м, $l=2$ м, $h_0=0,025$ м, $P_0 = 100$ Па, $B=0,008$ с²/м², $\mu=0,3$, $\alpha=60^\circ$ градус, $k'_1 = k'_2 = 1$, $w_c = 100\%$, $w_{10} = 7\%$, $w_{20} = 10\%$, $\beta_{1c}=0,005$ с⁻¹, $\beta_{2c}=0,003$ с⁻¹, $\beta_{12} = 0,001$ с⁻¹ га тенг деб қабул қилинган.



3-расм. Тола ва чигитлар намлигининг нов узунлиги бўйича тарқалиши

Ҳисоблар натижаларининг таҳлили кўрсатиши бўйича, ҳар бир компонентнинг намлиги нов узунлиги бўйлаб чизиқли қонун бўйича тарқалади. Бунда масаланинг танланган параметрлари учун қаттиқ компонентдаги (чигитлардаги) намлик аҳамиятсиз даражада ошади.

Шундан сўнг, ўйланган технологик жараён бўйича пахта хомашёси оқими намлаш агенти билан биргаликда эжекцион воронкага узатилади ва нов охирида ўрнатилган вертикал қувурга сўрилади ва у ерда аррали жинлар батареяси таъминлагичининг устига ўрнатилган сепараторлар ҳосил қилган бўшлиқ ҳисобига жинларга тушади. Ушбу бобда қувурнинг вертикал ҳаво оқимида ҳаракатланаётган пахта хомашёси ва унинг компонентлари намлаш масаласи кўп фазали муҳитларнинг намлик алмашиш жараёнлари ҳисобга олинган ҳаракат назариясини қўллаш асосида назарий жиҳатдан ўрганиб чиқилди.

Фараз қиламиз, қаттиқ зарралар (чигитлар) ва толалар зичлик $\rho_2(x)$ ва тезлик $u_2(x)$ билан ҳаракатланаётган яхлит механик системани ташкил этади. Қувурнинг ихтиёрий кесим юзасидаги оқимнинг ва пахта хомашёсининг ҳаракати тенгламаси Х.А. Раҳматулиннинг кўп компонентли муҳит моделига кўра қуйидагича ифодаланади:

$$\rho_1 u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^0} \frac{\partial p}{\partial x} + k_o(u_2 - u_1), \quad (9)$$

$$\rho_2 u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = -\frac{\rho_2}{\rho_2^0} \frac{\partial p}{\partial x} + k_o(u_1 - u_2) + \rho_2 g \quad (10)$$

бу ерда, u_1 , ρ_1 - ҳавонинг тезлиги ва келтирилган зичлиги, p - иккала компонент учун умумий босим, k_o - ўзаро таъсир коэффициентини.

Таркибида қаттиқ зарралар ва ҳаво бўлган пахта хомашёси массаси ҳаракатдаги оқимида намлик кўчишининг стационар тенгламаси Ньютон қонуни бўйича қуйидаги кўринишга эга:

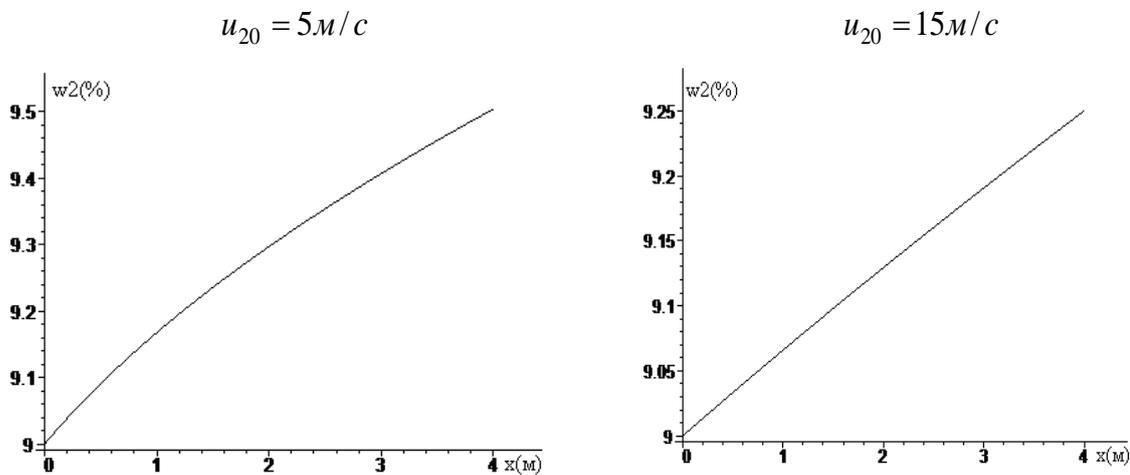
$$u_1 \frac{\partial w_1}{\partial x} = \beta_{13}(w_3 - w_1) + \beta_{12}(w_2 - w_1), \quad (11)$$

$$u_2 \frac{\partial w_2}{\partial x} = \beta_{23}(w_3 - w_2) + \beta_{12}(w_1 - w_2), \quad (12)$$

$$u_2 \frac{\partial w_3}{\partial x} = \beta_{13}(w_1 - w_3) + \beta_{23}(w_2 - w_3) \quad (13)$$

бу ерда, $w_1(x)$, $w_2(x)$, $w_3(x)$ -тегишли ҳолда ҳаво, пахта хомашёси толаси ва чигитининг намлиги, β_{12} ва β_{13} ҳаво, пахта хомашёси толаси ва чигити ўртасида намлик алмашинуви коэффиценти, β_{23} - пахта хомашёси компонентлари ўртасидаги намлик алмашинуви коэффиценти.

4-расмда қувур узунлиги бўйлаб пахта хомашёсини қувурга узатилиш тезлигининг икки қиймати учун тола намлиги ўзгаришининг $w_1 = w_{1H}$, $w_2 = w_{2H}$, $w_3 = w_{3H}$ бошланғич шартлари учун $x=0$ га тенг бўлгандаги графиклари келтирилган. Ҳисобларда қўшимча равишда қуйидагилар $u_1 = 30$ м/с, $w_{1H} = 80\%$, $w_{2H} = 9\%$, $w_{3H} = 12\%$, $\beta_{12} = 0,015$ с⁻¹, $\beta_{13} = 0,005$ с⁻¹, $\beta_{23} = 0,01$ с⁻¹ қабул қилинган.



4-расм. Қувур узунлиги бўйлаб пахта хомашёсини қувурга узатилиш тезлиги u_{20} нинг икки қиймати учун тола намлиги (w_2) нинг ўзгариши

Графикларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, пахта хомашёсини қувурга узатилиш тезлиги тола таркибидаги намликнинг пасайишига олиб келади.

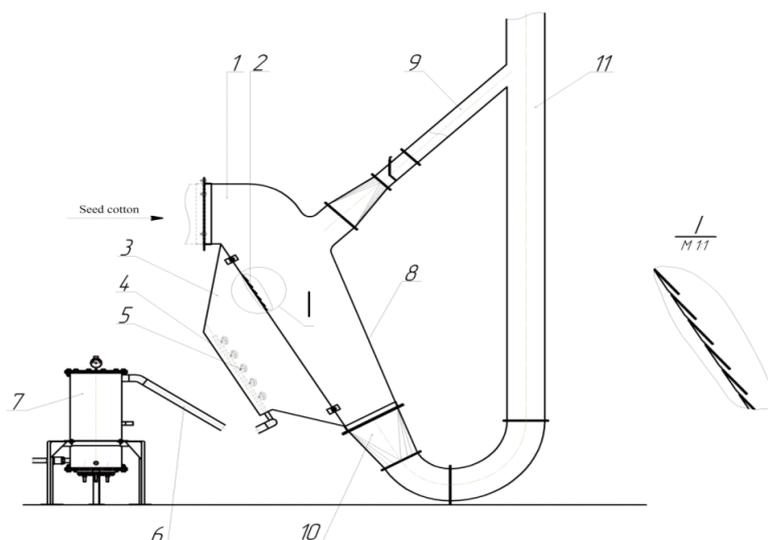
Диссертациянинг “Пахта хомашёсини намлаш учун янги қурилмани ишлаб чиқиш ва уни синаш” деб номланган тўртинчи бобида пахта хомашёсини жинлашдан олдин намлаш қурилмасини ва намлаш агенти генераторини ишлаб чиқиш бўйича амалга оширилган ишларнинг натижалари келтирилган. Ўтказилган экспериментал тадқиқотлар давомида пахта хомашёсини жинлашдан олдин намлашнинг толали материалнинг табиий хусусиятлари сақланишини ва чиқимининг оширилишини таъминлайдиган рационал параметрлари аниқланган.

Ўтказилган таҳлилий ва назарий тадқиқотлар натижалари бўйича УХК (1ХК) агрегатидан чиқиб турган юпка ва титилган хомашё қатламини иссиқ ва намли намлаш агент билан ишлов бериш кўзда тутилган пахта хомашёсини намлаш қурилмаси УХС нинг бир неча варианты ишлаб чиқилди. Шундай қурилманинг намлаш камераси (бункер) кўринишидаги

бир варианты УХК (1ХК) агрегатининг тушириш новида ўрнатилгани 5-расмда келтирилган.

Жараён давомида тозаланган ва титилган пахта хомашёси УХК (1ХК) агрегатидан бир текис оқим бўлиб чиқади ва бункер 1 нинг жалюзали 2 панжарасининг юқори девори бўйлаб ҳаракатланади, бунда 7 буғ ҳосил қилгичдан 6 қувур бўйлаб 3 камерага 5 форсункалар орқали босим остида иссиқ буғ кўринишидаги намлаш агенти узатилади. У эса ўз навбатида пахта хомашёсининг титилган оқимини 2 жалюзали панжаранинг тирқишлари орқали, 9 қисқа қувур орқали сўрилиши ҳисобига намлайди. Шундан сўнг пахта хомашёсининг намланган оқими иссиқ намлаш агенти билан бирга 1 бункернинг қуйи қисмига ҳаракатланади ва бу ерда 11 ташиш қувурига уланган эжекцион 10 воронкага уланган 11 қувур орқали жинлаш батареясига етказилади.

Юқорида келтирилган усул ва пахта хомашёсини жинлашдан олдин намлаш қурилмаси Ўзбекистон Республикасининг фойдали модел учун UZ №FAP 00800 сонли “Пахта хомашёсини намлаш қурилмаси” ва UZ №FAP 00957 сонли “Пахта хомашёсини намлаш қурилмаси” номли патентлари билан ҳимояланган.



- 1- бункер, 2- жалюзали панжара, 3- иссиқ намлаш агентини узатиш камераси,
 4 - бункернинг пастки девори, 5- форсунка, 6- қувур, 7- намлаш агенти генератори,
 8- бункернинг қарама-қарши девори, 9 -иссиқ намлаш агентини сўриб олувчи қисқа қувур,
 10 -эжекцион воронка, 11- ташиш қувури

5-расм. Пахта хомашёси намлагичининг умумий кўриниши ва схемаси

Ишлаб чиқилган намлаш агентининг генератори (5-расм) электродсимон кўринишга эга бўлиб, буғ ва ҳавода чангланган ҳолдаги майда дисперсли зарралар (яъни ҳўл буғ) аралашмаси кўринишидаги агент ишлаб чиқаришни таъминлайдиган қурилмадан иборат. Буғ генераторининг унумдорлиги 0,75 л/мин. ёки 45 л/соатни ташкил этади. Ишлаб чиқарилаётган буғнинг ҳарорати 140 С° , нисбий намлиги 100 % -га яқин. Атрофдаги ҳаво билан аралашганда, ҳарорати 70 С° ва нисбий намлиги 80 фоиз бўлган буғ-ҳаволи

аралашма ҳосил бўлади. Тегишли ҳолда агентдаги сувли буғнинг ҳажм оғирлиги $Y_n = 157,78 \text{ г/м}^3$ ни ташкил этади.

УХС русумли пахта хомашёсини намлаш қурилмасини тажриба саноат намунаси ЭБГ русумли намлаш агенти генератори билан агрегат кўринишида малакавий синовлари Тошкент вилоятининг Чиноз пахта тозалаш корхонасида ўтказилди ва қурилма пахта хомашёсини 0,5 фоизгача намланишини таъминлай олиш имкониятига эгаллигини кўрсатди.

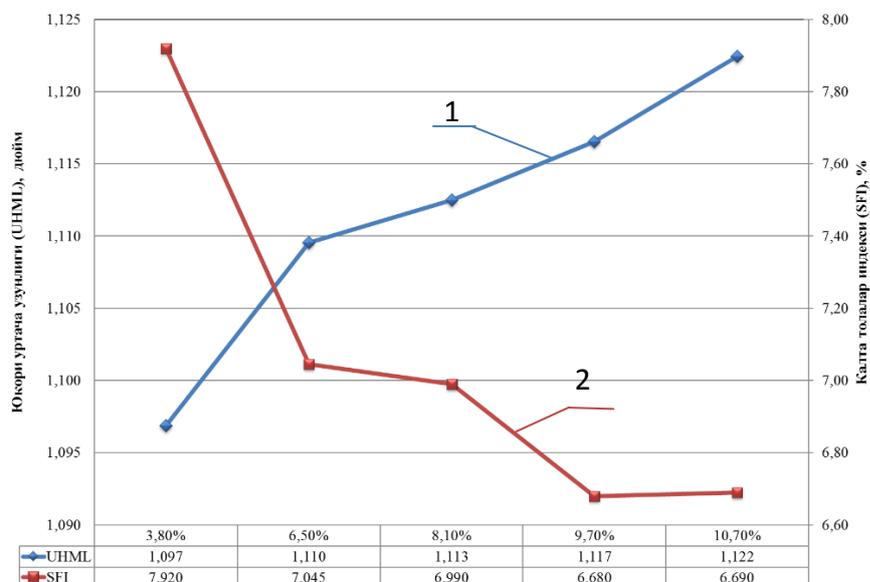
Турли миқдорда намланган пахта хомашёсини жинлаш орқали олинган пахта толасининг сифат кўрсаткичларини баҳолаш шуни кўрсатдики, микронейр, пишиқлик, узайиш, нур қайтариш коэффиценти, сарғишлик даражаси каби пахта толасининг кўрсаткичлари жинланаётган пахта хомашёсининг намлигига боғлиқ эмас ва амалда ўзгармай қолади. Бироқ, жинланаётган пахта хомашёсининг намлиги юқори ўртача узунлик, узунлик бўйича бир хиллиги сингари кўрсаткичларга сезиларли таъсир кўрсатади.

Шунга асосан, 7,64 % намланган пахта хомашёсини жинлашдан олинган толанинг юқори ўртача узунлиги 7,13 % намланган пахта хомашёсини жинлашдан олинган толанинг юқори ўртача узунлигидан 0,005 дюймга узунроқ эканлиги аниқланди. Пахта хомашёси намлигининг бор йўғи 0,5 % ўзгариши толанинг модал масса узунлиги 0,2 мм га, штапел масса узунлигини 0,21 мм га, ўртача масса узунлиги 0,82 мм га сақланишини таъминлади. Намланмаган пахта хомашёсини жинлашдан олинган тола намуналаридаги калта толаларнинг фоизи намланган пахта хомашёсиникига нисбатан 2,13 фоизга юқорироқ бўлиб чиқди.

Жинлаш жараёнидан олдинги пахта хомашёсининг оптимал технологик намлигини амалдаги селекцион навлар ва замонавий технологик ускуналар тизимига қўлланган ҳолда илмий асослаш мақсадида жинлашдан олдинги пахта хомашёсини турли даражадаги дастлабки намлигининг пахта толаси сифат кўрсаткичларига ва чиқишига таъсирини ўрганиш бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Натижада намлиги 3,8 %, 6,5 %, 8,1 %, 9,7 %, 10,7 % намликка эга бўлган пахта хомашёси жинланганда, толанинг энг юқори чиқиши пахта хомашёсининг 8,1 % намлигида қайд этилди. Синовлар давомида жинланаётган пахта хомашёсининг намлиги толанинг солиштирма узилиш кучи, юқори ўртача узунлик, калта толалар фоизи ва узунлиги бўйича бир хиллиги каби кўрсаткичларга сезиларли таъсир кўрсатиши аниқланди.

Шунга кўра, 10,7 % намликка эга пахта хомашёси жинланганда олинган толанинг юқори ўртача узунлиги, 3,8 % намликка эга пахта хомашёси жинланганда олинган толаникига нисбатан 0,025 дюймга ёки 1 код штапел узунлигига кўпроқ эканлиги қайд этилди. Бунда калта толалар фоизи 7,92 % дан 6,69 %гача яъни 1,23 %га тегишли ҳолда камайди (6-расм).

Пахта толасининг чиқиш ва сифат кўрсаткичларини ўрганиш бўйича амалга оширилган тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, жинлаш технологияси учун пахта хомашёсини жинлашдан олдинги энг оптимал намлик диапазони 7,5-8,5% га тенг экан.



6-расм. Пахта хомашёси намлигига боғлиқ ҳолда юқори ўртача узунлик (1) ва калта толалар индекси (2) кўрсаткичларининг ўзгариш динамикаси

Курилмани пахта тозалаш саноатига жорий этилишида келадиган иқтисодий самарасини аниқлаш бўйича бажарилган ҳисоблар шуни кўрсатдики, 1 тонна пахта толаси учун унинг миқдори 28839,36 сўмни ташкил этади.

Диссертациянинг “**Пахта толасини намлашнинг янги усулини ишлаб чиқиш**” деб номланган бешинчи бобда пахта толасини пресслашдан олдин намлашнинг янги усулининг параметрларини назарий-экспериментал тадқиқотлари келтирилган.

Таклиф этилаётган усул толанинг бутун ҳажми бўйлаб самарали ва бир текис намликка тўйинишини таъминлайди. Қўйилган масала конденсордан кейинги тола холстини алоҳида майда бўлақларга бўлган ҳолда маҳсус камерада намлаш агенти билан намлаб, яна қайтадан пресслашдан олдинги холст шаклига келтириш орқали ҳал қилинади.

Пахта толаси холсти намлагичнинг титувчи барабанлари зонаси орқали ўтиш жараёнида титилган толали масса ҳосил бўлади, сўнгра ундан чиқишда оғирлик ва марказдан қочма кучларнинг таъсири остида алоҳида бўлақларга бўлинади.

Титилиш зонасидаги муҳит мувозанати тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\frac{dy}{dx} - yz_0(x) + \gamma_0 b = 0 \quad (14)$$

бу ерда $y = pb$, $z_0 = \frac{k}{LR}(x + \mu\sqrt{R^2 - x^2}) - B\gamma_0$, $\gamma_0 = \rho_0 g$, ρ_0 - маҳсулотнинг бошланғич (узатилгунга қадар) зичлиги, ρ - материалнинг ихтиёрий кесим юзасидаги зичлиги, $b = b(x)$ - толали массанинг титилиш зонасидаги ўзгарувчан қалинлиги, м, μ - материал холсти ва валиклар ўртасидаги ишқаланиш коэффициентини, L - валиклар эни, м, a - титилиш узунлиги, м,

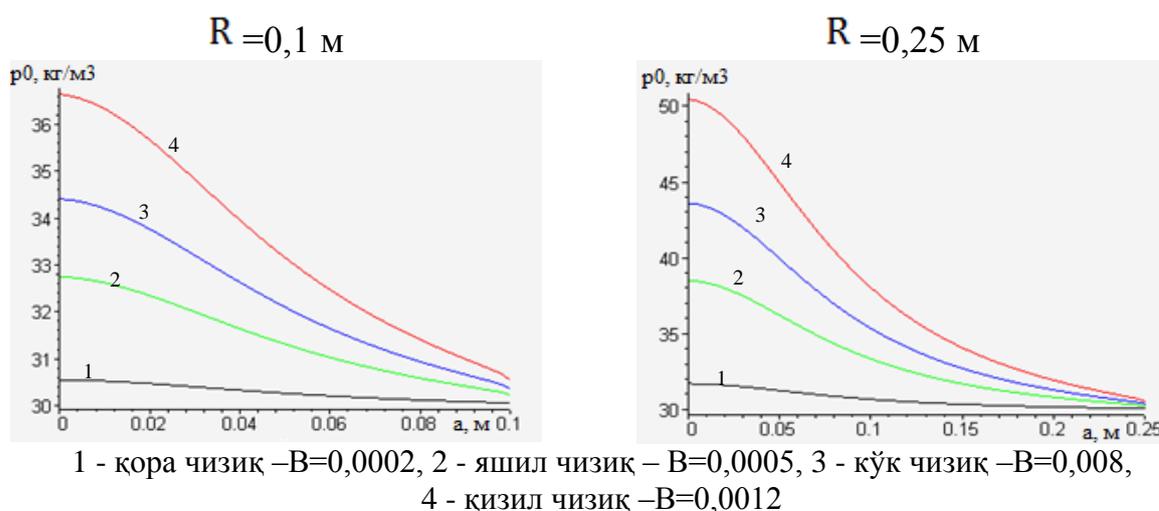
R - валиклар радиуси, м, B - тажриба йўли билан аниқланадиган мойиллик коэффициентини, c^2/m^2 , k - ён томондан босим коэффициентини.

Маҳсулотнинг ихтиёрий юзасидаги босим P ва зичлик ρ қуйидаги формулалар билан ҳисобланади:

$$\rho = y(x)/b(x) \quad (15)$$

$$\rho = \rho_0[1 + By(x)/b(x)] \quad (16)$$

7-расм да титилиш баландлиги бўйлаб мойиллик коэффициентини B ва барабанлар радиусининг R турли қийматларида зичликнинг тарқалиши кўрсатилган. Ҳисобларда қуйидагича қийматлар қабул қилинган: $R=0,14$ м, $a=0,14$ м, $L=1$ м, $k=0,5$, $\mu=0,3$, $b_0=0,03$ м, $\rho_0=30$ кг/м³.



7-расм. Қисилиш баландлиги бўйлаб барабанларнинг турли қиймати R учун ва мойиллик коэффициентини B (Па^{-1}) да маҳсулот зичлиги ρ (кг/м^3) нинг тарқалиши

(16)-чи ифодани h_0 - қалинлик полосаси ва a - баландлик бўйича интеграллаб, биринчи секцияда ажралаётган парчанинг массасини топамиз:

$$m = Lh_0 \int_0^a \rho(x) dx \quad (17)$$

Интеграл (17) ни миқдор бўйича ҳисоблаш натижасида олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, массаси энг кам ва ўртача зичликка эга бўлган толани шакллантириш ва кейинги босқичда янада самаралироқ нам шимиш жараёнини таъминлашга пичоқли барабанлар орасидаги тирқишни b_0 катталаштирилганда эришилади, бунда пичоқли барабан радиуси R ва мойиллик коэффициентининг B қийматлари камайтиради.

Шу сабабли, b_0 ни 0,05 м га тенг қилиб ўрнатиб, пичоқли барабан радиусини $R=0,14$ м, барабанлардаги пичоқлар қаторининг сонини 4-тадан 6-тага кўпайтиришга қарор қабул қилинди.

Ушбу бобда ҳаракатланаётган толали масса парчасида намлик кўчиши жараёни тадқиқ этилган. Намликнинг $w(r,t)$ сферасимон кординаталар системасида тарқалиш тенгламаси қуйидагича ифодаланади.

$$c\rho_0 \frac{\partial w}{\partial t} = k_e \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial w}{\partial r} \right) \quad (18)$$

бу ерда c - солиштирма намлик сифими, $\text{кг}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{М})$, k_e - нам ўтказиш коэффициентини, ρ_0 - куруқ маҳсулотнинг дастлабки зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Шар марказидаги намлик вақт давомида қуйидаги қонун бўйича ўзгаради:

$$w(0,t) = w_0(t) + w_0(0) \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \left\{ \frac{\beta_k \exp(-\beta_k t) - \mu \exp(-\mu t)}{\beta_k - \mu} \right\} \quad (19)$$

$$\text{бу ерда } \beta_k = \chi \pi^2 k^2, \quad b_k = \frac{2(-1)^{k+1}}{\pi k}, \quad \chi = \frac{k_e}{c\rho_0}, \quad w_0 = \exp(-\alpha \sqrt{x})$$

Ҳосил бўлган формула (19) га кўра шар марказидаги намлик $w_0(t)$ - қийматига вақтнинг энг катта қийматларида, яъни $t \rightarrow \infty$ - да эришади. Маълумотларнинг таҳлилига кўра, шар (парча) марказидан турли масофада бўлган нуқталардаги $\chi = k_e / c\rho_0$ - параметри сезиларли таъсир кўрсатади. Бу қийматнинг ўсиши билан (мос равишда, парча зичлиги камайганда) шар ичига намликнинг кириши (диффузияси) сезиларли даражада ортади. Бу параметрнинг ўсиши парчаларнинг нисбатан янада кўпроқ титилган ҳолатида фойдаланиш мақсадга мувофиқлигини кўрсатади ва бу намлаш жараёнининг самарадорлиги ошишига олиб келади.

Тадқиқотлар давомида ўзгарувчан тўғри тўртбурчак кесим юзали камерада пастга қараб ҳаракатланаётган толали массанинг бир ўлчамли намланиш жараёни кўриб чиқилди. Аралашмалар компонентининг бир ўлчамли ҳаракати ва массаларнинг сақланиш қонуни Х.А. Рахматулиннинг модели бўйича қуйидагича ифодаланеди:

$$\rho_0 u_0 s \frac{du_0}{dx} = - \frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} + sk(u_1 - u_0) \quad (20)$$

$$\rho_1 u_1 s \frac{du_1}{dx} = - \frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} - sk(u_1 - u_0) \quad (21)$$

бу ерда, $\rho_0 u_0 s = u_{00} \rho_{00} s_0 = const$, $\rho_1 u_1 s = u_{10} \rho_{10} s_0 = const$, $\rho_0 = m \rho_0^{(0)}$, $\rho_1 = (1-m) \rho_1^{(0)}$, k - ёпишқоқ ишқаланиш коэффициентини, s_0 - $x=0$ бўлгандаги камера кесимининг эни, s_1 - камерани қуйи кесимининг эни, м.

Толали масса зарралари ҳаракатига қарама-қарши йўналган намлаш агентининг оқими таъсир қилади. Намлаш жараёнини стационар ҳаракат деб ҳисоблаб, намлаш агентининг тегишли ҳолда тезлиги ва намлигини $u_0(x)$, $w_0(x)$ орқали (индекс-0) ва $u_1(x)$, $w_1(x)$ толали массанинг (индекс-1) белгилаймиз.

Ҳаво ва толали масса ўртасида намлик алмашиш тенгламасини стационар намланиш режимида тенгламалар системаси кўринишида ифодалаймиз:

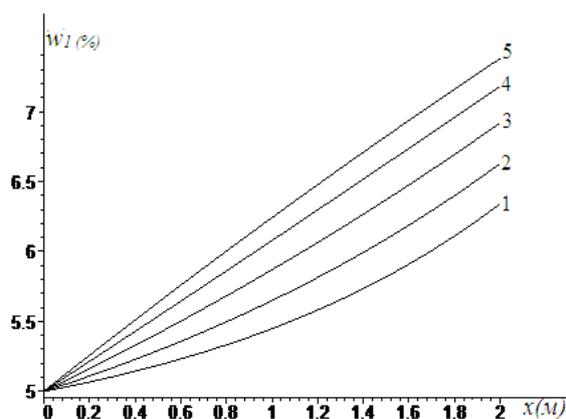
$$m_0 u_{00} \frac{dw_0}{dx} = \beta(w_1 - w_0) / s_0, \quad (1-m_0) u_{10} \frac{dw_1}{dx} = \beta(w_0 - w_1) / s_0 \quad (22)$$

бу ерда, m - толали массанинг тегишли ҳолда келтирилган ғоваклиги u_{00} , u_{10} ва m_0 - $x = 0$ кесимдаги зичлик, ҳаво тезлиги, толали масса маълум қийматлари.

8-расмда тола харакатига қарши томондан келаётган намлаш агенти тезлигининг турли қийматларида тола намлигининг шахта баландлиги бўйлаб тарқалиш графиклари келтирилган. Ҳисобларда қуйидагилар қабул қилинган: $\beta = 0,05 \text{ c}^{-1}$, $m_0 = 0,3$, $u_{10} = 5 \text{ м/с}$, $w_{10} = 5 \%$, $h = 2 \text{ м}$.

Олинган маълумотлар намлаш агенти ва толали материалнинг ўзаро аэродинамик таъсири, унинг интенсивлиги ортиши билан намлик алмашиш жараёнининг динамикаси ортишидан далолат беради.

Толали материалнинг қисувчи валиклар зонасида қисилиш пайтида намланиш жараёнини моделлаштириш учун, қурилманинг қуйи қисмида пахта толаси холстининг шаклланиш жараёни кўриб чиқилган эди.



1 - $u_{00} = -2 \text{ м/с}$, 2 - $u_{00} = -3 \text{ м/с}$, 3 - $u_{00} = -5 \text{ м/с}$, 4 - $u_{00} = -10 \text{ м/с}$, 5 - $u_{00} = -30 \text{ м/с}$

8-расм. Толали массада w_1 ва қарши ҳаво w_2 оқимида намликнинг қийматида ва қарши ҳаво оқими u_{00} тезлигининг $w_{00} = 15\%$ қийматларида намлик тарқалиши графиклари

Толали материалнинг капиллярлари орқали суюқлик фильтрациясининг стационар режими биринчи тартибли чизиқли бўлмаган тенгламалар системаси тарзида ифодаланади:

$$\frac{dw}{dx} = y, \quad (23)$$

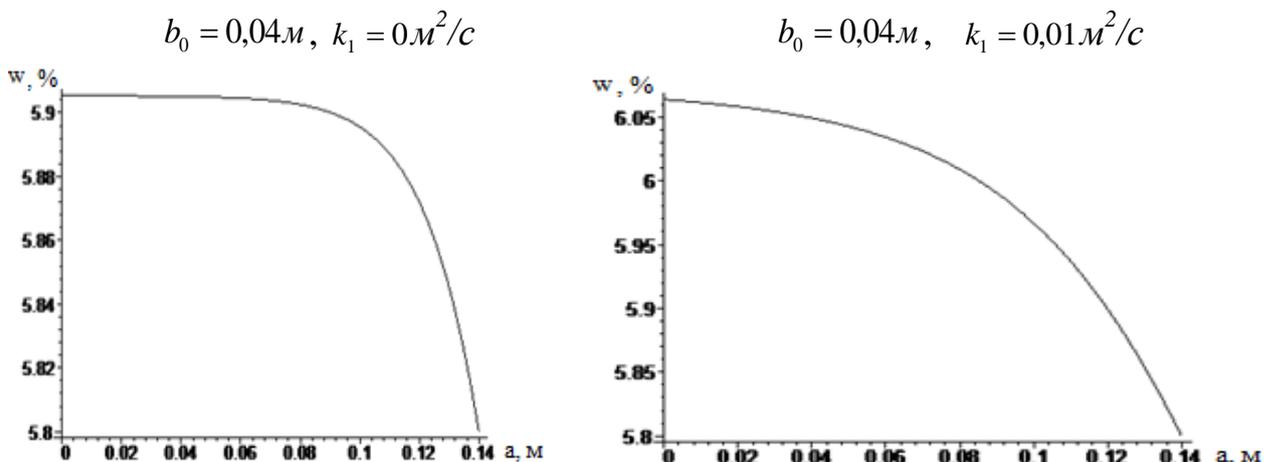
$$\frac{dy}{dx} = \frac{y[b(x)v - k'_e(w)b(x)y - k_e(w)b'(x)]}{k_e(w)b(x)} \quad (24)$$

бу ерда, $b = b_0 + \frac{(a-x)^2}{R}$, $k_e = k_e(w)$ - намлик ўтказиш коэффиценти, a - қисилб баландлиги, м, R - валиклар радиуси, м, k_0 ва k_1 - доимий қийматлар, $a = \sqrt{b_0 R}$, b_0 - валиклар орасидаги минимал масофа, м.

(23) ва (24) тенгламалар системаси Рунге-Кут усулида қуйидаги чегаравий шартларда $w = w_2$, $y = -\eta(w_2 - w_0) x = a$ га тенг бўлганда интегралланади.

9-расмда $w(\%)$ параметрларнинг турли b_0 ва k_1 қийматида зичланиш зонаси баландлиги бўйлаб намлик тарқалиш графиклари келтирилган. Ҳисобларда қуйидаги қийматлар қабул қилинган $R = 0.2\text{ м}$, $k_0 = 20\text{ м}^2/\text{ч}$, $\eta = 10\text{ м}^2/\text{ч}$, $w_1 = 20\%$, $h = 1\text{ м}$.

Графикнинг таҳлили шуни кўрсатадики, намлик ўтказиш коэффициентининг намликка боғлиқлигини ҳисобга олиш, толали массанинг намланиш зонасида қўшимча намланишига олиб келади. Бунда намлик ўтказиш коэффициентининг k_1 ортиши билан намланиш зонаси баландлиги бўйлаб доимий намланиш участкаси ҳосил бўлиши мумкин. Бу коэффициентнинг ортишига қисувчи валиклар диаметрини ошириш ва улар орасидаги тирқишни камайтириш ҳисобига эришиш мумкин. Шу сабабли, $b_0 = 0,05\text{ м}$, $R = 0,12\text{ м}$ параметрлари қабул қилинди.



9-расм. $b_0(\text{м})$ ва $k_1(\text{м}^2/\text{с})$ кўрсаткичларининг турли қийматларида боғланиш зонаси баландлиги бўйлаб намлик w тарқалиш эгрилари (фоизларда)

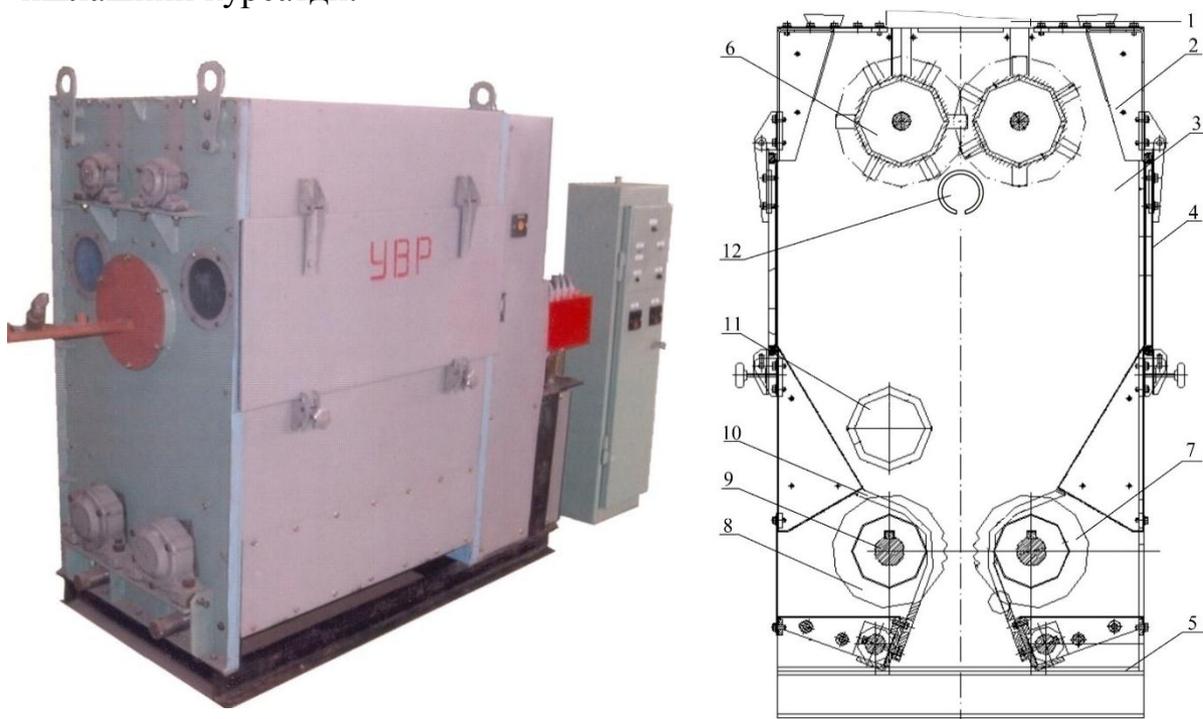
Диссертациянинг «Пахта толасини намлаш учун янги қурилмани ишлаб чиқиш ва уни синаш» деб номланган олтинчи бобида пахта толасини преслашдан олдин намлагичини тажриба-экспериментал намунасининг синов натижалари, турли намликдаги пахта толасини узок муддат сақланганда унинг сифат кўрсаткичларининг ўзгариш динамикаси бўйича тадқиқотлар, турли намлаш агентларини қўллаш бўйича ўтказилган тажрибалар ва янги қурилмани саноатга жорий этишдан кутиладиган иқтисодий самарадорлик характеристикаларини аниқлаш натижалари акс эттирилган.

Ўтказилган таҳлилий ва назарий тадқиқотлар натижалари бўйича пахта толасини преслашдан олдин намлаш учун УВР русумли қурилмасининг бир неча варианты ишлаб чиқилди.

10-расмда УВР русумли қурилма вариантларидан бирининг ташқи кўриниши ва схемаси келтирилган. Бунда, конденсор 1 остидан холст кўринишида чиқаётган толали материал қарама-қарши йўналишда айланаётган титувчи барабанлар 6 таъсири остида тўзгитилиб, алоҳида парчаларга ажратилади. Ундан сўнг, материал парчалари йўналтирувчи қалқончалар 2 бўйлаб икки оқимга ажралган ҳолда намлаш камераси 3 га ташланади ва ундан ўтиш давомида сув сочувчилар 11 дан камера 3 нинг бутун ҳажми бўйлаб узатилаётган намлаш агентининг таъсирига учрайди. Намлаш агентини сўриб олувчи қисқа қувур 12 валиклар 6 орасида жойлашган бўлиб, камера 3 даги толали материал парчаларини намлаш агентининг иссиқ оқими билан шамоллатилишини таъминлайди ва бу толали материални бутун ҳажми бўйлаб самарали намланишини таъминлайди. Шундан сўнг, намланган толали материал қисувчи валиклар 7 томонидан камера 3 нинг остки қисмида қайтадан қатлам кўринишида шаклланади.

Таклиф этилган усуллар ва пресслашдан олдин тола намлагичининг қурилмасига Ўзбекистон Республикасининг патентлари олинган (UZ №IAP 02731), (UZ №FAP 00390, Ўзбекистон Республикасининг фойдали модели учун талабнома UZ №FAP 20150044).

Тошкет вилоятининг Бўка пахта тозалаш корхонасининг технологик тизимига ўрнатилган УВР русумли пахта толасини намлаш қурилмасининг Давлат қабул комиссияси синови натижалари тола намлагичнинг яхши ишлашини кўрсатди.



1-конденсор, 2- йўналтирувчи қалқончалар, 3- намлаш камераси , 4- камеранинг бўй томон деворлари, 5- камеранинг ён томон деворлари, 6- бир жуфт титувчи барабанлар, 7- қисувчи валиклар, 8- тишли дисклар тўплами, 9- вал, 10- колосникли панжара, 11- намлаш агентининг чанглатувчиси, 12- намлаш агентини сўриб олувчи қисқа қувур

10- расм. УВР пахта толасини намлаш қурилмасининг ташқи кўриниши ва тузилиш схемаси

Дастлабки намлиги 8,28 % бўлган пахта толасини намлаш 30 ва 45 л/соат сув сарфи билан амалга оширилди. Биринчи ҳолда намликнинг ортиши 0,63 % ни ташкил этди. Бунда толанинг ўртача намлиги 8,91 % ни, стандарт оғиш кўрсаткичи эса - 0,25% ни ташкил этди. 45 л/соат сув сарфи билан намланганда эса, намликнинг ортиши 1,11 % ни ташкил этди. Бунда толанинг ўртача намлиги 9,38 % ни, стандарт оғиш эса - 0,19 % ни ташкил этди. Олинган натижалар намлик агентининг тола ҳажми бўйлаб юқори даражада бир текис тарқалишини характерлайди.

Қуйида келтирилган жадвалдан кўришиб турибдики, микронеёр, солиштирма узилиш кучи, юқори ўртача узунлик, бир хиллик индекси каби физик-механик сифат кўрсаткичлар тола узоқ сақланганда сезиларли даражада ўзгармайди ва улар орасидаги фарқ ўлчов усуллариининг хатолик чегарасида бўлади. Бироқ толанинг оқлик ва сариқлик каби нав таснифларининг ўзгариши яққол кўринади.

1- жадвал

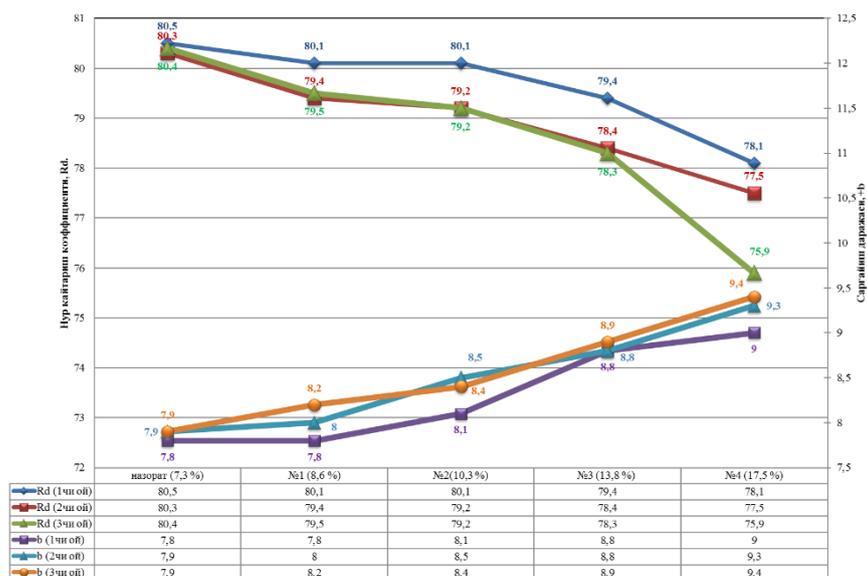
Пахта толасининг дастлабки ва 6 ой сақлангандан кейинги сифат таснифлари

Сифат таснифлари	Пахта толасининг намлиги		
	8,28 %	8,91 %	9,38 %
	Назорат даги	Сув сарфи 30 л/соат	Сув сарфи 45 л/соат
Микронеёр кўрсаткичи(Mic),ед.	3,5	3,6	3,6
Солиштирма узилиш кучи (Str), гс/текс	30,80	31,42	31,45
Юқори ўртача узунлиги(Len), дюйм	1,15	1,16	1,17
Бир хиллик индекси (Unf) , %	82,76	82,88	83,04
Калта толалар индекси (SFI), %	5,95	5,60	5,66
Узилишдаги узайиши (Elg), %	9,36	9,96	9,58
Треш-код (T), ед.	4,65	3,85	4,85
Нур қайтариш коэффициенти(RD), %	75,05	74,11	73,11
Сарғишлик даражаси(+b), %	8,83	8,82	9,07

Пахта толасини намлаш параметрлари ва чегаравий қийматларини илмий асослаш мақсадида узоқ муддат сақланган толаларнинг турли дастлабки намлиги унинг сифат таснифларига таъсирини ўрганиш бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Сунъий равишда 8,6 %, 10,3 %, 13,8 %, 17,5 % гача намланган пахта толаси намуналарининг сифат кўрсаткичлари дастлабки намлиги 7,3 % бўлган толанинг сифат кўрсаткичлари билан таққосланди.

11-расмда акс этирилган дастлабки намлиги турли даражада бўлиб, уч ой давомида сақланган пахта толаларининг ранг кўрсаткичлари ўзгаришининг динамикаси шуни кўрсатдики, 8,6 %, 10,3 %, 13,8 %, 17,5 %-гача намланган пахта толаси намуналарининг нур қайтариш ва сарғишлик кўрсаткичлари сезиларли даражада ўзгарди, бу эса толанинг нави паст

ТОМОНГА, яъни америка классификацияси бўйича 31- Midling White бўлиб ҚОЛДИ.



11- расм. Дастлабки намлиги турли бўлиб, уч ой сақланган пахта толасини нур қайтариш (Rd) ва сарғишлик (b) кўрсаткичларининг ўзгариш динамикаси

Ўтказилган тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, жинлашдан олдинги пахта толасининг намлиги, унинг оқлик ва сариқлик кўрсаткичлари ва уларга боғлиқ бўлган нав кўрсаткичи пасайиб кетмаслиги учун, 8,5 % дан ошмаслиги зарур.

Тадқиқотлар давомида, турли намлаш агентларининг тола узок сақланганда унинг сифатига таъсирини ўрганиш бўйича изланишлар амалга оширилди. Хусусан, альтернатив намлаш агенти сифатида 10,0 % ва 20,0 % - ли туз эритмалари синаб кўрилди. Тадқиқотлар натижаларига кўра, туз эритмаси ўзининг бактерицидлик хусусиятлари сабабли пахта толаси таркибида бактериял микрофлораларнинг ривожланишига барҳам беради ва толанинг ранг кўрсаткичи сақланишига ёрдам беради. Толали материални фаоллаштирилган ва тузли эритмалар қўлланган ҳолда намлаш усуллари патентланган (UZ №IAP 02732, UZ №IAP 03995).

Қурилмани пахта тозалаш саноатига жорий этилишидан олинадиган иқтисодий самарадорлик бир тонна толага 14901,31 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

«Пахта тозалаш корхоналарида пахта хомашёси ва пахта толасини намлаш комплекс технологиясини яратиш усуллари» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари қуйидагилардан иборат:

1. Пахта хомашёсини жинлашдан олдин ва пахта толасини пресшлаш жараёнидан олдин намлаш қурилмаларининг классификацияси таклиф этилган. Ишлаб чиқарилаётган пахта толаси намлигини 1,5-2,0 фоизга ошириш зарурлиги аниқланган.

2. Юқори намликга эга намлаш агенти ҳамда титилган толали материалнинг УХК (1ХК) агрегатининг ағдариш тарновида интенсив аэродинамик ўзаро таъсирини ҳисобга оладиган пахта хомашёсини жинлашдан олдин намлаш усули ишлаб чиқилган.

3. Капилляр-ғовак муҳит шаклида моделлаштирилган пахта хомашёсида намлик сўрилиши жараёнларининг алгоритмлари таклиф этилган. Назарий ечимлар орқали пахта хомашёси оқимининг параметрлари (босими, зичлиги, тезлиги ва намлиги) пахта бўйича иш унумдорлигига ва намлаш зонасига узатилаётган намлик агентининг микдорига боғлиқлиги аниқланган. Намлагичдан вертикал қувурда ҳаракатланаётган, икки тезликли яхлит модда шаклида моделлаштирилган пахта хомашёсида намлик алмашинуви жараёнининг математик модели ишлаб чиқилган.

4. Олинган ечимлар алгоритмининг таҳлиллари асосида пахта хомашёсини жинлашдан олдин намлаш қурилмаси ишлаб чиқилган. Юқори даражада намлик сиғимига эга бўлган намлаш агентини ишлаб чиқаришни таъминлайдиган буғ генератори ишлаб чиқилган.

5. УХС русумли намлагич Тошкент вилояти Чиноз ПТК-нинг технологик тизимга жорий этилган. Синов натижаларига кўра қуйидагилар аниқланган:

- қурилма пахта хомашёси намлигини 0,5 % оширилишини таъминлайди;
- пахта маҳсулотларининг табиий, физик-механик ҳоссаларини сақланиб қолиши таъминланади.

6. Пахта толасини энг кўп чиқишини, толанинг солиштирама узилиш кучи, юқори ўртача узунлик, қисқа толалар фоизи ва узунлиги бўйича бир хиллиги каби табиий ва физик-механик хоссаларининг сақланиб қолишини таъминлайдиган пахта хомашёси намлиги массивий нисбатининг оптимал қийматлари 7,5-8,5 % оралиғида таклиф этилган.

7. Конденсорнинг қовурғали барабанлари остидан чиқаётган тола холсти бўлақларга парчаланиб, иккита оқимга ажраладиган ва уларни интенсив равишда намлайдиган ва қайта яна холст кўринишида шакллантирадиган пахта толасини пресшлашдан олдин намлаш усули ишлаб чиқилган.

8. Толали массани алоҳида парчаларга ажратиш жараёнининг назарий модели таклиф этилган. Тола зарраларининг титувчи барабанлардан қисувчи валикларга қараб ҳаракати ва сўнгра қайтадан холст кўринишида шаклланиши давомида уларда юз бераётган намлик алмашинуви механизми

аниқланган. Таклиф этилаётган пахта толасини намлаш учун қурилманинг оптимал технологик ва конструктив параметрлари ишлаб чиқилган.

9. Ўтказилган таҳлилий, назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижалари бўйича пахта хомашёсини пресслашдан олдин намлаш қурилмасининг бир неча варианты ишлаб чиқилган. Қурилманинг оптимал варианты таклиф этилган.

10. УВР русумли пахта толасини намлагичи Тошкет вилоятининг Бўка пахта тозалаш корхонасини технологик тизимининг таркибига жорий этилган. Синовлар натижасида қуйидагилар аниқланган:

- қурилма пахта толасининг намлигини 1,0-1,5 % оширишни таъминлайди;

- намлаш давомида тола тойининг бутун ҳажми бўйлаб юқори даражада бир текис 0,2-0,25 % намланиши таъминланади;

- қўлланилаётган технология толанинг сифат кўрсаткичларининг сақлаб қолиниши таъминлайди.

11. Пресслашдан олдин пахта толасининг чегаравий меъёр намлиги 8,5 % миқдорида таклиф этилган.

12. Толали материални фаоллаштирилган ва тузли эритмалар қўлланган ҳолда намлаш усуллари таклиф этилган.

13. Пахта хомашёси ва пахта толасини намлашнинг комплекс технологиясини пахта тозалаш саноатига жорий этиш натижасида бир пахта тозалаш корхонасига тўғри келадиган йиллик иқтисодий самарадорлик 349,9 млн.сўмни, ёки 1 тонна пахта толаси ишлаб чиқиш учун 43740,67 сўмни ташкил этган (2016 йил нархларида).

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК 14.07.2016.Т.06.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ИНСТИТУТЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РАХТАСАНОАТ ИЛМИҲУ МАРКАЗИ»

ГУЛЯЕВ РИНАТ АМИРОВИЧ

**МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
УВЛАЖНЕНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА И ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА НА
ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ**

**05.06.02- Технология текстильных материалов и первичная обработка сырья
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2016

Тема докторской диссертации зарегистрирована за №30.09.2014/В2014.5.Т342 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в АО «Рахтасаноат илму маркази» Холдинговой компании «Узпахтасаноатэкспорт».

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

Научный консультант:	Лугачев Анатолий Евгеньевич доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Корабельников Андрей Ростиславович доктор технических наук, профессор (Российская федерация)
	Мурадов Рустам Мурадович. доктор технических наук, профессор
	Мухаммадиев Давлат Мустафаевич доктор технических наук
Ведущая организация:	Научно-исследовательский институт стандартизации, метрологии и сертификации Агентства «Узстандарт»

Защита диссертации состоится 25 октября 2016 г. в 14⁰⁰ часов на заседании научного совета 14.07.2016.Т.06.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности по адресу: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, тел. (+99871)-253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail:titlp_info@edu.uz.

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (регистрационный номер 09).

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

Автореферат диссертации разослан 26 сентября 2016 года
(протокол рассылки № 09 от 26 сентября 2016 г.)

М.Т. Ходжиев

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

А.З. Маматов

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

М.М. Мукимов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Хлопковое волокно является важнейшим стратегическим товаром мировой торговли. По информации международного консультативного комитета по хлопку (ICAC) мировое производство хлопкового волокна в сезоне 2014/15 годов достигло 26,2 млн. тонн¹. Высокий уровень конкуренции на мировом хлопковом рынке, появление более современного, технологичного и скоростного текстильного оборудования, необходимость получения высококачественной и конкурентоспособной текстильной продукции приводит к ужесточению требований к качеству хлопкового волокна. В этой связи совершенствование технологии первичной переработки хлопка-сырца и улучшение потребительских свойств хлопкового волокна является одной из актуальных проблем. Рядом развитых зарубежных стран, а именно США, КНР, Индией, Бразилией и другими странами, уделяется пристальное внимание повышению эффективности хлопкоочистительной отрасли и совершенствованию методов управления технологическими процессами, за счет чего был достигнут определенный прогресс в обеспечении конкурентоспособности хлопковой продукции. За счет принимаемых мер по оптимизации технологических процессов, внедрению новых эффективных технологических устройств обеспечивается улучшение показателей качества хлопкового волокна, обеспечивается снижение производственных затрат на переработку хлопка-сырца.

В Республике Узбекистан осуществлены широкомасштабные мероприятия по повышению эффективности производственного процесса первичной переработки хлопка-сырца и внедрению высоко эффективных систем управления технологическим процессом, способствующих улучшению потребительских свойств производимой хлопковой продукции. На хлопкозаводах осуществляются работы по внедрению гибких технологических процессов переработки хлопка-сырца. В частности, уделяется особое значение внедрению технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна, позволяющей в зависимости от исходных характеристик перерабатываемого сырья получать хлопковую продукцию заданного качества, минимизировать потери сырья и потребление энергии.

В мире вопросам кондиционирования хлопка-сырца и хлопкового волокна по влажности уделяется пристальное внимание, в особенности аспектам создания новой техники и технологии увлажнения с учетом важных показателей, определяющих протекание технологических процессов первичной переработки хлопка, начиная от комплектования и хранения заготавливаемого хлопка-сырца, и заканчивая прессованием хлопкового волокна в кипы. В связи с этим осуществляются целенаправленные научные исследования по направлениям, включающим: разработку усовершенство-

¹ Cotton: World Statistics. Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, NY, November 2015. <http://www.ICAC.org>.

ванной технологии объемного увлажнения разрыхленной волокнистой массы; разработку комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и хлопкового волокна перед прессованием; разработку конкурентоспособной ресурсосберегающей технологии увлажнения волокнистых материалов; разработку поэтапных комплексных систем увлажнения, адаптированных к применяемым технологическим схемам и составу оборудования считается актуальной задачей в исследованиях. Проведение научных исследований по вышеприведенным научно-исследовательским направлениям подтверждает актуальность темы диссертационной работы.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4761 от 27 октября 2015 года «Об образовании холдинговой компании «Узпахтасаноатэкспорт» и Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №70 от 3 апреля 2007 года «О программе модернизации и реконструкции предприятий хлопкоочистительной промышленности на 2007-2011 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии приоритетного направления развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на производство, в области технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе USDA Ginning Cotton Research Unit, USDA Agricultural Research Service, Texas Tech University, Samuel Jackson Incorporated (США), Central Institute for Research on Cotton Technology, Bajaj Steel Industries Limited (Индия), National Research Center for cotton processing, engineering and technology, China Cotton Industries Limited, Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock, Handan Golden Lion, Cotton Research Institute of Nanjing Agricultural University (КНР), Pakistan Cotton Standards Institute, National Textile University Faisalabad (Пакистан), Busa Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Limited (Бразилия), Earthquake Research Institute, Nara National Research Institute for Cultural Properties (Япония), Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности (Россия), Ташкентский институт текстильной и легкой

² Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации осуществляется на основе: <http://www.samjackson.com/moisture-products>; <http://www.bajajngp.com/humidifier.html>; <http://www.busa.com.br/Assistencia-Tecnica#>; Патент США №6.314.618 В1, кл. 19-48. Moisture conditioner for lint cotton/ Martin L Mehner, Samuel G. Jackson. 2001 г.; Патент США №7.591.048 В2, кл. 19-66. Moisture conditioner for lint cotton/ Martin L Mehner. 2009 г.; Патент США №6.202.258, кл. 19-66. Apparatus and related method for applying moisture to cotton during a ginning operation / William E. Winn. 2001 г. и других источников.

промышленности, акционерное общество “Пахтасаноат илмий маркази” (Узбекистан).

В результате проведенных в мире исследований по совершенствованию технологии и устройств для увлажнения волокнистых материалов, обеспечению условий для равномерного увлажнения и сохранения параметров влажности получены ряд научных результатов, в том числе: разработаны автоматизированные системы увлажнения хлопка-сырца (USDA Ginning Cotton Research Unit, США); системы генерирования агента увлажнения (USDA Agricultural Research Service в сотрудничестве с компанией «Samuel Jackson Incorporated», США); системы автоматического регулирования и поддержания необходимой технологической влажности волокнистого материала на всех этапах первичной переработки хлопка (Texas Tech University (США) в сотрудничестве с компанией “Uster technologies AG” (Швейцария); подготовлены рекомендации по обеспечению технологической влажности хлопка-сырца и волокна (Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, АО «Пахтасаноат илмий маркази», Республика Узбекистан).

В мире по созданию устройств и технологии для увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и хлопкового волокна перед прессованием по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: разработка новых конструкции увлажнителей хлопка-сырца и хлопкового волокна; разработка эффективных агентов увлажнения волокнистого материала; установление зависимости изменения показателей качества хлопковой продукции от исходной влажности; разработка комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна.

Степень изученности проблемы. К настоящему времени аспекты кондиционирования хлопка-сырца и хлопкового волокна по влажности, теоретические вопросы происходящих сорбционных процессов, вопросы совершенствования и разработки новых методов увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна, исследования влияния влажности хлопка-сырца и волокна на технологические процессы первичной переработки хлопка, показатели качества вырабатываемой хлопковой продукции рассмотрены в научных работах G.J. Mangialardi, S.E. Hughs, J. Price, A.C.Griffin, V.P.Moore, W.S.Anthony, R.K. Byler и др. ученых.

Фундаментальные работы, освещающие теоретико-методологические основы технологии увлажнения волокнистых материалов проводились учеными, в т.ч. А.П. Лыков, Р.П. Никитин, А.П. Парпиев, А.Е. Лугачев, А.М. Гуляев, Б.М. Мардонов, Р.П. Саидов, Л.С. Рябинская, которыми получены определенные положительные результаты.

Необходимо отметить, что до настоящего времени не решена проблема создания эффективной технологии увлажнения волокнистых материалов и эффективных устройств для ее реализации, приспособленных к применению в составе эксплуатируемого технологического оборудования отечественных хлопкоочистительных заводов. Анализ применяемых на зарубежных хлопкозаводах методов увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна

позволяет говорить об их недостаточной эффективности. Особенность технологического процесса и состав применяемого отечественного оборудования не позволяет применять импортные увлажнители хлопка-сырца и хлопкового волокна. Помимо этого, исследования в направлении изучения влияния параметров увлажнения на показатели качества хлопкового волокна по номенклатуре систем НВИ практически не проводились.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами выполненной высшего образовательного учреждения. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов Ташкентского института текстильной и легкой промышленности и АО «Пахтасаноат илмий маркази»: Ф-4-06 «Разработка научных основ увлажнения хлопка-сырца и волокна в технологическом процессе хлопкозавода» (2013-2017); ИТД-А3-001 «Разработка эффективной технологии увлажнения хлопка-сырца перед джинированием с целью сохранения природных свойств материала» (2015-2017).

Целью исследования является разработка поэтапной высокоэффективной технологии, оборудования и методов для увлажнения волокнистого материала, обеспечивающих сохранение природных свойств хлопковой продукции.

Задачи исследования:

определение конструктивных параметров увлажнителя хлопка-сырца на базе выполнения необходимых теоретических исследований и получения алгоритмов решений процесса переноса влаги в хлопке-сырце, моделируемого капиллярно-пористой средой;

обоснование технологических параметров увлажнителя хлопка-сырца и генератора агента увлажнения;

обоснование влияния параметров влажности хлопка-сырца на показатели качества вырабатываемой хлопковой продукции, её выход и технологические свойства;

определение оптимальных значений показателя массового отношения влаги хлопка-сырца перед джинированием;

определение конструктивных параметров увлажнителя хлопкового волокна на основе теоретического изучения механизма сорбции влаги хлопковым волокном методом активного контакта разрыхленной волокнистой массы с влагоагентом;

создание усовершенствованного метода увлажнения хлопкового волокна в технологическом процессе путем его разрыхления и равномерного насыщения влагой по всему объему;

обоснование влияния параметров влажности хлопкового волокна на показатели качества материала при длительном хранении;

разработка оптимальных параметров агента увлажнения и значения показателя массового отношения влаги хлопкового волокна перед прессованием;

разработка комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца перед процессом джинирования и хлопкового волокна перед прессованием.

Объектом исследования является технология увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и хлопкового волокна перед прессованием.

Предмет исследования составляют структурные компоненты хлопка-сырца и хлопкового волокна, как материалов сорбции влаги.

Методы исследований. В диссертации использованы методы теоретической и прикладной механики, теплотехники, математической статистики, численные методы с применением компьютерного обеспечения, а также современные методы определения показателей качества хлопкового волокна.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны новые устройства увлажнения хлопка-сырца перед джинированием;

разработаны новые методы увлажнения хлопкового волокна перед процессом прессования;

разработаны методы увлажнения волокнистого материала с применением активированных и солевых растворов;

установлены рациональные технологические и конструктивные параметры увлажнителей хлопка-сырца и хлопкового волокна;

установлены зависимости изменения показателей качества хлопковой продукции при джинировании хлопка-сырца и прессовании хлопкового волокна с различной исходной влажностью;

разработана новая комплексная технология увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и хлопкового волокна перед прессованием.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана новая эффективная технология увлажнения хлопка-сырца перед джинированием с применением новых устройств для её осуществления, которая внедрена в промышленность;

определены конструктивные и технологические параметры разработанного устройства для увлажнения хлопка-сырца;

проведена оценка показателей выходов и качества хлопкового волокна и семян в зависимости от параметров влажности хлопка-сырца, результаты которой позволили рекомендовать технологию увлажнения хлопка-сырца в качестве процесса, обеспечивающего сохранение природных показателей качества хлопковой продукции и повышение их выхода;

разработана технология увлажнения хлопкового волокна перед прессованием с применением нового устройства для её осуществления, которая внедрена в промышленность;

определены теоретические и аналитические зависимости по выбору рациональных кинематических, конструктивных и технологических параметров, которые позволили разработать и изготовить устройство для увлажнения волокна;

проведена комплексная оценка качества и прогнозирование свойств волокна при длительном хранении в зависимости от исходной влажности

материала, которая привела к введению в государственный стандарт ограничительной нормы влажности хлопкового волокна.

Достоверность результатов исследования подтверждается математическими моделями процессов сорбции компонентами хлопка-сырца и волокна, согласованностью результатов теоретических исследований по известным критериям оценки в рассматриваемой предметной области с данными экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования характеризуется научной сущностью результатов исследований по разработке алгоритмов решений процесса поглощения влаги в хлопке-сырце по длине лотка увлажнителя в зависимости от производительности устройства и количества подаваемого агента увлажнения, получении решения задачи математического моделирования процесса переноса влаги в движущемся потоке хлопка-сырца из увлажнителя, в вертикальном трубопроводе, моделируемого двухскоростной сплошной средой, получении расчетных моделей процессов разделения волокнистой массы на отдельные клочки, механизма влагопереноса в частицах волокна при их движении от разрыхлительных барабанов до обжимных валиков, а также в процессе обжатия волокнистой массы в зоне обжимных валиков устройства для увлажнения хлопкового волокна, планированием вычислительных экспериментов и созданием условий практического применения.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в создании устройств для увлажнения, генератора агента увлажнения и разработке эффективных агентов увлажнения, которые обеспечивают необходимый прирост влажности и равномерность увлажнения хлопка-сырца перед дженированием и хлопкового волокна перед прессованием, сохранение природных свойств волокнистых материалов, а также в проведении комплексной оценки качества и прогнозировании свойств волокна при длительном хранении в зависимости от исходной влажности материала, которые привели к введению в государственный стандарт ограничительной нормы влажности хлопкового волокна.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке комплексной технологии увлажнения волокнистых материалов на хлопкозаводах:

получены четыре патента на изобретения Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан («Способ увлажнения волокнистого материала и устройство для его осуществления», №IAP 02733 – 2005 г.; «Способ увлажнения волокнистого материала, №IAP 02731, №IAP 02732 – 2005 г.; №IAP 03995 – 2009 г.) на методы увлажнения волокнистого материала в технологическом процессе хлопкозавода. Научные результаты позволили разработать поэтапную технологию увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна;

технология увлажнения хлопка-сырца перед дженированием и хлопкового волокна перед прессованием, а также устройства для

определения влажности волокнистых материалов внедрены на предприятиях Холдинговой компании “Узпахтасаноатэкспорт”, в том числе, на Чиназском опытно-экспериментальном хлопкозаводе, Букинском хлопкозаводе Ташкентской области, в лабораториях структурных подразделений холдинговой компании и УЦ «Сифат» (сведение от 30 марта 2016 года №МА-Э/431 ХК «Узпахтасаноатэкспорт»). Внедрение результатов диссертации в производство способствует улучшению ассортимента качества хлопкового волокна по кодам длины на 5%, сокращению расхода тароупаковочных материалов и транспортных расходов на 1,4 %, исключению скидок с цены за пониженную влажность.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования доложены на более чем 30 научно-технических конференциях, в том числе: «Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности» (Российская Федерация, Иваново, 2007-2008 гг.), «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Российская Федерация, Иваново, 2013 г.), «Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности» (Республика Беларусь, Витебск, 2015 г.), «Развитие науки в XXI веке» (Республика Украина, Харьков, 2015 г.), “Cotton: Connecting high tech and nature” (Германия, Бремен, 2016г.).

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 46 научных трудов, в том числе 12 статей, в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, и получены 4 патента Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации **«Оценка современного состояния вопроса увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна»** проанализированы современные состояния техники и технологии процесса увлажнения волокнистого материала в технологическом процессе хлопкозавода.

В результате проведенного анализа выявлено, что выпускаемое хлопкоочистительной промышленностью республики хлопковое волокно имеет среднюю влажность порядка 5 %, что свидетельствует о недостатках существующей технологии и необходимости разработки новых эффективных методов увлажнения волокнистого материала и устройств для их реализации.

В ходе аналитического обзора литературных источников, научно-исследовательских работ, касающихся вопросов техники и технологии процесса увлажнения волокнистых материалов, было определено, что существующие методы увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна, применяемые в отечественной и зарубежной практике, недостаточно эффективны, не обеспечивают необходимого прироста влажности, имеют технологические и конструктивные недостатки. Результаты проведенного изучения были обобщены и систематизированы в форме классификации методов увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна.

Проведенное изучение современного состояния вопроса увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна показало, что для доведения влажности волокна в кипах до нормированных параметров волокнистый материал необходимо увлажнять на 1,5-2,0 %. Достичь одновременного прироста влажности в несколько процентов в одной точке технологического процесса не позволяет ни одна из существующих в мире технологий увлажнения волокнистого материала. В связи с этим, подчеркнута необходимость разработки комплексной поэтапной технологии увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и хлопкового волокна перед прессованием.

Во второй главе диссертации **«Изыскание методов повышения эффективности процессов увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна»** отражены данные о структуре и свойствах хлопка-сырца и хлопкового волокна в аспекте вопросов тепло- и массообмена. Проведен обзор и систематизация литературных данных по вопросам структуры компонентов хлопка-сырца, их взаимодействия с влагой, аналитических исследований в области увлажнения.

На основе аналитических исследований процесса увлажнения хлопко-сырца и хлопкового волокна определено, что хлопок-сырец характеризуется неодинаковыми свойствами и структурным строением его компонентов, что обуславливает различие их гигроскопических свойств и влагосодержания. Определено, что наиболее эффективным методом увлажнения хлопко-сырца является сорбция влаги максимально разрыхленным материалом из воздуха с высокой относительной влажностью (порядка 80-90 %) и высокой температурой (50-70 °С) при интенсивном аэродинамическом воздействии агента увлажнения и волокнистого материала.

Результаты исследований отечественных и зарубежных ученых подчеркивают важность обеспечения требуемых параметров технологической влажности хлопко-сырца, хлопкового волокна на каждом из этапов первичной переработки. Полученные ранее результаты свидетельствуют о том, что джинирование чрезмерно сухого хлопко-сырца (до 5 %) приводит к укорочению длины волокна за счет увеличения механической поврежденности, образованию пороков. Джинирование хлопко-сырца с повышенной влажностью (более 8,5 %) приводит к снижению производительности джинов, механической поврежденности семян и образованию комбинированных пороков. В связи с этими фактами, в отечественной и зарубежной практике рекомендуется увлажнять хлопок-сырец перед джинированием до 7,5-8,5 %.

Увлажнение хлопкового волокна перед прессованием способствует снижению уровня статического электричества на волокне, снижению объемов волокна, необходимых для достижения нормированной массы кипы, снижает усилия пресса по прессованию кипы. Оптимальной технологической влажностью хлопкового волокна перед прессованием является влажность в диапазоне 7,5-8,5 %.

В третьей главе диссертации **«Разработка нового метода увлажнения хлопко-сырца»** установлены основополагающие критерии, которым должна соответствовать разрабатываемая технология увлажнения хлопко-сырца.

Разрабатываемый увлажнитель хлопко-сырца в виде камеры увлажнения предложено установить на выгрузочном наклонном лотке очистительного агрегата УХК (1ХК). Принцип работы увлажнителя базируется на тепло-влажностной обработке хлопко-сырца, выходящего из агрегата УХК (1ХК), агентом увлажнения, имеющим высокое влагосодержание (относительная влажность порядка 85-90 %, температура - около 70 °С). Подачу агента увлажнения на поток хлопко-сырца, движущийся по наклонному выгрузочному лотку, предполагается осуществлять со стороны транспортирующей поверхности. Для этого, сама поверхность лотка, для обеспечения прохождения агента увлажнения, выполнена в форме жалюзийной решетки. В данном случае, тонкий слой хлопко-сырца, движущийся по жалюзийной поверхности выгрузочного лотка, будет обтекаться парами агента увлажнения, выходящего через щели листов перекрытий, формирующих собой жалюзийную поверхность. В целях повышения эффективности тепло-массообменных процессов и, в частности,

обеспечения аэродинамического воздействия агента увлажнения на обрабатываемые летучки хлопка-сырца, было предложено установить в верхней части камеры увлажнения диффузор, сопряженной с системой пневмотранспорта, для обеспечения отсоса использованного агента увлажнения.

Для определения окончательной схемы процесса, установления детальных технических и конструктивных параметров нового устройства для увлажнения хлопка-сырца, были проведены теоретические исследования параметров процесса увлажнения.

В частности, были проанализированы характеристики изменения давлений, плотности, скорости и влажности потока хлопка-сырца, движущегося по лотку увлажнителя.

Стационарное и одномерное движение хлопка-сырца, движущегося под действием силы тяжести, записывается в виде уравнения Эйлера для потока:

$$\rho v S \frac{dv}{dx} = -\frac{d(Sp)}{dx} + \rho g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

где v - скорость потока, ρ - плотность потока, p - давление потока в произвольном сечении лотка, α - угол между лотком и горизонтом, μ - коэффициент трения между потоком хлопка-сырца и поверхностью лотка, $g=9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения.

Для решения уравнения (1) использовали закон сохранения расхода потока в произвольном сечении лотка и зависимость между плотностью и давлением (уравнение состояния), которые выражаются формулами:

$$\rho S v = \rho_0 S_0 v_0 = Q_0, \quad \rho = f(p) \quad (2)$$

где, ρ_0, v_0, S_0 - плотность, скорость и площадь поперечного сечения в начальном сечении лотка, Q_0 - расход волокнистого материала,

Считаем, что площадь поперечного сечения лотка S и функция f , характеризующая связь между плотностью и давлением хлопка-сырца по переменной x , изменяются по линейным законам:

$$S = S_0(1 - kx/l), \quad f = \rho_0 + B(p - p_0) \quad (3)$$

где, $S_0 = L_0 h_0$, $k = (L_0 - L_1)/L_0$ - коэффициент сужения лотка, L_0, L_1 - ширина лотка в начальном и конечном сечениях, м, h_0 - толщина слоя потока хлопка-сырца, м, B - коэффициент податливости, $\text{с}^2/\text{м}^2$.

Исключая с помощью (2) скорость и плотность, уравнение (1) записали относительно давления $p(x)$:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{S^2 f(p)}{f^2(p) S^2 - Q_0^2 f'(p)} \left[\frac{Q_0^2 - pf(p) S^2}{f(p) S^3} \frac{dS}{dx} + f(p) g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right] \quad (4)$$

На рис.1 представлены графики распределения плотности и скорости потока хлопка-сырца по длине лотка. В расчетах принято: $Q_0=6000 \text{ кг/час}$, $\rho_0=10 \text{ кг/м}^3$, $L_0=1,9 \text{ м}$, $L_1=0,4 \text{ м}$, $l=2 \text{ м}$, $h_0=0,04 \text{ м}$, $\alpha=60^\circ$ градусов, $B=0,008 \text{ с}^2/\text{м}^2$, $\bar{p} = p/\rho_0 g l = 0,025$.

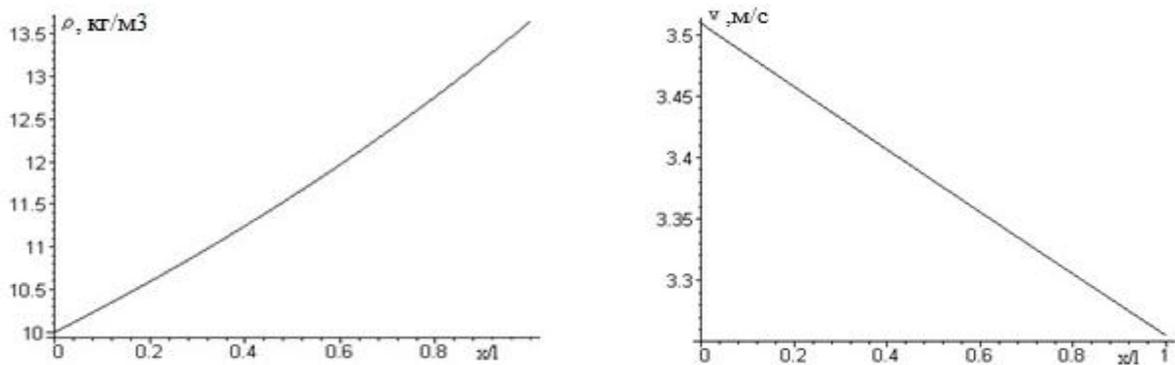


Рис.1. Распределение плотности и скорости потока хлопка-сырца по длине лотка

Из представленных графиков следует, что в принятых значениях исходных данных параметры потока хлопка-сырца изменяются по линейному закону.

Процесс влагообмена между агентом увлажнения с постоянной влажностью w_c и потоком хлопка-сырца происходит по закону Ньютона. Уравнение переноса влаги записывается в виде:

$$Cv(x) \frac{dw}{dx} = \beta(w_c - w) \quad (5)$$

где C - влагоемкость хлопка-сырца, β - коэффициент влагообмена между хлопком-сырцом и воздухом с влажностью w_c , $v = Q_0 / f(p)S(x)$.

Равенства (4) и (5) образуют систему уравнений для определения давления и влажности в потоке хлопка-сырца, которая интегрируется при начальных условиях $p = p_0$, $w = w_0$ при $x = 0$.

На рис. 2 представлены графики распределения влажности по длине лотка для различных значений влажности влагоагента. В расчетах принято: $Q_0 = 6000$ кг/час, $\rho_0 = 10$ кг/м³, $L_0 = 1,9$ м, $L_1 = 0,4$ м, $l = 2$ м, $h_0 = 0,04$ м, $\alpha = 60$ градусов, $B = 0,008$ с²/м², $\beta \rho_0 S_0 / Q_0 C = 0,1$, $\bar{p}_0 = p_0 / \rho_0 g l = 0,025$.

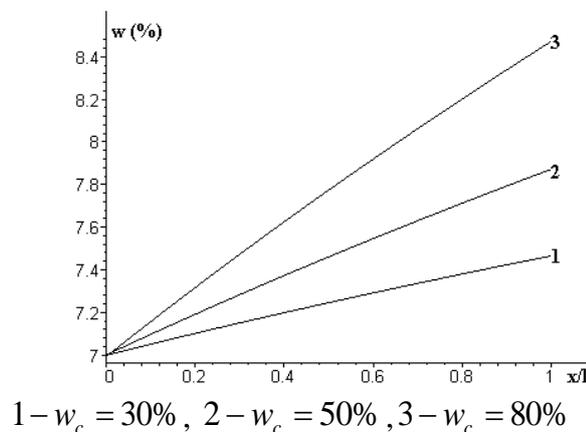


Рис.2. Распределение влажности w потока по длине лотка для различных значений относительной влажности агента увлажнения w_c

Из анализа графиков, следует, что наиболее интенсивно процессы сорбции влаги хлопком-сырцом происходят при высоких параметрах относительной влажности агента увлажнения.

Влагообменные процессы каждой компоненты происходят не только с внешней средой, но и между компонентами, согласно закону Ньютона. Влагообмен между компонентами потока хлопка-сырца и внешней средой (воздухом) происходит согласно закону Ньютона по кубической зависимости, а влагообмен между компонентами - по линейному закону.

Обозначим через $w_1(x)$ и $w_2(x)$ влажность (в процентах) волокон и семян в произвольном сечении потока. Уравнение переноса влаги записывается в виде:

$$(1-m)v(x)\frac{dw_1}{dx} = \frac{d}{dx}\left(k_1(w_1)\frac{dw_1}{dx}\right) + \beta_{1c}(w_c - w_1)^3 + \beta_{12}(w_2 - w_1) \quad (6)$$

$$mv(x)\frac{dw_2}{dx} = \frac{d}{dx}\left(k_2(w_2)\frac{dw_2}{dx}\right) + \beta_{2c}(w_c - w_2)^3 - \beta_{12}(w_2 - w_1) \quad (7)$$

где, m -долевая часть семян в единице объема хлопка-сырца, $k_i(u_i)$ - влагопроводность волокон ($i=1$) и семян ($i=2$), β_{1c} , β_{2c} - соответственно коэффициенты влагообмена между волокном и воздухом, семенами и воздухом, β_{12} - коэффициент влагообмена между волокном и семенами. Скорость потока выражается через давление по формуле $v = Q_0 / f(p)S(x)$.

Равенства (4), (6) и (7) образуют систему уравнений для определения давления p , влажности компонентов w_1 и w_2 в потоке хлопка-сырца, которая интегрируется при граничных условиях $p = p_0$, $w_1 = w_{10}$, $w_2 = w_{20}$ при $x = 0$, $w_1 = w_{11}$, $w_2 = w_{21}$ при $x = l$.

В уравнениях (6) и (7) члены $k_i(w_i)\frac{d^2w_i}{dx^2}$, ($i=1,2$) представляют диффузионные составляющие и поэтому при больших скоростях перемещения слоя ими можно пренебречь. Тогда уравнения (6) и (7) разрешаются относительно производных $\frac{dw_1}{dx}$ и $\frac{dw_2}{dx}$:

$$\frac{dw_i}{dx} = \frac{m_i v(x) - \sqrt{m_i^2 v(x)^2 - 4k'_i(w_i)[\beta_{ic}(w_c - w_i)^3 + (-1)^{i-1}\beta_{12}(w_2 - w_1)]}}{m_i v(x)} \quad (i=1,2) \quad (8)$$

где, $m_1 = 1 - m$, $m_2 = m$.

На рис. 3 представлены графики распределения влажностей волокна и семян $w_1(\xi)$ и $w_2(\xi)$ в безразмерной системе координат $\xi = x/l$, по длине лотка для значений параметра $m=0,6$ (среднее содержание семян в хлопке-сырце – 60 %). В расчетах принято: $Q_0=6000$ кг/час, $P_0=10$ кг/м³, $L_0=1,9$ м, $L_1=0,4$ м, $l=2$ м, $h_0=0,025$ м, $P_0 = 100$ Па, $B=0,008$ с²/м², $\mu=0,3$, $\alpha=60^\circ$ градусов, $k'_1 = k'_2 = 1$, $w_c = 100$ %, $w_{10} = 7$ %, $w_{20} = 10$ %, $\beta_{1c} = 0,005$ с⁻¹, $\beta_{2c} = 0,003$ с⁻¹, $\beta_{12} = 0,001$ с⁻¹.

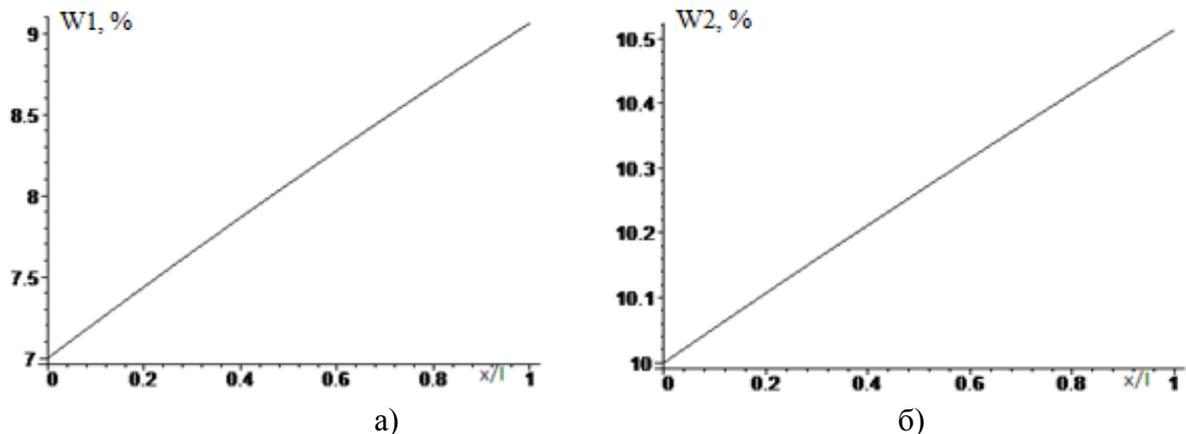


Рис.3. Кривые распределения влажности волокон (а) и семян (б) по длине лотка

Анализ результатов расчета показывает, что влажность каждой компоненты по длине лотка распределена по линейному закону. При этом для выбранных параметров задачи, рост влажности в твердой компоненте (семенах) незначителен.

Далее, согласно предполагаемому технологическому процессу, поток хлопка-сырца, вместе с агентом увлажнения, подается в эжекционную воронку и засасывается в вертикальный трубопровод, установленный в конце лотка, где за счет разрежения, создаваемом сепаратором, установленным над питателем батареи пильных джинов, попадает в джины. В этой главе было проведено теоретическое изучение вопроса увлажнения хлопка-сырца и его компонентов в движущемся вертикальном воздушном потоке трубопровода на основе использования теории движения многофазных сред с учетом влагообменных процессов.

Полагаем, что твердые частицы (семена) и волокна образуют единую механическую систему с плотностью $\rho_2(x)$, движущуюся со скоростью $u_2(x)$. Уравнение стационарного движения потока хлопка-сырца в произвольном сечении трубопровода согласно модели многокомпонентной среды Х.А.Рахматулина записываем в виде:

$$\rho_1 u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^0} \frac{\partial p}{\partial x} + k_o(u_2 - u_1), \quad (9)$$

$$\rho_2 u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = -\frac{\rho_2}{\rho_2^0} \frac{\partial p}{\partial x} + k_o(u_1 - u_2) + \rho_2 g \quad (10)$$

где u_1, ρ_1 - скорость и приведенная плотность воздуха, p - общее для двух компонентов давление, k_o - коэффициент взаимодействия.

Стационарные уравнения переноса влаги в движущемся потоке массы хлопка-сырца, содержащего твердые частицы, и воздуха по закону Ньютона имеют вид:

$$u_1 \frac{\partial w_1}{\partial x} = \beta_{13}(w_3 - w_1) + \beta_{12}(w_2 - w_1), \quad (11)$$

$$u_2 \frac{\partial w_2}{\partial x} = \beta_{23}(w_3 - w_2) + \beta_{12}(w_1 - w_2), \quad (12)$$

$$u_2 \frac{\partial w_3}{\partial x} = \beta_{13}(w_1 - w_3) + \beta_{23}(w_2 - w_3) \quad (13)$$

где $w_1(x)$, $w_2(x)$, $w_3(x)$ - соответственно влажности воздуха, волокна и семян хлопка-сырца, β_{12} и β_{13} - коэффициенты влагообмена между воздухом, волокном и семенами, β_{23} - коэффициент влагообмена между компонентами хлопка-сырца.

На рис.4 представлены графики изменения влажности волокна по длине трубопровода для двух значений скорости подачи хлопка-сырца в трубопровод, вычисленные исходя из начальных условий $w_1 = w_{1H}$, $w_2 = w_{2H}$, $w_3 = w_{3H}$ при $x = 0$. В расчетах дополнительно принято: $u_1 = 30$ м/с, $w_{1H} = 80$ %, $w_{2H} = 9$ %, $w_{3H} = 12$ %, $\beta_{12} = 0,015$ с⁻¹, $\beta_{13} = 0,005$ с⁻¹, $\beta_{23} = 0,01$ с⁻¹.

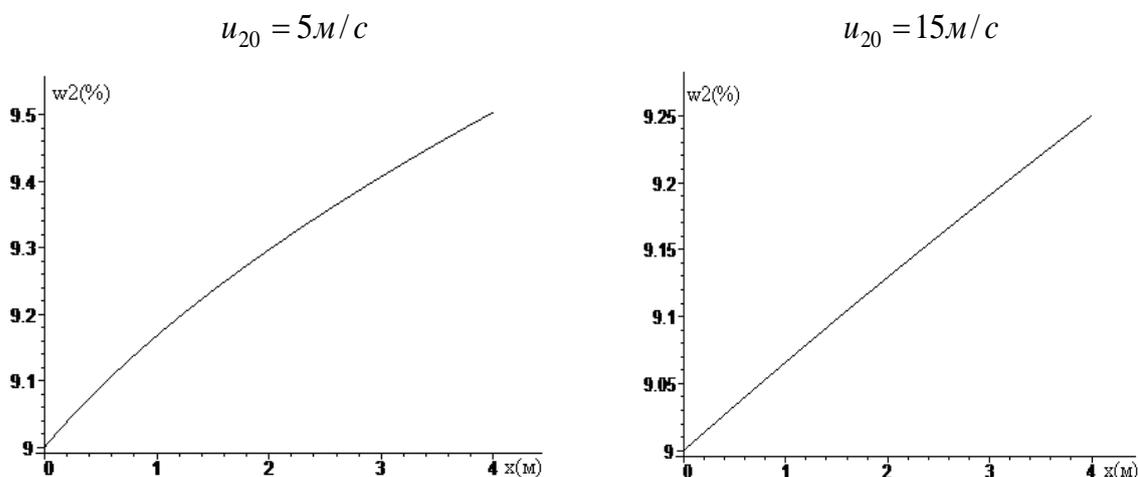


Рис.4. Изменение влажности волокна (w_2) по длине трубопровода для двух значений скорости подачи хлопка-сырца в трубопровод u_{20}

Анализ графиков показывает, что увеличение скорости подачи хлопка-сырца приведет к снижению содержания влаги в волокне.

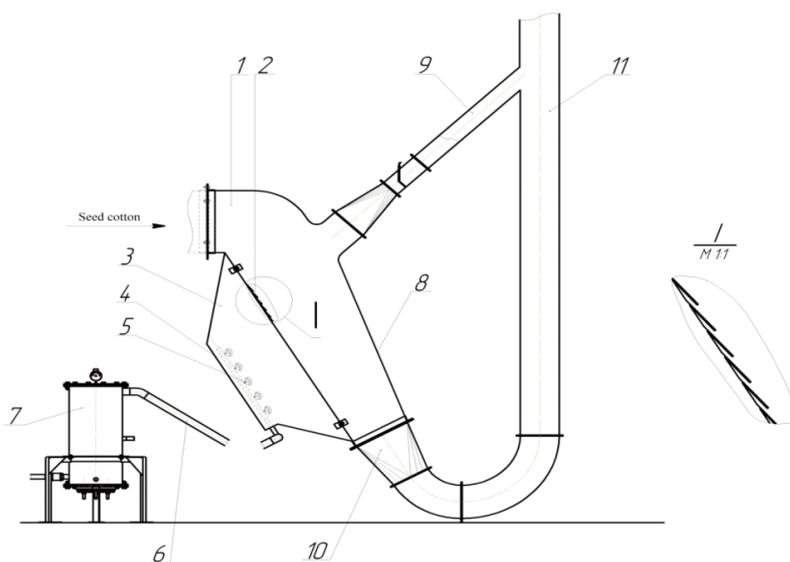
В четвертой главе диссертации «**Разработка и испытания нового устройства для увлажнения хлопка-сырца**» приведены результаты работ по разработке устройства для увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и генератора агента увлажнения. В ходе проведенных экспериментальных исследований были определены оптимальные параметры влажности хлопка-сырца перед джинированием, обеспечивающие сохранение природных свойств и увеличение выхода материала.

По результатам проведенных аналитических и теоретических исследований было разработано несколько вариантов устройства для увлажнения хлопка-сырца УХС, предусматривающее увлажнение тонкого и разрыхленного слоя хлопка-сырца, выходящего из агрегата УХК (1ХК), теплым и влажным агентом увлажнения. Один из вариантов устройства, выполненного в виде камеры увлажнения (бункера) и смонтированного на выгрузочном лотке агрегата УХК (1 ХК), представлен на рис.5.

В процессе, очищенный и разрыхленный хлопок-сырец из агрегата УХК

(1 ХК), равномерным потоком выгружается и перемещается по верхней стенке жалюзийной решетки 2 бункера 1, при этом из парообразователя 7 по трубопроводу 6 в камеру 3 посредством форсунок 5 подается под давлением тепловой влагоагент в виде пара, который продувает разрыхленный поток хлопка-сырца через зазоры жалюзийной решетки 2, за счет отсоса через патрубков 9, увлажняя его. Далее, поток увлажненного хлопка-сырца с тепловым влагоагентом перемещается в нижнюю часть бункера 1, где через эжекционную воронку 10, соединенную с пневмопроводом 11, транспортируется на батарею джинов.

На предложенные методы и устройства для увлажнения хлопка-сырца перед дженированием получены патенты Республики Узбекистан на полезную модель Uz №FAP 00800 «Устройство для увлажнения хлопка-сырца» и Uz №FAP 00957 «Устройство для увлажнения хлопка-сырца».



1 – бункер, 2 - жалюзийная решетка, 3 – камера для подачи теплового влагоагента, 4 - нижняя стенка камеры, 5 – форсунки, 6 – трубопровод, 7 - генератор агента увлажнения, 8 - противоположная стенка бункера, 9 - патрубок для отсоса теплового влагоагента, 10 - эжекционная воронка, 11 – пневмопровод

Рис. 5. Общий вид и схема конструкции увлажнителя хлопка-сырца

Разработан парогенератор, обеспечивающий выработку агента увлажнения с высокой степенью влагосодержания. Разработанный генератор агента увлажнения представляет собой устройство электродного типа, обеспечивающее выработку агента, состоящего из смеси пара и взвешенных в нём мелкодисперсных частиц воды (т. е. «мокрого» пара). Производительность парогенератора составляет 0,75 л/мин или 45 л/час. Удельный вес водяного пара γ_n в агенте увлажнения составляет порядка 157,78 г/м³.

Квалификационные испытания опытно-промышленного образца устройства для увлажнения хлопка-сырца УХС в комплекте с генератором агента увлажнения ЭБГ, проведенные на Чиназском хлопкозаводе Ташкентской области, показали, что установка способна обеспечить прирост влажности хлопка-сырца до 0,5 %.

Оценка качества хлопкового волокна, полученного при джинировании хлопка-сырца с различными уровнями влажности, показала, что показатель микронейр, зрелость, удлинение, коэффициент белизны, степень желтизны хлопкового волокна не имеют тенденцию к изменению в зависимости от влажности джинируемого хлопка-сырца и остаются, практически, постоянными. Однако, выявлено существенное влияние влажности джинируемого хлопка-сырца на такие показатели как верхняя средняя длина, однородность по длине.

Так, верхняя средняя длина волокна, полученного при джинировании хлопка-сырца, увлажненного до 7,64 % оказалась на 0,005 дюйма длиннее волокна, полученного при джинировании исходного хлопка-сырца с влажностью 7,13%. Изменение влажности хлопка-сырца только в 0,5 % обеспечило сохранение модальной массодлины на 0,2 мм, штапельной массодлины на 0,21 мм, средней массодлины на 0,82 мм. Процент коротких волокон в пробах волокна, полученных при джинировании неувлажненного хлопка-сырца, оказался на 2,13 % выше, чем в увлажненном хлопке-сырце.

В целях научного обоснования оптимальной технологической влажности хлопка-сырца перед процессом джинирования, применительно к существующим селекционным сортам и современному технологическому оборудованию, были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния различной исходной влажности хлопка-сырца перед джинированием на изменение показателей качества и выхода хлопкового волокна. В результате джинирования хлопка-сырца с влажностью 3,8 %, 6,5 %, 8,1 %, 9,7 % и 10,7 %, было определено, что наибольший выход волокна был зафиксирован при влажности 8,1 %. В ходе испытаний было выявлено существенное влияние влажности джинируемого хлопка-сырца на такие показатели как удельная разрывная нагрузка, верхняя средняя длина, процент коротких волокон, однородность по длине.

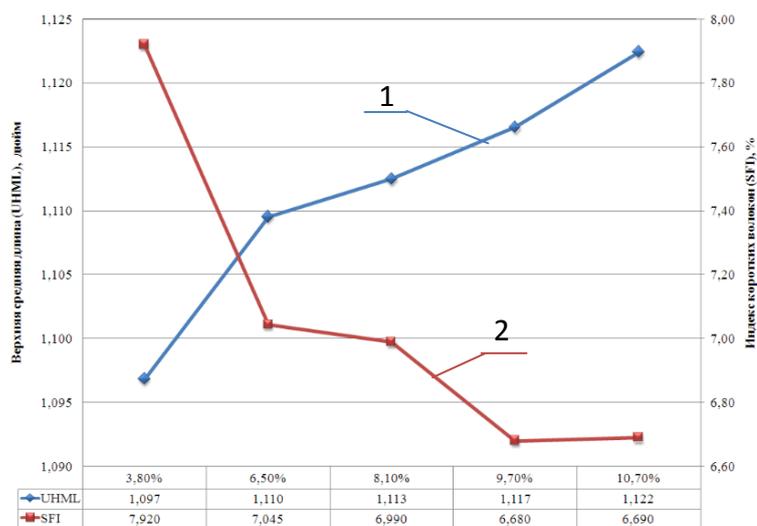


Рис. 6. Динамика изменения показателей верхней средней длины (1) и индекса коротких волокон (2) в зависимости от влажности хлопка-сырца

Так, верхняя средняя длина волокна, полученного при джинировании хлопка-сырца с влажностью 10,7 % оказалась на 0,025 дюйма или на 1 код штапельной длины длиннее волокна, полученного при джинировании хлопка-сырца с влажностью 3,8 %.

Проведенные расчеты экономического эффекта от внедрения установки в хлопкоочистительной промышленности показали, что эффект на тонну хлопкового волокна составит 28839,36 сум.

В пятой главе диссертации «**Разработка нового метода увлажнения хлопкового волокна**» приведены результаты теоретико-экспериментальных исследований параметров нового метода увлажнения хлопкового волокна перед прессованием.

Предлагаемый метод должен обеспечить эффективное и равномерное насыщение волокна влагой по всему объему. Поставленная задача решается путем разделения холста волокна после конденсора на отдельные мелкие клочки и увлажнения их в специальной камере влагоагентом с последующим формированием волокна в холст перед прессованием.

В процессе прохождения холста хлопкового волокна через зону разрыхлительных барабанов увлажнителя образуется разрыхлённая волокнистая масса, которая далее, после выхода из нее, под действием силы тяжести и центробежной силы распадается на отдельные фрагменты.

Уравнение равновесия среды в зоне разрыхления записываем в виде:

$$\frac{dy}{dx} - yz_0(x) + \gamma_0 b = 0 \quad (14)$$

где $y = pb$, $z_0 = \frac{k}{LR}(x + \mu\sqrt{R^2 - x^2}) - B\gamma_0$, $\gamma_0 = \rho_0 g$, ρ_0 - начальная (до подачи) плотность продукта, ρ - плотность материала в произвольном сечении, $b = b(x)$ - переменная толщина зоны разрыхления волокнистой массы, μ - коэффициент трения между материалом холста и валиками, L - ширина валиков, м, a - длина разрыхления, м, R - радиус валиков, м, B - коэффициент податливости, c^2/m^2 , определяемый опытным путем, k - коэффициент бокового давления.

Давление P и плотность ρ в произвольном сечении продукта вычисляются по формулам:

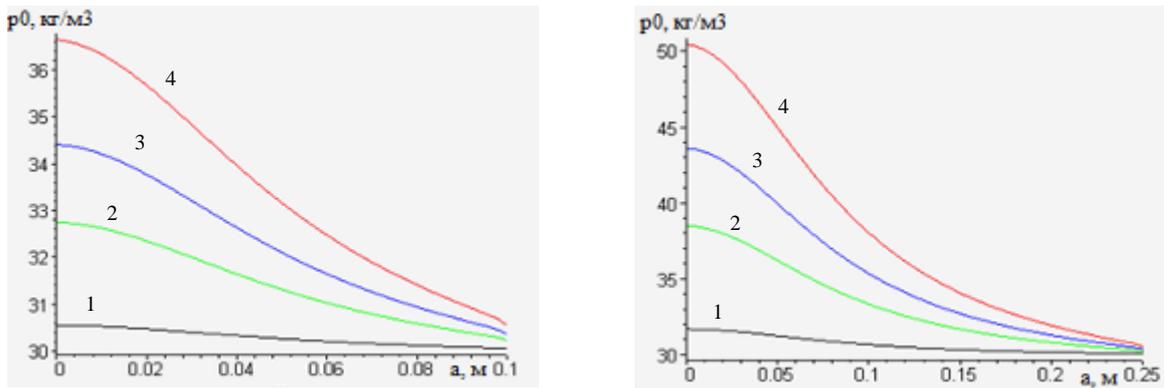
$$p = y(x)/b(x) \quad (15)$$

$$\rho = \rho_0[1 + By(x)/b(x)] \quad (16)$$

На рис. 7 представлены распределение плотности по высоте разрыхления при различных значениях радиусов барабанов R и коэффициента податливости B . В расчетах принято: $R=0,14$ м, $a=0,14$ м, $L=1$ м, $k=0,5$, $\mu=0,3$, $b_0=0,03$ м, $\rho_0=30$ кг/м³.

$R=0,1$ м

$R=0,25$ м



1 - черные - $B=0,0002$, 2 - зеленые - $B= 0,0005$, 3 - синие - $B=0,008$, 4 - красные - $B=0,0012$

Рис.7. Распределение плотности продукта $\rho(\text{кг}/\text{м}^3)$ по высоте обжарки при различных значениях барабанов R и податливости $B(\text{Па}^{-1})$

Интегрируя выражение (16) по полосе толщиной h_0 и высотой a , находим массу m отделяемого клочка из первой секции

$$m = Lh_0 \int_0^a \rho(x) dx \quad (17)$$

Интеграл (17), вычисленный численно, позволил получить данные свидетельствующие о том, что технологические условия для формирования летучки с наименьшей массой и средней плотностью для обеспечения более эффективного протекания процесса сорбции на следующем этапе улучшаются при увеличении технологического зазора между ножевыми барабанами b_0 , при уменьшении радиуса ножевого барабана R и значений коэффициента податливости B .

В связи с этим было принято решение установить b_0 равный 0,05 м, радиус ножевого барабана $R = 0,14\text{м}$, увеличить количество рядов ножей на барабанах с 4 до 6 единиц.

В главе были проведены исследования процесса влагопереноса в движущемся клочке волокнистой массы.

Уравнение распространения влажности $w(r,t)$ в сферической системе координат записывается в виде формулы:

$$c\rho_0 \frac{\partial w}{\partial t} = k_g \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial w}{\partial r} \right) \quad (18)$$

где c - удельная влагоемкость, $\text{кг}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{М})$, k_g - коэффициент влагопроводности, ρ_0 - начальная плотность сухого продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Влажность в центре шара по времени меняется по закону:

$$w(0,t) = w_0(t) + w_0(0) \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \left\{ \frac{\beta_k \exp(-\beta_k t) - \mu \exp(-\mu t)}{\beta_k - \mu} \right\} \quad (19)$$

где $\beta_k = \chi \pi^2 k^2$, $b_k = \frac{2(-1)^{k+1}}{\pi k}$, $\chi = \frac{k_g}{c\rho_0}$. $w_0 = \exp(-\alpha \sqrt{x})$

Из полученной формулы (19) можно отметить, что влажность в центре шара достигает значения $w_0(t)$ при больших значениях времени, т.е. при

$t \rightarrow \infty$ Также, видно, что с ростом параметра $\chi = k_e / c\rho_0$ (что соответствует например, уменьшению плотности клочка) количество диффундирующей в клочок влаги может существенно увеличиваться. Это указывает на целесообразность использования более разрыхленных клочков для повышения эффективности процесса увлажнения.

В продолжении исследований, был рассмотрен одномерный процесс увлажнения волокнистой массы, движущейся вниз в камере прямоугольного переменного сечения. Уравнения одномерного движения компонентов смеси и законы сохранения масс, согласно модели Х.А. Рахматуллина, записываем в виде

$$\rho_0 u_0 s \frac{du_0}{dx} = -\frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} + sk(u_1 - u_0) \quad (20)$$

$$\rho_1 u_1 s \frac{du_1}{dx} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} - sk(u_1 - u_0) \quad (21)$$

где, $\rho_0 u_0 s = u_{00} \rho_{00} s_0 = const$, $\rho_1 u_1 s = u_{10} \rho_{10} s_0 = const$, $\rho_0 = m\rho_0^{(0)}$, $\rho_1 = (1-m)\rho_1^{(0)}$, k – коэффициент вязкого трения, s_0 – ширина сечения камеры при $x = 0$, s_1 – ширина нижнего сечения камеры, м.

На массу действует поток агента увлажнения, противоположно направленный движению частиц волокнистой среды. Считая процесс увлажнения стационарным, через $u_0(x)$, $w_0(x)$, $u_1(x)$, и $w_1(x)$ обозначили соответственно скорость и влажность агента увлажнения (индексом-0) и волокнистой массы (индексом-1).

Уравнение влагообмена между воздухом и волокнистой массой в стационарном режиме увлажнения записываем в виде системы:

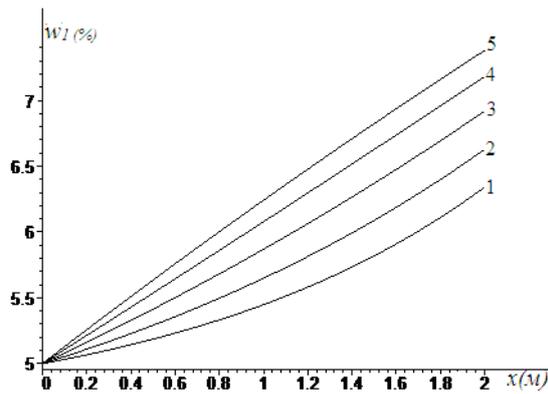
$$m_0 u_{00} \frac{dw_0}{dx} = \beta(w_1 - w_0) / s_0, \quad (1 - m_0) u_{10} \frac{dw_1}{dx} = \beta(w_0 - w_1) / s_0 \quad (22)$$

где m – соответственно приведенные пористости волокнистой массы u_{00} , u_{10} и m_0 – известные значения плотности, скорости воздуха, волокнистой массы и пористости в сечении $x = 0$.

На рис.8 представлены кривые распределения влажностей волокна по высоте камеры в зоне увлажнения при различных значениях скорости встречного потока агента увлажнения. В расчетах принято: $\beta = 0,05 \text{ c}^{-1}$, $m_0 = 0,3$, $u_{10} = 5 \text{ м/с}$, $w_{10} = 5 \%$, $h = 2 \text{ м}$.

Полученные данные свидетельствуют о важной роли аэродинамического взаимодействия агента увлажнения и волокнистого материала, с увеличением интенсивности которого, ускоряется динамика влагообменных процессов.

Для моделирования процесса увлажнения волокнистого материала в процессе обжатия в зоне обжимных валиков, был рассмотрен процесс формирования холста хлопкового волокна в нижней части установки.



1- $u_{00} = -2\text{ м/с}$, 2- $u_{00} = -3\text{ м/с}$, 3- $u_{00} = -5\text{ м/с}$, 4- $u_{00} = -10\text{ м/с}$, 5- $u_{00} = -30\text{ м/с}$

Рис.8. Кривые распределения влаги в волокнистой массе w_1 и встречном потоке воздуха w_2 по высоте камеры при влажности $w_{00} = 15\%$ и скорости u_{00} встречного потока

Стационарный режим фильтрации жидкости через капилляры волокнистого материала описывается системой нелинейных уравнений первого порядка:

$$\frac{dw}{dx} = y, \quad (23)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y[b(x)v - k'_e(w)b(x)y - k_e(w)b'(x)]}{k_e(w)b(x)} \quad (24)$$

где $b = b_0 + \frac{(a-x)^2}{R}$, $k_e = k_e(w)$ - коэффициент влагопроводности, a - высота обжатия, м, R -радиус валиков, м, k_0 и k_1 -постоянные, $a = \sqrt{b_0 R}$, b_0 -минимальное расстояние между валиками, м.

Система уравнений 23 и 24 которая интегрируется численно методом Рунге-Кутта при следующих начальных условиях $w = w_2$, $y = -\eta(w_2 - w_0)$ при $x = a$.

На рис.9 представлены кривые распределения влаги $w(\%)$ по высоте зоны уплотнения для различных значений параметров b_0 и k_1 . В расчетах принято: $R = 0.2\text{ м}$, $k_0 = 20\text{ м}^2/\text{ч}$, $\eta = 10\text{ м}^2/\text{ч}$, $w_1 = 20\%$, $h = 1\text{ м}$.

$$b_0 = 0,04\text{ м}, k_1 = 0\text{ м}^2/\text{с}$$

$$b_0 = 0,04\text{ м}, k_1 = 0,01\text{ м}^2/\text{с}$$

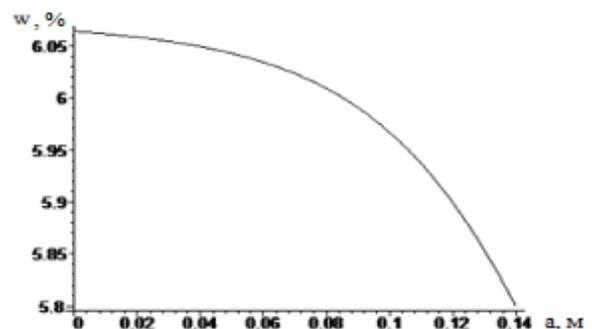
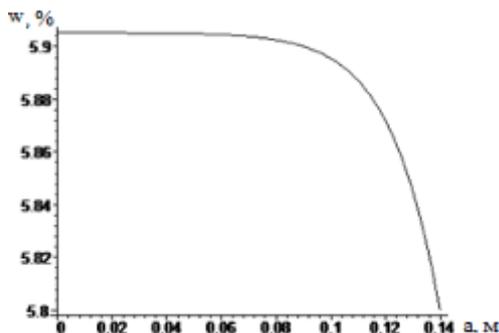


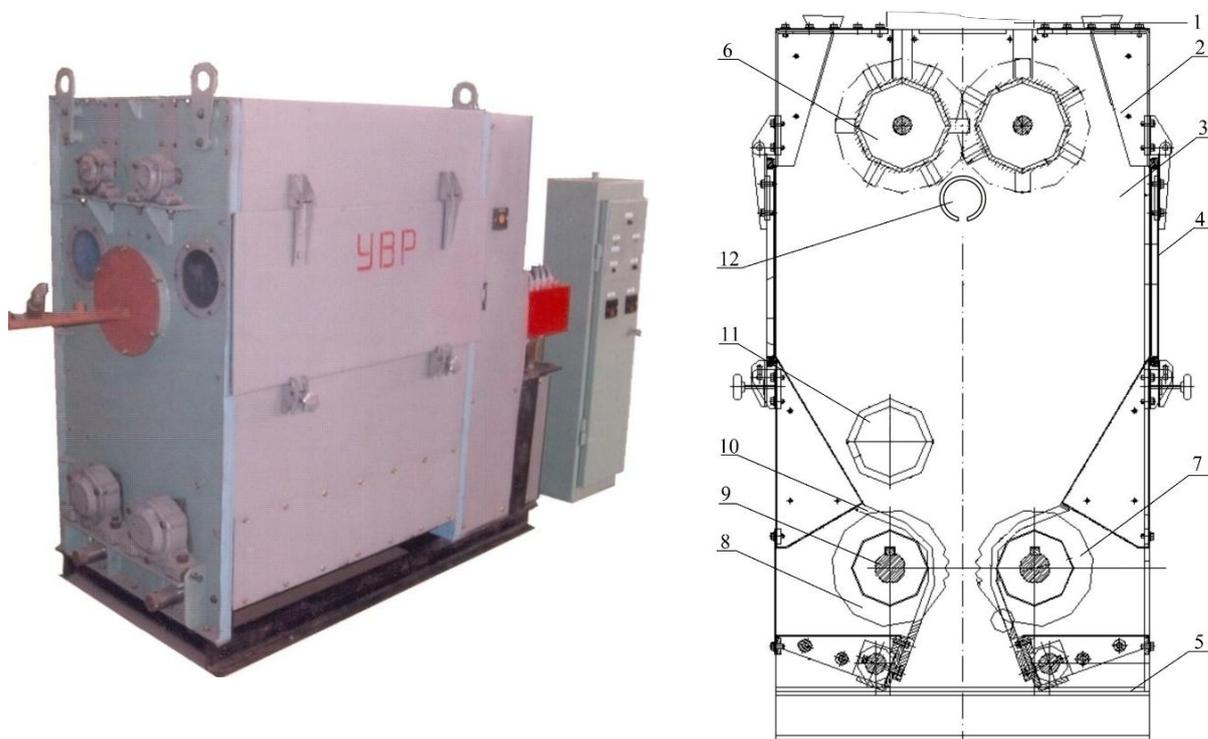
Рис. 9. Кривые распределения влаги w (в процентах) по высоте зоны контакта для различных значений величины b_0 (м), k_1 ($\text{м}^2/\text{с}$)

Из анализа кривых следует, что учет зависимости коэффициента влагопроводности от влажности приводит к дополнительному увлажнению волокнистой массы в зоне увлажнения, при этом с ростом значения параметра k_1 по высоте зоны может образоваться участок с постоянным увлажнением волокон. Увеличения этого коэффициента можно достичь за счет увеличения диаметра обжимных валиков и уменьшения технологического зазора между валиками. В связи с этим принимаем решение установить параметры $b_0 = 0,05$ м, $R = 0,12$ м.

В шестой главе диссертации «Разработка и испытания нового устройства для увлажнения хлопкового волокна» отражены результаты испытаний опытно-промышленного образца увлажнителя хлопкового волокна перед прессованием, исследования по динамике изменения показателей качества хлопкового волокна различной влажности в процессе длительного хранения, эксперименты по применению различных агентов увлажнения и характеристики экономической эффективности от внедрения нового устройства для увлажнения хлопкового волокна в промышленность.

По результатам проведенных аналитических и теоретических исследований было разработано несколько вариантов устройства для увлажнения хлопкового волокна перед прессованием УВР.

Внешний вид и схема одного из вариантов устройства приведена на рис.10.



1- конденсор, 2 - направляющие щитки, 3 – камера увлажнения, 4 - продольные стенки камеры, 5 – торцевые стенки камеры, 6 - пара разрыхлительных барабанов, 7 - обжимные валики, 8 – набор зубчатых дисков, 9 – вал, 10 – колосниковая решетка, 11 - распылитель влагоагента, 12 – патрубок отсоса агента увлажнения

Рис.10. Внешний вид и схема устройства для увлажнения хлопкового волокна УВР

В работе, волокнистый материал из-под конденсора 1, в виде холста, поступает под воздействие разрыхлительных барабанов 6, которые, вращаясь в противоположных направлениях, протрепывают холст материала, разделяя его на отдельные клочки. Затем клочки материала по направляющим щиткам 2, двумя потоками забрасываются в камеру увлажнения 3, где, проходя ее, подвергаются воздействию агента увлажнения, подаваемого из распылителей 11 по всему объему камеры 3. Патрубок для отсоса влагоагента 12, установленный между валиками 6 обеспечивает вентилирование клочков волокнистого материала в камере 3 тепловым потоком влагоагента, выходящего из распылителей 11, что обеспечивает эффективное и равномерное увлажнение по всему объему волокнистого материала. Далее, увлажненный волокнистый материал формируется в слой обжимными валиками 7 в нижней части камеры 3.

На предложенные методы и устройства для увлажнения волокна перед прессованием получены патенты Республики Узбекистан (UZ №IAP 02731, UZ №FAP 00390, заявка на полезную модель Республики Узбекистан UZ №FAP 20150044).

Государственные приемочные испытания опытного образца увлажнительной установки марки УВР, проведенные на Букинском хлопкозаводе Ташкентской области, показали его работоспособность и функциональность.

Увлажнение хлопкового волокна с исходной влажностью 8,28 % проводилось с расходом воды 30 и 45 л/ч. Прирост влажности в первом случае составил 0,63 %. Средняя влажность волокна составила 8,91 %, а стандартное отклонение - 0,25 %. Прирост влажности волокна с расходом воды 45 л/ч составил 1,11 %. Среднее значение влажности волокна – 9,38 %, стандартное отклонение - 0,19 %. Полученные результаты характеризует высокую равномерность распределения влагоагента по объему волокна.

Оценка показателей качества волокна, проводимая в течении 6 месяцев хранения (Таблица 1), выявила, что такие показатели как микронейр, верхняя средняя длина, удельная разрывная нагрузка, индекс однородности, не претерпевают существенных изменений при длительном хранении и имеют различия в пределах погрешности метода испытаний. Однако, отчетливо проявилось изменение сортовых характеристик волокна (белизна, желтизна).

Для научного обоснования предлагаемых параметров и диапазона предельного увлажнения хлопкового волокна были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния различной исходной влажности волокон на изменение показателей качества волокна при длительном хранении. Показатели качества проб хлопкового волокна, искусственно увлажненных до 8,6 %, 10,3 %, 13,8 %, 17,5 %, были сопоставлены с качеством исходного хлопкового волокна влажностью 7,3 %.

Таблица 1

**Показатели качества контрольного и увлажненного хлопкового
волокна спустя 6 месяцев хранения**

Показатель качества	Влажность хлопкового волокна		
	8,28 %	8,91 %	9,38 %
	Контроль	Вода 30 л/ч	Вода 45 л/ч
Микронейр (Mic), ед.	3,5	3,6	3,6
Удельная разрывная нагрузка (Str), гс/текс	30,80	31,42	31,45
Верхняя средняя длина (Len), дюйм	1,15	1,16	1,17
Индекс однородности (Unf), %	82,76	82,88	83,04
Процент коротких волокон (SFI), %	5,95	5,60	5,66
Удлинение (Elg), %	9,36	9,96	9,58
Трэш-код (T), ед	4,65	3,85	4,85
Коэффициент белизны (RD), %	75,05	74,11	73,11
Степень желтизны (+b), %	8,83	8,82	9,07

Динамика изменения показателей цветности хлопкового волокна различной исходной влажности в течение 3 месяцев хранения, представленная на рис.11, отражает тот факт, что в образцах волокна, увлажненных до 10,3 %, 13,8 % и 17,5 % существенно изменились показатели белизны и желтизны, что повлекло за собой переход волокна в пониженный сорт по американской классификации 31 – Middling White.

Результаты проведенных исследований указывают на то, что влажность хлопкового перед прессованием, во избежание ухудшения показателей белизны и желтизны волокна и связанных с ними показателем сортности, не должна превышать 8,5 %.

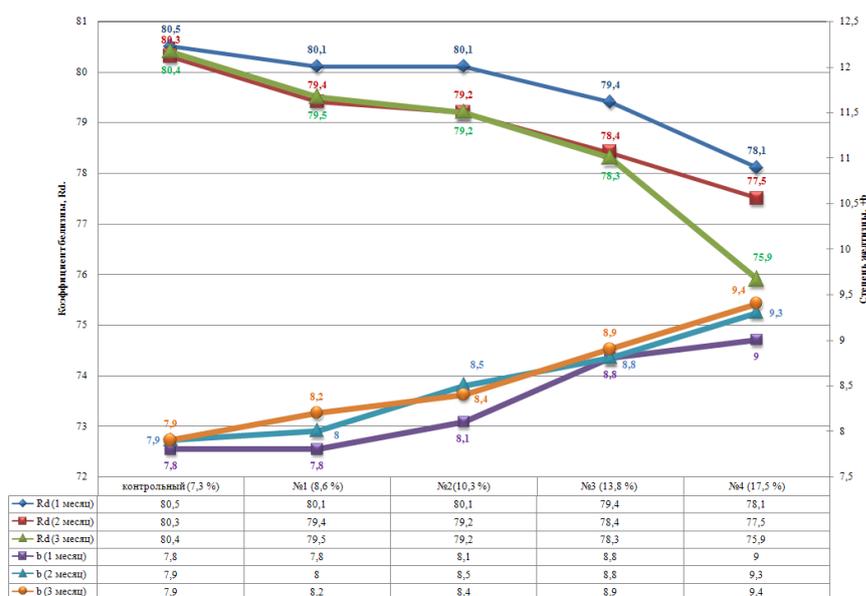


Рис. 11. Динамика изменения показателей белизны (Rd) и желтизны (b) хлопкового волокна различной исходной влажности при хранении в течении 3 месяцев

В продолжении исследований, было важно оценить влияние различных видов агентов увлажнения на изменение показателей качества хлопкового

волокна при длительном хранении. В частности, в качестве альтернативного агента увлажнения были испытаны 10 % и 20 % солевые растворы. Данные исследований показали, что солевые растворы, в силу бактерицидных свойств, предотвращают развитие бактериальной микрофлоры и способствуют сохранению показателей цветности хлопкового волокна. Методы увлажнения волокнистого материала с применением активированных и солевых растворов запатентованы (UZ №IAP 02732, UZ №IAP 03995).

Проведенные расчеты экономического эффекта от внедрения установки в хлопкоочистительной промышленности показали, что эффект на тонну хлопкового волокна составит 14901,31 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации на тему «Методы создания комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна на хлопкоочистительных заводах» представлены следующие выводы:

1. Предложена классификация технологических устройств для увлажнения хлопка-сырца перед дженированием и хлопкового волокна перед прессованием. Определен необходимый прирост влажности для выпускаемого хлопкового волокна в диапазоне 1,5-2,0 %.

2. Разработан метод увлажнения хлопка-сырца перед дженированием, предусматривающий интенсивное аэродинамическое взаимодействие агента увлажнения с высоким влагосодержанием и разрыхленного волокнистого материала на выгрузочном лотке агрегата УХК (1 ХК).

3. Предложены алгоритмы решений процесса поглощения влаги в хлопке-сырце, моделируемого капиллярно-пористой средой. Теоретическими решениями определены зависимости распределения параметров потока хлопка-сырца по длине лотка (давления, плотности, скорости и влажности) от производительности агрегата УХК (1ХК) и количества подаваемого влагоагента в зону увлажнения. Разработана математическая модель процесса переноса влаги в движущемся потоке хлопка-сырца в вертикальном трубопроводе, моделируемого двухскоростной сплошной средой.

4. На основе анализа полученных алгоритмов решений разработано устройство для увлажнения хлопка-сырца перед процессом дженирования. Разработан парогенератор, обеспечивающий выработку агента увлажнения с высокой степенью влагосодержания.

5. Увлажнитель хлопка-сырца УХС внедрен в технологическую линию Чиназского хлопкозавода Ташкентской области. По результатам испытаний установлено:

- установка обеспечивает прирост влажности хлопка-сырца до 0,5 %;
- обеспечивается сохранение природных физико-механических свойств хлопковой продукции.

6. Предложены оптимальные значения показателя массового отношения влаги хлопка-сырца перед дженированием в диапазоне 7,5-8,5 %, обеспечение которых позволит сохранить такие физико-механические и природные свойства хлопкового волокна, как верхняя средняя длина, удельная разрывная нагрузка, индекс коротких волокон, индекс однородности, а также обеспечить наибольший выход хлопкового волокна.

7. Разработан метод увлажнения хлопкового волокна перед прессованием, включающий в себя разделение холста волокна, выходящего из-под рифленых барабанов конденсора, на два потока летучек волокна, их интенсивное увлажнение влагоагентом и последующее обжатию в холст.

8. Предложена математическая модель процесса разделения волокнистой массы на отдельные клочки. Установлен механизм влагопереноса в частицах волокна при их движении от разрыхлительных

барабанов до обжимных валиков и последующем их формировании в холст. Разработаны оптимальные технологические и конструктивные параметры предлагаемого устройства для увлажнения хлопкового волокна.

9. По результатам проведенных аналитических, теоретических и экспериментальных исследований разработано несколько вариантов устройств для увлажнения хлопкового волокна перед прессованием. Предложен оптимальный вариант устройства для увлажнения.

10. Устройство для увлажнения волокна УВР внедрено в состав технологической линии Букинского хлопкозавода Ташкентской области. По результатам испытаний установлено:

- установка обеспечивает прирост влажности волокна до 1,5 %;
- обеспечивается равномерность распределения влаги по всему объему кипы 0,2-0,25 %;
- применяемая технология обеспечивает сохранение природных показателей качества волокна.

11. Предложена ограничительная норма влажности хлопкового волокна перед прессованием в 8,5 %.

12. Предложены методы увлажнения волокнистого материала с применением активированных и солевых растворов.

13. Расчеты экономического эффекта от внедрения комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна в хлопкоочистительной промышленности показали, что эффект на один типовой завод в год составит 349,9 млн. сум в год или 43740,67 сум на тонну волокна (в ценах 2016 г.).

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREE
OF THE DOCTOR OF SCIENCES 14.07.2016.T.06.01 AT TASHKENT
INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

JOINT-STOCK COMPANY "PAXTASANOAT ILMY MARKAZI"

GULYAEV RINAT AMIROVICH

**METHODS OF THE INTEGRATED TECHNOLOGY FOR
HUMIDIFYING RAW COTTON AND COTTON FIBER AT COTTON
GINNERIES**

**05.06.02 - Technology of textile materials and primary processing of raw materials
(Technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent – 2016

The subject of doctoral dissertation has been registered by Supreme Attestation Commission with the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan by number №30.09.2014/B2014.5.T342

Doctoral dissertation is done at JSC "Paxtasanoat ilmy markazi" of Holding Company "Uzpahtasanoateksport".

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

Scientific consultant: **Lugachev Anatoliy**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Korabelnikov Andrey**
doctor of technical sciences, professor
(Russian Federation)

Muradov Rustam
doctor of technical sciences, professor

Muhammadiev Dawlat
doctor of technical sciences

Leading Organization: **Research institute for standardization, metrology and certification under "Uzstandard" agency**

Defense of the dissertation will take place in 25 October 2016 y. in 14⁰⁰ at a meeting of the Scientific Council 14.07.2016.T.06.01 at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Tashkent, 5 Shohzhahon str., tel. (99871) 253-06-06, 253-08-08, fax: 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz).

Doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of Tashkent institute of textile and light industry (registration number 09).

Address: 100100, Tashkent, 5 Shohjahon str., tel. (99871) - 253-06-06, 253-08-08.

Abstract of dissertation has been sent out on 26 september 2016 year
(mailing report № 09, on 26 september 2016 year)

M.T. Hodjiev

Vice chairman of the Scientific Council on award of scientific degree of doctor of sciences, doctor of technical sciences, professor

A.Z. Mamatov

Scientific secretary of the scientific council
doctor of technical sciences, professor

M.M. Mukimov

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

INTRODUCTION (summary of the doctoral dissertation)

The topicality and significance of the subject of dissertation. Cotton fiber is one of the most important strategic commodities in world trade. According to the International Cotton Advisory Committee (ICAC), world production of cotton in the 2014/15 season reached 26.2 million tons¹. The high level of competition on the world cotton market, the emergence of a modern, technologically advanced and high-speed textile machinery, the need for high quality and competitive textile products leads to a tightening of requirements for the quality of cotton fiber. In this regard, the enhancement of primary processing of raw cotton and the improvement of consumer properties of cotton fiber is the most actual problem. By the developed foreign countries, such as the US, China, India, Brazil and other countries, paid special attention to improvement of the efficiency of the cotton industry and process control methods, whereby there has been progress in ensuring the competitiveness of the cotton products. The improvement of the quality characteristics of the cotton fiber, the reduction of production costs of raw cotton processing is provided due to the measures taken to optimize production processes, introduction of new effective technological devices.

The Republic of Uzbekistan also implemented comprehensive large-scale measures to improve the efficiency of the production process of primary processing of raw cotton and for introduction of highly effective technological process management systems that improve the consumer properties of produced cotton products. The works on introduction of flexible technological processes of raw cotton processing are carried out on the ginneries. In particular, the special attention paid to implementation of raw cotton and cotton fiber humidification technology, allowing, depending on baseline characteristics of the raw material to obtain cotton products of given quality, with minimal loss of raw materials and low energy consumption.

Special attention to the conditioning of seed cotton and cotton fiber by moisture is paid in a world practice, specially to development of new technique and technology of humidification with considering of most important factors influencing the process of primary treatment of cotton, beginning from procurement and storage process of harvested seed cotton and finishing with cotton fiber pressing into bales. In this regard, are carried out targeted research in areas including: development of improved technology of volume humidification of loosened cotton mass; development of competitive energy saving technology; development of complex technology for humidification of seed cotton before ginning and cotton fiber before pressing; development of step by step complex fibrous material's humidification systems, adapted to the technological schemes used and the composition of the equipment.

¹ Cotton: World Statistics. Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, NY, November 2015. <http://www.ICAC.org>.

This dissertation research is to the certain extent focused on the tasks for the implementation of practical measures provided by Presidential Decree dated October 27, 2015. UP-4761 «About the formation of the holding company "Uzpahtasanoateksport"» and the Decree of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated April 3, 2007 №70 «About program of modernization and reconstruction of cotton ginning industry for the period of 2007-2011 years», as well as in other legal documents adopted in this area.

Relevant research priority areas of science and developing technology of the republic. This dissertation is performed in accordance with the priority areas of development of Science and Technology of Republic: II - "Energetics, energy and resource saving".

Review of international scientific researches related to the subject of dissertation². Scientific research directed on production in the field of humidification technology of seed cotton and cotton fiber are being implemented in leading research centers and higher educational institutions of the world, including the USDA Cotton Ginning Research Unit, USDA Agricultural Research Service, Texas Tech University, «Samuel Jackson Incorporated» (USA), Central Institute for Research on Cotton Technology, Bajaj Steel Industries Limited (India), National Research Center for cotton processing, engineering and technology, China Cotton Industries Limited, Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock, Handan Golden Lion, Cotton Research Institute of Nanjing Agricultural University (China), Pakistan Cotton Standards Institute, National Textile University Faisalabad (Pakistan), Busa Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Limited (Brazil), Earthquake Research Institute, Nara National Research Institute for Cultural Properties (Japan), Central Scientific Research Institute of Cotton Industry (Russia), Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Joint Stock Company "Pahtasanoat ilmy markazi" (Uzbekistan).

As a result of researches carried out in the world, scientists and specialists received a number of research results, including: developed automated cotton humidification system (USDA Ginning Cotton Research Unit, USA); system for humidification of cotton fiber (USDA Agricultural Research Service in cooperation with «Samuel Jackson Incorporated», USA); humidification agent generating system (USDA Agricultural Research Service in cooperation with «Samuel Jackson Incorporated», USA); the system of automatic control and maintaining of the necessary technological moisture in fibrous materials at all stages of primary processing of cotton (Texas Tech University (USA) in cooperation with "Uster technologies AG" (Switzerland); recommendations to

² Review of foreign scientific researches by the theme of dissertation was made on the base: [Electronic data bases]. – Access regime: <http://www.samjackson.com/moisture-products>; <http://www.bajajngp.com/humidifier.html>; <http://www.busa.com.br/Assistencia-Tecnica#>; US Patent №6.314.618 B1, класс 19-48. Moisture conditioner for lint cotton/ Martin L Mehner, Samuel G. Jackson. 13.11.2001; US Patent №7.591.048 B2, class 19-66. Moisture conditioner for lint cotton/ Martin L Mehner. 22.09.2009; US Patent №6.202.258, class 19-66. Apparatus and related method for applying moisture to cotton during a ginning operation / William E. Winn. 20.03.2001y. and other issues.

ensure the technological humidity of raw cotton and cotton fiber (Tashkent institute of textile and light industry, JSC "Pahtasanoat ilmiy markazi", Republic of Uzbekistan).

In the world the investigations in the creation of devices and technologies for humidification of the seed cotton prior to ginning and cotton fiber prior to pressing in a number of priority directions are conducted, including: in direction of developing the shelf type humidifier for cotton, improvement of the efficiency of processing of seed cotton, approaching of required technological moisture content of raw cotton components, development of integrated humidification technology of raw cotton and cotton fiber. Conducting research on the above scientific research areas confirms the relevance of the dissertation's theme.

Degree of study of problem. To date, aspects of conditioning of raw seed cotton and cotton fiber by moisture, theoretical issues of occurring sorption processes, improvement and development of new methods of raw cotton and cotton fiber humidification, study the effect of humidity of raw seed cotton and cotton fiber on production processes of primary processing of cotton, quality characteristics of produced cotton products are discussed in numerous studies of scientists: G.J. Mangialardi, S.E. Hughs, J. Price, A.C. Griffin, V.P. Moore, W.S. Anthony, R.K. Byler et al.

Fundamental works, covering the theoretical and methodological bases of humidification technology of fibrous materials were published by A.P. Lykov, R.P. Nikitin, A.E. Lugachev, A.M. Gulyaev, B.M. Mardonov, R.P. Saidov, L.S. Ryabinskaya, which have some positive results.

It should be noted that so far the problem of creation of an effective humidification technology of fibrous materials is not yet solved, and efficient device for its implementation, adapted for use as a part of the processing equipment operated by local ginneries, is not yet created. The analysis of the methods of humidification of seed cotton and cotton fiber used at foreign ginneries enables to speak about their lack of effectiveness. The peculiarity of the technological process and composition of domestic equipment does not allow to use foreign moisturizers of seed cotton and cotton fiber. In addition, studies of the effect of moisture on the parameters of cotton fiber quality indices on HVI systems were practically not carried out.

Connection of dissertation theme with research works, performed in the organization where the dissertation is done and in the higher education institution. The dissertation research is carried out within the framework of the joint state scientific and technical projects of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry and JSC "Pahtasanoat ilmiy markazi": F-4-06 "Development of scientific bases of humidification of seed cotton and cotton fiber in the technological process of ginneries" (2013-2017); ITD A3-001 - "Developing an effective humidification technology of seed cotton before ginning in order to preserve the natural properties of the material" (2015-2017).

The aim of the research is the development of step by step high-performance technology, equipment and methods for humidifying the fibrous material, ensuring the preservation of the natural properties of cotton products.

The tasks of research work:

obtaining of constructional parameters of the seed cotton humidifier by performing of the necessary theoretical studies and obtain algorithms of moisture transfer process in the seed cotton, simulated as capillary-porous compound;

substantiating of the technological parameters of seed cotton humidifier and the generator of humidification agent;

substantiating of the impact of seed cotton moisture parameters on the quality indicators of produced cotton products, its output and technological properties;

determination of the optimal values of seed cotton moisture content before to ginning;

obtaining of constructive parameters of the cotton fiber humidifier by the theoretically examination the moisture sorption mechanism of cotton fiber by active contact of the loosened fibrous pulp with humidification agent;

development of an improved method of cotton fiber humidification in the technological process by means of its loosening and uniform saturation with moisture by the entire volume;

substantiating of the effect of cotton fiber moisture parameters on the quality of material during prolonged storage;

determination of the optimal parameters of humidification agent and the values of cotton fibers moisture content prior to pressing;

development an integrated humidification technology of seed cotton before ginning process and the cotton fiber prior to pressing.

Object of the research is a humidification technology for seed cotton before ginning and cotton fiber prior to pressing.

Subject of the research is seed cotton and cotton fiber structure, as the moisture sorption materials.

Methods of the research. The methods of theoretical and applied mechanics, heat engineering, mathematical statistics, mathematical modeling, numerical methods by using of computer programs, as well as modern methods of determining the parameters of quality of cotton fiber used in dissertation.

Scientific novelty of dissertational research consists in the following:

new devices for humidification of seed cotton before to ginning were developed;

new methods for humidification of cotton fiber before process of pressing were developed;

methods of humidification of fibrous material by using activated and salt solutions were developed;

rational technological and design parameters of seed cotton and cotton fiber humidifiers were developed;

the relationships between cotton products quality parameters during ginning of seed cotton and pressing of cotton fiber having different initial moisture content, were established;

a new complex technology for humidification of seed cotton before ginning and cotton fiber prior to pressing was developed.

Practical results of the research are as follows:

the new effective technology for humidification of seed cotton before ginning with application of new devices for its implementation was developed and implemented in the industry;

the structural and technological parameters of the developed device for humidification of seed cotton have been determined;

the characteristics of quality and output of cotton fiber and seeds, depending on the seed cotton moisture parameters, were obtained, which led to the recommendation of cotton humidification technology as a process that ensures the preservation of the natural quality characteristics of cotton products and increase of their output;

technology for humidification of cotton fiber prior to pressing with application of new device for its implementation, was developed and implemented in the industry;

the theoretical and analytical relationships of rational kinematic, structural and technological parameters were defined and allowed to develop and manufacture a device for humidification of cotton fiber;

a comprehensive assessment of the quality and forecasting of fiber properties during prolonged storage, depending on the initial moisture content of the material was carried out, that formed the basis for the introduction of restrictive norm of moisture content in the national standard for cotton fiber.

Reliability of the obtained results are proved by mathematical models of sorption processes of components of seed cotton and fiber, by the consistency of the results of theoretical and experimental studies, positive test and implementation results.

Science and practical significance of the research results. The science significance of the study results is the development of moisture absorption-making algorithms in the seed cotton along the length of the tray of the humidifier depending on the capacity of the device and the amount of applied humidification agent; solving of the problem of mathematical modeling of water transfer process in a moving stream of seed cotton from the humidifier in a vertical pipe, simulated as two-speed continuous environment; obtaining of computational models of separation of fibrous pulp into individual pieces, the moisture transfer mechanism in fiber particles during their movement from the drums to crimping rollers, as well as during compression of the pulp in the area of crimping rollers for cotton fiber humidifier; planning of computational experiments and the creation of conditions for the practical application.

The practical significance of the study consists from development of devices for humidification of seed cotton and cotton fiber, the generator of humidification agent, effective moisturizing agents, providing required moisture addition for seed cotton before to ginning and cotton fiber prior to pressing, providing high uniformity of the moisture of the pulp and preservation of the natural properties of fibrous materials, as well as comprehensive assessment of the quality and forecasting of fiber properties during prolonged storage, depending on the initial moisture content of the material, that formed the basis for the introduction of restrictive norm of moisture content in the national standard for cotton fiber.

Realization of the research results. The scientific results have made it possible to develop an integrated humidification technology of fibrous materials at ginneries:

four patents of Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan for methods for humidifying the fibrous material in the technological process of ginneries has been issued ("Method of humidification of a fibrous material and a device for its implementation», UZ №IAP 02733 - 2005.; "Method of humidification of the fibrous material, UZ №IAP 02731, UZ №IAP 02732 - 2005.; UZ №IAP 03995 - 2009 "Device for humidification of fibrous material) for the methods for fibrous material humidification during technological process of the gin. The obtained scientific results gave opportunity to develop the step by step technology for humidification of raw cotton and cotton fiber;

the technology of humidification of seed cotton before ginning and cotton fiber prior to pressing, as well as a device for determining the moisture content of fibrous material have been implemented at the enterprises of the Holding company "Uzpahtasanoateksport", including the Chinaz pilot ginnery, Buka ginnery of Tashkent region, the laboratories of structural units of holding company and Uzbek Centre "Sifat" (Information about the results of the implementation of the results of the dissertation №MA-E/431 of HC "Uzpahtasanoateksport" dated March 30, 2016). Implementation of the results of the dissertation in the production process contributes to improving the quality of cotton fiber by length codes to 5 %, reducing of packaging materials consumption and transport costs to 1,4 %, elimination of discounts for low moisture content.

Approbation of research results. Results of the study were presented at more than 30 scientific-technical conferences, including: "Young scientists - the development of the textile and light industry" (Russian Federation, Ivanovo, 2007-2008.) "Modern high technologies and advanced materials for textile and light industry (the Russian Federation, Ivanovo, 2013), "New in equipment and technology in the textile and light industry" (Republic of Belarus, Vitebsk, 2015), "The development of science in the XXI century" (Republic of Ukraine, Kharkov, 2015 .), "Cotton: Connecting high tech and nature" (Germany, Bremen, 2016).

Publication of the results. On the topic of the dissertation, 46 scientific papers were published, including 12 articles in journal of recommended scientific editions for publication of basic scientific results of doctoral dissertations by Supreme attestation commission of the Republic of Uzbekistan, 4 patents of the Republic of Uzbekistan have been taken.

Structure and volume of dissertation. The dissertation consists of an introduction, six chapters, conclusions, bibliography and appendices. The total volume of the dissertation is 224 pages.

THE MAIN CONTENTS OF DISSERTATION

In the introduction of the dissertation, the topicality and relevance of the research are substantiated, the aim and objectives of the research, its object and subject are formulated, its conformity with the priorities of development of science and technology of the Republic of Uzbekistan is shown, the scientific novelty and practical results of the study are described, the theoretical and practical significance of the obtained results are revealed, a list of introducing the research results into practice, published works and information on the structure of the dissertation are provided.

The first chapter of the dissertation "**The estimation of the current state of the issue of humidification of raw cotton and cotton fiber**" is devoted to the analysis of the current state of the technique and technology of fibrous material's humidification process in the ginneries.

The analysis revealed that cotton fiber produced by the cotton industry of the republic has an average moisture content of about 5%, indicating about shortcomings of existing technology and the necessity of development of new and effective methods of humidification of the fibrous material and devices for their implementation.

In the process of analytical review of literature, research papers relating to issues of technique and humidification technology of fibrous materials it was determined that the existing methods of humidification of raw cotton and cotton fiber used in domestic and foreign practice, not effective enough, do not provide the necessary growth moisture, are have technological and structural disadvantages. The results of the study were summarized and systematized in the form of classification of humidification methods of seed cotton and cotton fiber.

The conducted study of the current state of the problem humidification of raw cotton and cotton fiber showed that to bring the fiber moisture in bales to the normalized parameters necessary to humidify the fibrous material at 1.5-2.0 %. Simultaneous increase the moisture content for a few percent at one point of technological process does not allow any one of the world's existing humidification technologies. In this regard, it stressed the necessity of development a comprehensive, phased humidification technology for seed cotton before ginning and cotton fiber prior to pressing.

In the second chapter "**Investigation of the methods for improvement of effectiveness of humidification of raw cotton and cotton fiber**" includes data on the structure and properties of raw cotton and cotton fiber in the aspect of heat and mass transfer problems. The overview and systematization of published data on the structure of cotton components, their interaction with moisture, analytical studies in the field of humidification were performed.

On the basis of analyzes of the process of humidification of raw cotton and cotton fiber is determined that the raw cotton is characterized by uneven and structural properties of its components, which leads to the difference in their hygroscopic properties and moisture content. It was determined that the most effective method of cotton humidification is the moisture sorption by maximum

loosened material from air with a high relative humidity (80-90%) and high temperature (50-70 ° C) with intensive aerodynamic interaction of humidification agent and a fibrous material.

The research results of domestic and foreign scientists emphasize the importance of ensuring the required technological parameters of moisture content of raw cotton, cotton fiber in each stages of the cotton primary processing. These previous findings suggest that overly dry ginning cotton (5%) leads to a shortening of the length of the fiber due to the increase of mechanical damage, the formation of defects. Seed cotton ginning with high moisture content (over 8.5%) reduces the gin performance, increases mechanical damage of seeds and led to the formation of combined defects. Due to these facts, in domestic and foreign practice is recommended to humidify the seed cotton before ginning up 7.5-8.5%.

Humidification of cotton fiber prior to pressing helps to reduce static electricity on the fibers, reduce the volume of fibers required to achieve normalized bale weight, reduces the press's efforts for packaging of bales. The optimum moisture content of cotton fiber before pressing is in the range of 7.5-8.5%.

In the third chapter, "**Development of a new method of seed cotton humidification**" defined the basic criteria to be met by developed cotton humidification technology.

Developed cotton humidifier in the form of humidification chamber prompted to install on an inclined unloading tray of cleaning machine UHK (1HK). The principle of operation of the humidifier is based on the warm-humid processing of raw cotton coming out of the machine UHK (1HK) by the humidification agent, having high moisture content (relative humidity of about 85-90 %, the temperature - about 70 ° C). The supply of humidification agent to the cotton flow, moving along the inclined unloading tray, to be carried out by the conveying surface. For this purpose, the surface of the tray itself, to allow the passage of humidification agent is in the form of louvre grid. In this case, a thin layer of raw cotton, moving on the surface of the unloading tray, will flow around pairs of humidification agent discharged through the slit sheets overlap, forming a louvered grid. In order to improve efficiency of heat-mass transfer processes, and in particular, to ensure the aerodynamic interaction of humidification agent with cotton fly's, it was suggested to install a diffuser at the top of the humidification chamber, a conjugate with pneumatic system for sucking of the used humidification agent.

To determine the final scheme of the process, to establish of detailed technical and design parameters of the new device for humidification of raw cotton were conducted the theoretical studies of humidification process.

In particular, were analyzed the changes of characteristics of pressure, density, velocity, and humidity of seed cotton flow moving along the tray of the humidifier.

Stationary and dimensional movement of raw cotton, moving under the action of gravity, written in the form of Euler's equation for flow:

$$\rho v S \frac{dv}{dx} = - \frac{d(Sp)}{dx} + \rho g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

where V - flow rate, ρ - flux density, p - flow pressure in an arbitrary section of the tray, α - the angle between the tray and the horizon, μ - the coefficient of friction between the flow of raw cotton and the tray surface, $g=9,81 \text{ m/s}^2$ - acceleration due to gravity.

To solve equation (1) using the law of conservation of flow rate in an arbitrary section of the tray, and the relationship between density and pressure (equation of state), which are expressed by the formulas:

$$\rho S v = \rho_0 S_0 v_0 = Q_0, \quad \rho = f(p) \quad (2)$$

wherein ρ_0, v_0, S_0 - the density, the velocity and cross-sectional area in the initial section of the tray, Q_0 - the fibrous material flow.

We assume that the cross-sectional area of the tray S and the function f , which characterizes the relationship between the density and pressure of raw cotton in the variable x , varies linearly:

$$S = S_0(1 - kx/l), \quad f = \rho_0 + B(p - p_0) \quad (3)$$

where $S_0 = L_0 h_0, k = (L_0 - L_1)/L_0$ - coefficient of contraction of the tray, L_0, L_1 - the width of the tray in the initial and final sections, m, h_0 - the thickness of the cotton layer flow, m, B - compliance rate, s^2/m^2 .

Except using (2) the velocity and the density, equation (1) recorded with respect to the pressure $p(x)$

$$\frac{dp}{dx} = \frac{S^2 f(p)}{f^2(p) S^2 - Q_0^2 f'(p)} \left[\frac{Q_0^2 - pf(p)S^2}{f(p)S^3} \frac{dS}{dx} + f(p)gS(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right] \quad (4)$$

Fig. 1 shows graphs of the distribution of density and flow rate of raw cotton on the length of the tray. The calculations assumed: $Q_0 = 6000 \text{ kg/h}$, $\rho_0 = 10 \text{ kg/m}^3$, $L_0 = 1,9 \text{ m}$, $L_1 = 0,4 \text{ m}$, $l = 2 \text{ m}$, $h_0 = 0,04 \text{ m}$, $\alpha = 60^\circ$, $B = 0,008 \text{ s}^2/\text{m}^2$, $\bar{p} = p/\rho_0 g l = 0,025$.

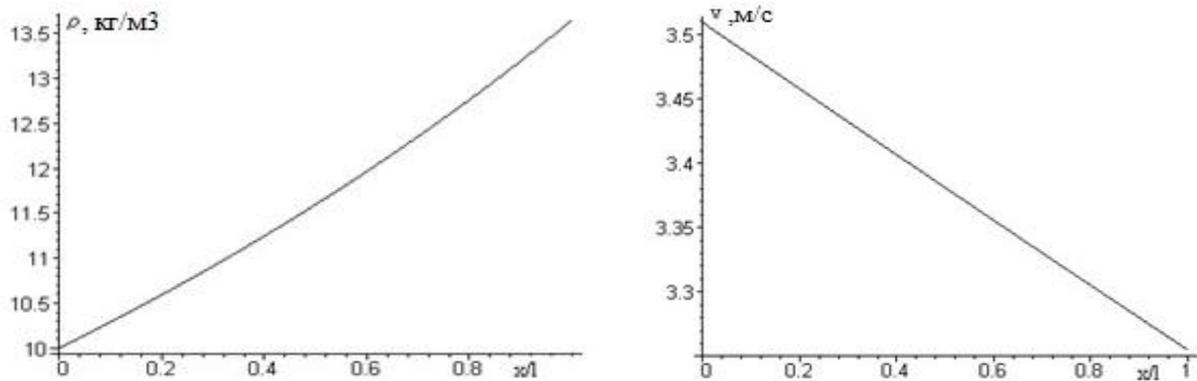


Fig.1. Distribution of density and flow rate of raw cotton on the length of the tray

From these graphs it follows that adopted in the values of the initial data of cotton flow parameters vary linearly.

Process of moisture exchange between the humidification agent with constant humidity w_c and flow of raw cotton occurs according to Newton's law. Moisture transfer equation can be written as:

$$Cv(x) \frac{dw}{dx} = \beta(w_c - w) \quad (5)$$

where c - the water capacity of raw cotton, β - moisture exchange coefficient between raw cotton and air with humidity $w_c, v = Q_0 / f(p)S(x)$.

Equations (4) and (5) form a system of equations for the pressure and humidity in the cotton flow, which is integrated, in the initial conditions $p = p_0$, $w = w_0$ with $x = 0$.

Fig. 2 shows graphs of the distribution of moisture content along the length of tray for various values of moisture of humidification agent. In the calculations assumed: $Q_0 = 6000$ kg/h, $\rho_0 = 10$ kg/m³, $L_0 = 1,9$ m, $L_1 = 0,4$ m, $l = 2$ m, $h_0 = 0,04$ m, $\alpha = 60^\circ$, $B = 0,008$ s²/m², $\beta l \rho_0 S_0 / Q_0 C = 0,1$, $\bar{p}_0 = p_0 / \rho_0 g l = 0,025$.

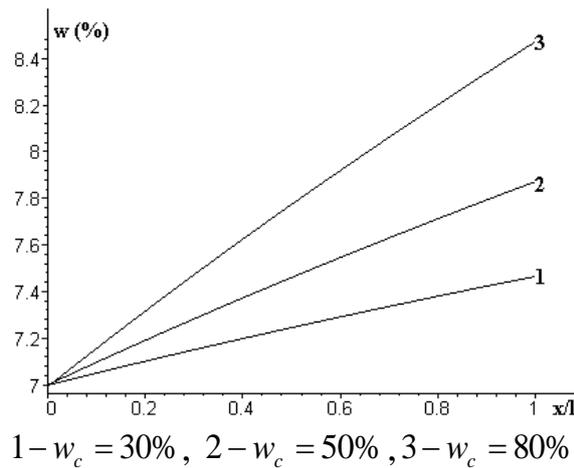


Fig.2. Moisture w distribution of the flow along the length of the tray for various relative humidity values w_c of humidification agent

From the analysis of charts, it follows that the most intense moisture sorption processes in raw cotton occur at high relative humidity parameters of humidification agent.

Moisture exchange processes of each component occur not only with the environment but also between components, according to Newton's law. Moisture transfer between components of seed cotton flow and the external environment (air) takes place in accordance with Newton's law, depending on the cubic and moisture transfer between components – linearly law.

Denote $w_1(x)$ and $w_2(x)$ the moisture content (in percentage) of the fibers and seeds in an arbitrary section of the flow. Moisture transfer equation can be written as:

$$(1-m)v(x) \frac{dw_1}{dx} = \frac{d}{dx} \left(k_1(w_1) \frac{dw_1}{dx} \right) + \beta_{1c}(w_c - w_1)^3 + \beta_{12}(w_2 - w_1) \quad (6)$$

$$mv(x) \frac{dw_2}{dx} = \frac{d}{dx} \left(k_2(w_2) \frac{dw_2}{dx} \right) + \beta_{2c}(w_c - w_2)^3 - \beta_{12}(w_2 - w_1) \quad (7)$$

where, m - lobar portion of the seeds in a unit volume of raw cotton, $k_i(u_i)$ - hydraulic conductivity fibers ($i = 1$) and seeds ($i = 2$), β_{1c} , β_{2c} - respectively moisture exchange coefficients between fiber and air, seeds and air, β_{12} - water

exchange coefficient between the fiber and seeds. The flow rate is expressed by the formula of pressure $v = Q_0 / f(p)S(x)$.

Equations (4), (6) and (7) form a system of equations for the pressure p and moisture in components in raw cotton w_1 and w_2 in the flow of raw cotton which is integrated with the boundary conditions $p = p_0$, $w_1 = w_{10}$, $w_2 = w_{20}$, while $x = 0$, $w_1 = w_{11}$, $w_2 = w_{21}$, while $x = l$.

In the equations (6) and (7) members $k_i(w_i) \frac{d^2 w_i}{dx^2}$, ($i=1,2$) represent the diffusion component and therefore at high speeds of movement of the layer can be neglected. Then the equations (6) and (7) are resolved with respect to derivatives $\frac{dw_1}{dx}$ and $\frac{dw_2}{dx}$

$$\frac{dw_i}{dx} = \frac{m_i v(x) - \sqrt{m_i^2 v(x)^2 - 4k'_i(w_i)[\beta_{ic}(w_c - w_i)^3 + (-1)^{i-1} \beta_{12}(w_2 - w_1)]}}{m_i v(x)} \quad (i=1,2) \quad (8)$$

Where, $m_1 = 1 - m$, $m_2 = m$.

Fig. 3. represented graphs of moisture distribution of fiber and seeds $w_1(\xi)$ and $w_2(\xi)$ in a dimensionless system $\xi = x / l$ coordinates for tray length parameter value $m = 0,6$ (average seeds content in the raw cotton –60%). In the calculations assumed: $Q_0 = 6000$ kg/h, $P_0 = 10$ kg/m³, $L_0 = 1,9$ m, $L_1 = 0,4$ m, $l = 2$ m, $h_0 = 0,025$ m, $P_0 = 100$ Pa, $B = 0,008$ s²/m², $\mu = 0,3$, $\alpha = 60^\circ$ degree, $k'_1 = k'_2 = 1$, $w_c = 100\%$, $w_{10} = 7\%$, $w_{20} = 10\%$, $\beta_{1c} = 0,005$ s⁻¹, $\beta_{2c} = 0,003$ s⁻¹, $\beta_{12} = 0,001$ s⁻¹.

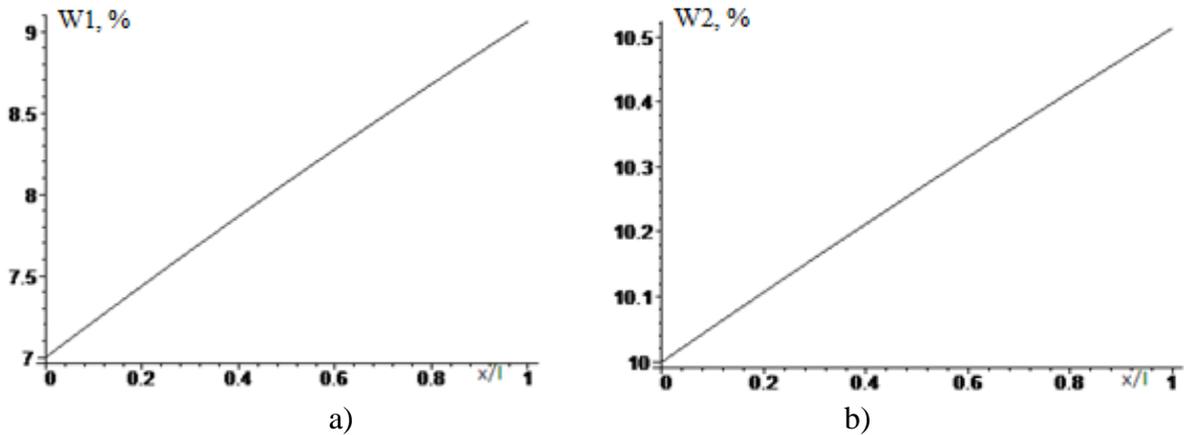


Fig. 3. Fiber moisture distribution curves (a) and seeds (b) along the length

Analysis of calculated results show that moisture content of each component is distributed along the tray's length linearly. At the same time for the selected task, moisture increase in the solid component (seeds) is negligible.

Further, according to the intended technological process, cotton flow, along with humidification agent is applied in an ejection funnel and sucked into the tube, set at the end of the tray, where due to vacuum created by a separator installed on the feeder of battery saw gins, enters to the gins. The theoretical study of

humidification of raw cotton and its components in a moving air stream of vertical pipe through the use of the theory of motion of multiphase environment in view of moisture exchange processes were done.

We assume that the solid particles (seeds) and the fiber form a single mechanical system with a density $\rho_2(x)$, moving at speed $u_2(x)$. The equation of steady flow of cotton in an arbitrary section of the pipeline according to the multicomponent model of the environment H.A. Rahmatulin written in the form:

$$\rho_1 u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^0} \frac{\partial p}{\partial x} + k_o(u_2 - u_1), \quad (9)$$

$$\rho_2 u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} = -\frac{\rho_2}{\rho_2^0} \frac{\partial p}{\partial x} + k_o(u_1 - u_2) + \rho_2 g \quad (10)$$

where u_1 , ρ_1 - the speed and the reduced air density, p - the total pressure for all the two components, k_o - interaction factor.

Stationary equation of moisture transfers in a moving stream of the raw cotton mass containing solid particles and air by Newton's law are of the form:

$$u_1 \frac{\partial w_1}{\partial x} = \beta_{13}(w_3 - w_1) + \beta_{12}(w_2 - w_1), \quad (11)$$

$$u_2 \frac{\partial w_2}{\partial x} = \beta_{23}(w_3 - w_2) + \beta_{12}(w_1 - w_2), \quad (12)$$

$$u_3 \frac{\partial w_3}{\partial x} = \beta_{13}(w_1 - w_3) + \beta_{23}(w_2 - w_3) \quad (13)$$

where $w_1(x)$, $w_2(x)$, $w_3(x)$ - respectively moisture of air, fiber and cotton seeds, β_{12} and β_{13} - rates of moisture exchange between the air, fiber and seeds, β_{23} - moisture exchange coefficient between the components of raw cotton.

Figure 4 shows graphs of fiber moisture change by the pipe length for two values of flow rate of raw cotton in the pipeline, calculated based on the initial conditions, $w_1 = w_{1H}$, $w_2 = w_{2H}$, $w_3 = w_{3H}$ at $x = 0$. In further calculations assumed: $u_1 = 30$ m/s, $w_{1H} = 80$ %, $w_{2H} = 9$ %, $w_{3H} = 12$ %, $\beta_{12} = 0,015$ s⁻¹, $\beta_{13} = 0,005$ s⁻¹, $\beta_{23} = 0,01$ s⁻¹.

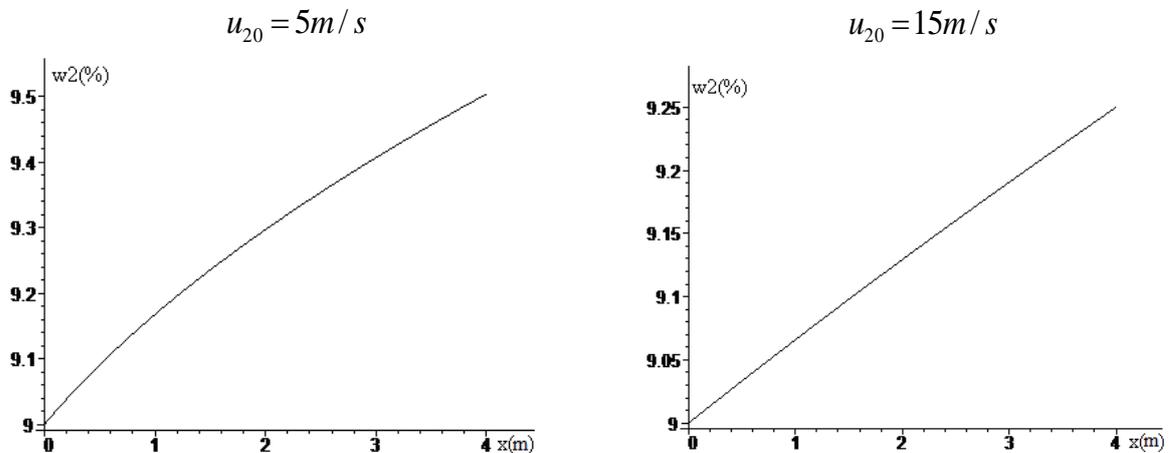


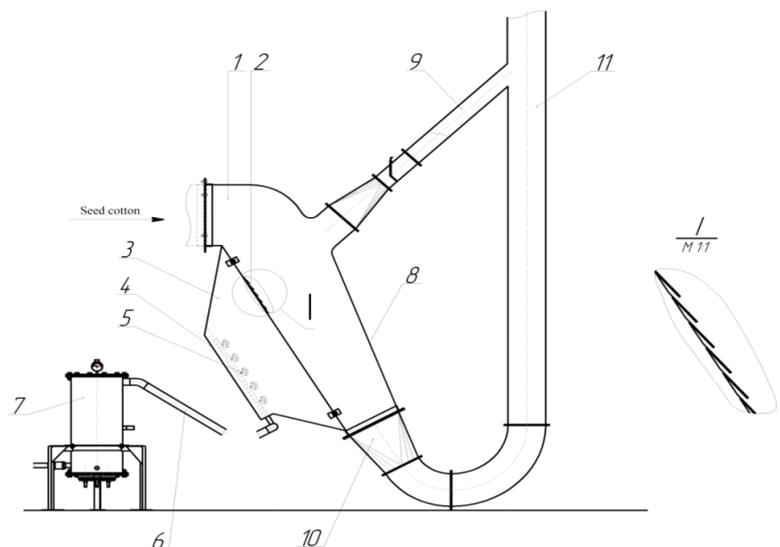
Fig. 4. Changing of fiber moisture content (w_2) along the length of the pipeline for two values of flow rate of raw cotton in the pipeline u_{20}

The analysis of the graphs shows that increasing the feed rate of raw cotton will reduce the moisture content of the fiber.

In the fourth chapter, "**Development and testing of a new device for humidification of raw cotton**" the results of the work on the development of a device for humidification of raw cotton before to ginning and generator of humidification agent are provided. During the experimental studies were identified optimal moisture parameters of raw cotton before ginning, which ensure the preservation of the natural properties of the material and an increase fiber output.

Several variants of the device for humidification of raw cotton UHS, providing humidification of thin and loosened cotton layer, leaving the UHK (1HK) by warm and moist humidification agent have been developed on the base of the analytical and theoretical studies. One embodiment of the device, constructed as a humidification chamber (hopper) and mounted on unloading tray of UHK (HC 1) unit is shown in fig.5.

In the process, cleaned and loosened raw cotton from the aggregate UHK (1 HK) by uniform flow is discharged and is moved along the upper wall of louvre grid of hopper 1, while from the steam generator 7 through conduit 6 into the chamber 3 via the nozzles 5 is supplied under pressure the heated humidification agent in the form of steam which blows loosened cotton flow through gaps of louvre grid 2 by suction through the inlet 9, performing the humidification. Further humidified cotton flow with humidification agent moves to the bottom of the hopper 1, where through an ejection funnel 10 connected to the air tube 11 is conveyed to the battery of gins.



1 – bunker, 2 – louvre grid, 3 –chamber for feeding of heated humidification agent, 4 – chamber’s low wall, 5 - nozzles, 6 - pipeline 7 - generator of humidification agent, 8 - the opposite wall of the hopper, 9 - connection for suction of humidification agent, 10 - ejection funnel, 11 - air pipeline

Fig. 5. General view of the construction of the scheme and of raw cotton humidifier

The patents of the Republic of Uzbekistan on useful model UZ №FAP 00800 and UZ №FAP 00957 "Device for humidification of raw cotton" for the proposed methods and devices for humidifying of raw cotton before ginning have been obtained.

The steam generator, providing production of humidification agent with high moisture content, were designed. Designed generator of humidification agent is an electrode type device providing production of agent consisting of a mixture of vapor and suspended water in it fine particles (i.e. "Wet" steam). Capacity of the steam generator is 0,75 l/min or 45 l/h. The proportion of water vapor in γ_{π} humidification of agent is about 157,78 g/m³.

Qualification testing of experimental-industrial pilot sample of device for humidification of seed cotton UHS in complete with generator of humidification agent EBG conducted on Chinaz cotton ginnery in Tashkent region, have shown that the installation is able to provide the raw cotton moisture increase up to 0,5 %.

Evaluation of the quality parameters of cotton fiber produced with different levels of moisture content of raw cotton, showed that such characteristics as micronaire, maturity, elongation, reflectance degree, yellowness of cotton fibers do not tend to change depending on the raw cotton moisture content and remain virtually constant. However, some significant effect of raw cotton moisture content on such characteristics as upper half mean length, length uniformity were revealed.

So, the upper half mean length of fiber obtained by ginning of raw cotton with moisture content 7,64 % was on 0,005 inches longer of fiber, obtained by ginning of seed cotton with moisture content 7,13 %. Change the raw cotton moisture content only 0,5 % ensured the preservation of modal weight length for 0,2 mm, the staple length for 0,21 mm, the mean length for 0,82 mm. Short fiber index in the samples of fiber obtained after ginning of non-humidified seed cotton, was at 2,13 % higher than in the humidified raw cotton.

The experimental studies of influence of different initial moisture content of raw cotton before ginning to change of the parameters of quality and cotton fiber output have been conducted for the purposes of scientific substantiation of the optimal technological moisture of raw cotton before the ginning, in relation to the existing breeding varieties and modern technological equipment. As a result of ginning of raw cotton with moisture of 3,8 %, 6,5 %, 8,1 %, 9,7 % and 10,7 % it was determined that the highest fiber output was fixed at 8,1 % moisture content. During the tests it was revealed a significant effect of raw cotton moisture on such characteristics as strength, upper half mean length, short fiber index, length uniformity.

So, the upper half mean length of fiber obtained by ginning of raw cotton with moisture content of 10,7% was at 0,025 inch or 1 code is longer than the length of fiber obtained by ginning of seed cotton with 3,8 % moisture content. Short fiber index, respectively, decreased by 1,23 % from 7,92 % to 6,69 % (fig. 6).

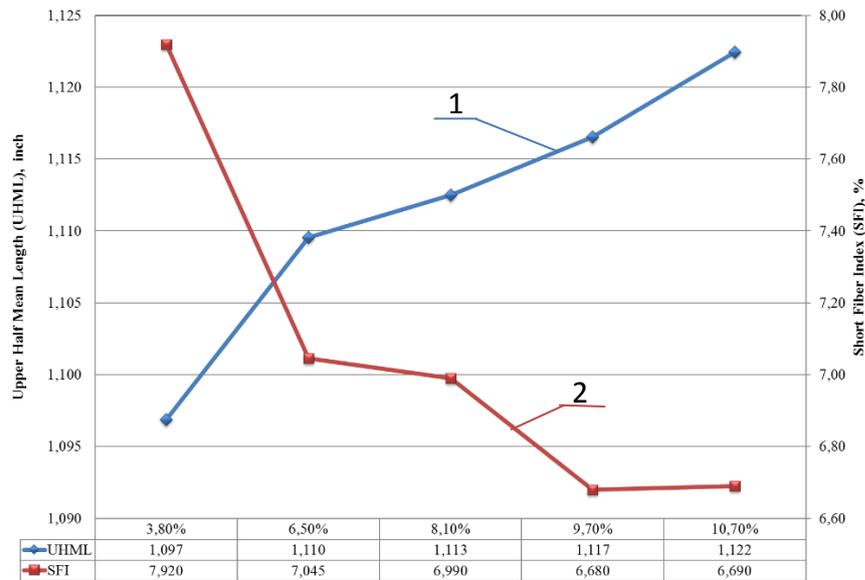


Fig. 6. Dynamic of change in the upper half mean length (1) and short fiber index (2) depending on the moisture content of raw cotton

The results of studies of quality and output of fibers indicate that the most optimal moisture content for ginning technology in the range 7,5-8,5 %.

The calculations of the economic effects from the introduction of the installation in the cotton industry have shown that the effect per ton of cotton fiber will be 28839,36 sums.

In the fifth chapter "**Development of a new method of humidification of cotton fiber**" presents the results of theoretical and experimental studies of the parameters of the new method of humidification of the cotton fiber prior to pressing.

The proposed method should provide efficient and uniform moisture saturation of the fibers throughout volume. The problem is solved by dividing of fiber's layer coming out from condenser to separate small tufts and their humidification in special chamber with the subsequent formation of fiber in layer before pressing.

The loosened pulp is formed during cotton layer's passage through the loosening drums, which is then, after leaving it under the action of gravity and centrifugal force divided into separate fragments.

Environmental equilibrium equation in the loosening zone written in the form:

$$\frac{dy}{dx} - yz_0(x) + \gamma_0 b = 0 \quad (14)$$

where $y = pb$, $z_0 = \frac{k}{LR}(x + \mu\sqrt{R^2 - x^2}) - B\gamma_0$, $\gamma_0 = \rho_0 g$, ρ_0 - the initial (prior to filing) product density, the density of the material in any cross-section, $b = b(x)$ - the variable thickness of the disintegration of the pulp area, μ - the coefficient of friction between the material and canvas rolls L - width of rollers, m, a - length of loosening, m, R - the radius of the rollers, m, B - compliance factor to be determined empirically, s^2/m^2 , k - lateral pressure coefficient.

The pressure P and the density ρ in an arbitrary section of the product calculated by the formulas:

$$p = y(x)/b(x) \quad (15)$$

$$\rho = \rho_0[1 + By(x)/b(x)] \quad (16)$$

Fig. 7 shows the density distribution by the height of loosening for different values of the radius of the drums R and the compliance factor B . The calculations assumed: $R=0,14$ m, $a=0,14$ m, $L=1$ m, $k=0,5$, $\mu=0,3$, $b_0=0,03$ m, $\rho_0=30$ kg/m³.

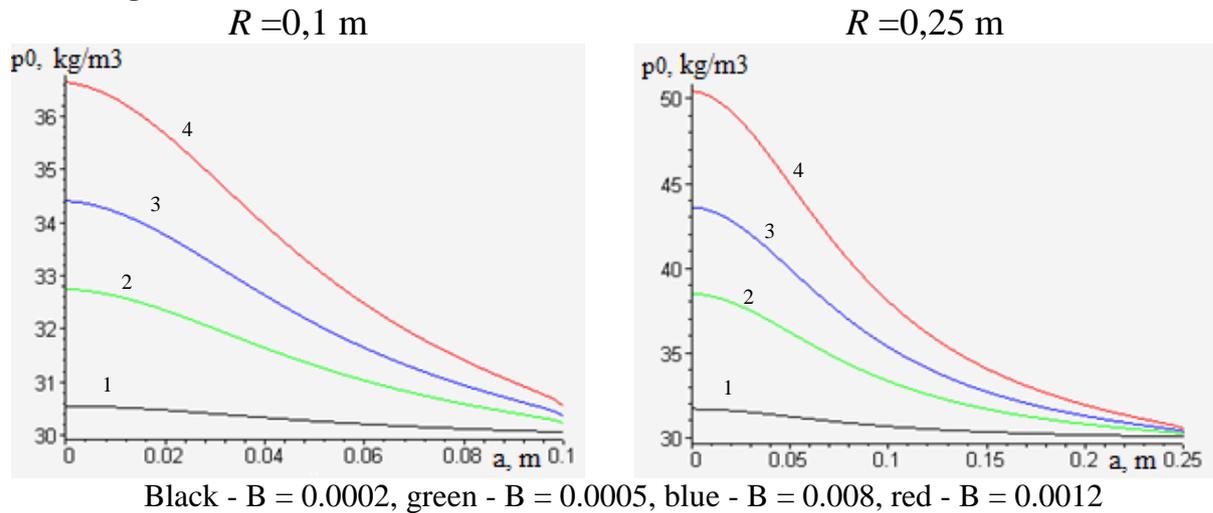


Fig.7. Product density distribution $\rho(kg/m^3)$ adjustment of pressing for different values of drums radius R and compliance B (Pa^{-1})

Integrating the expression (6) by the strip thickness h_0 and the height a , find the mass m of the discharge tuft from the first section

$$m = Lh_0 \int_0^a \rho(x) dx \quad (17)$$

The integral (17), calculated numerically, yielded data indicating that the process conditions for formation of tufts with the lowest weight and the average density for more efficient flow of sorption process in the next stage is improved by increasing the technological gap between the blade drums b_0 , with decreasing radius of blade drum R and the values of compliance ratio B .

In this regard, it was decided to establish a b_0 equal to 0.05 m, the radius of the blade drum $R=0,14m$, increase the number of rows of blades on the drums from 4 to 6 rows.

The studies moisture transfer process in a moving piece of tuft has been conducted in the chapter.

The equation for moisture distribution $w(r,t)$ in a spherical coordinate system can be written as the formula:

$$c\rho_0 \frac{\partial w}{\partial t} = k_e \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial w}{\partial r} \right) \quad (18)$$

where c - the specific moisture content, kg/(kg-°M), k_e - moisture conductivity coefficient, ρ_0 - the initial density of the dry product, kg/m³.

Moisture in the center of the ball at the time varies according to the law:

$$w(0,t) = w_0(t) + w_0(0) \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \left\{ \frac{\beta_k \exp(-\beta_k t) - \mu \exp(-\mu t)}{\beta_k - \mu} \right\} \quad (19)$$

where $\beta_k = \chi \pi^2 k^2$, $b_k = \frac{2(-1)^{k+1}}{\pi k}$, $\chi = \frac{k_g}{c\rho_0}$, $w_0 = \exp(-\alpha\sqrt{x})$

From this formula (19) may be noted that the moisture in the center of the ball reaches the value $w_0(t)$, for large values of time, i.e. $t \rightarrow \infty$. Also, it is clear that with increasing of parameter $\chi = k_g / c\rho_0$ (which corresponds to decreasing of tuft density) quantity diffusing water can significantly increase. This points to the usefulness of more loosened tufts for efficiency of humidification process.

In the continuation of studies was considered a one-dimensional process of pulp humidification during its movement downward in the chamber of rectangular cross-section variable. The equations of one-dimensional motion of the components mixture and the laws of conservation of mass, according H.A. Rakhmatullin's model, written in the form.

$$\rho_0 u_0 s \frac{du_0}{dx} = -\frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} + sk(u_1 - u_0) \quad (20)$$

$$\rho_1 u_1 s \frac{du_1}{dx} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} - sk(u_1 - u_0) \quad (21)$$

where, $\rho_0 u_0 s = u_{00} \rho_{00} s_0 = const$, $\rho_1 u_1 s = u_{10} \rho_{10} s_0 = const$, $\rho_0 = m\rho_0^{(0)}$, $\rho_1 = (1-m)\rho_1^{(0)}$, κ – coefficient of viscous friction, s_0 - the width of the camera section at $x=0$, s_1 - the width of the lower section of the chamber, m).

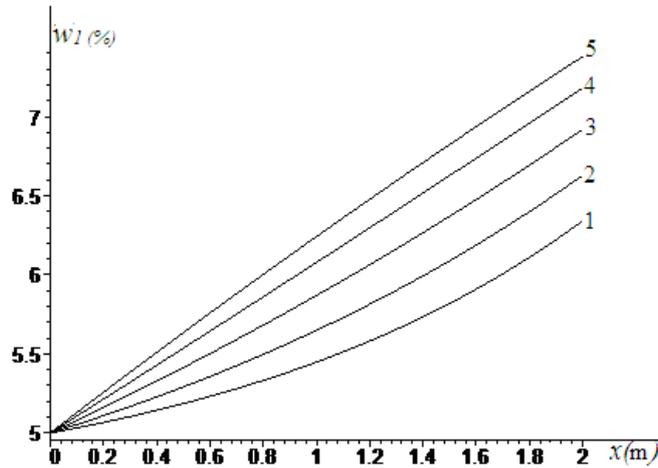
The mass is under action of the flow of moisture agent, which direction is the opposite to direction of the fiber flyers. Assuming a stationary humidifying process through, and respectively designated $u_0(x)$, $w_0(x)$, $u_1(x)$, and $w_1(x)$ the speed and humidity of moistening agent (index-0) and pulp (index-1).

The equation of moisture exchange between the air and pulp in a stationary mode written in the system of equations:

$$m_0 u_{00} \frac{dw_0}{dx} = \beta(w_1 - w_0) / s_0, (1 - m_0) u_{10} \frac{dw_1}{dx} = \beta(w_0 - w_1) / s_0 \quad (22)$$

wherein m - pulp respectively given porosity, u_{00}, u_{10} and m_0 - known values of density, air speed and the porosity of the pulp in section $x=0$.

Figure 8 shows the distribution curves of cotton fiber moisture by the height of the chamber in the humidification zone for different values of the speed of the oncoming flow of humidification agent. The calculations made: $\beta = 0,05 \text{ s}^{-1}$, $m_0 = 0,3$, $u_{10} = 5 \text{ m/s}$, $w_{10} = 5 \%$, $h=2 \text{ m}$.



$$1-u_{00}=-2m/s, 2-u_{00}=-3m/s, 3-u_{00}=-5m/s, 4-u_{00}=-10m/s, 5-u_{00}=-30m/s$$

Fig. 8. Curves of moisture distribution in the pulp w_1 and the counter air flow w_2 by the height of chamber for humidity $w_{00} = 15\%$ and flow rate counter u_{00}

The findings suggest an important role of the aerodynamic interaction between the humidification agent and the fibrous material, with increasing of which intensity, the dynamics of moisture exchange processes accelerating.

To simulate the humidification process of fibrous material in the process of its pressing in the zone of crimping rollers, it was considered the process of formation of cotton layer at the bottom part of the device. Stationary liquid filtration mode through the capillaries of the fibrous material described by a system of nonlinear equations of the first order:

$$\frac{dw}{dx} = y, \quad (23)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y[b(x)v - k'_e(w)b(x)y - k_e(w)b'(x)]}{k_e(w)b(x)} \quad (24)$$

where $b = b_0 + \frac{(a-x)^2}{R}$, $k_e = k_e(w)$ - moisture conductivity coefficient, a - the height of compression, m, R - the radius of the rollers, m, k_0 and k_1 - are constants, $a = \sqrt{b_0 R}$, b_0 - the minimum distance between the rollers, m.

The system of equations 23 and 24, which is integrated numerically by the Runge-Kutta method with the following initial conditions $w = w_2$, $y = -\eta(w_2 - w_0)$ under $x = a$.

Figure 9 shows the curves of moisture distribution $w(\%)$ by height of sealing zone for different values of parameters b_0 and k_1 . The calculations assumed: $R = 0,2m$, $k_0 = 20m^2/h$, $\eta = 10m^2/h$, $w_1 = 20\%$, $h = 1m$.

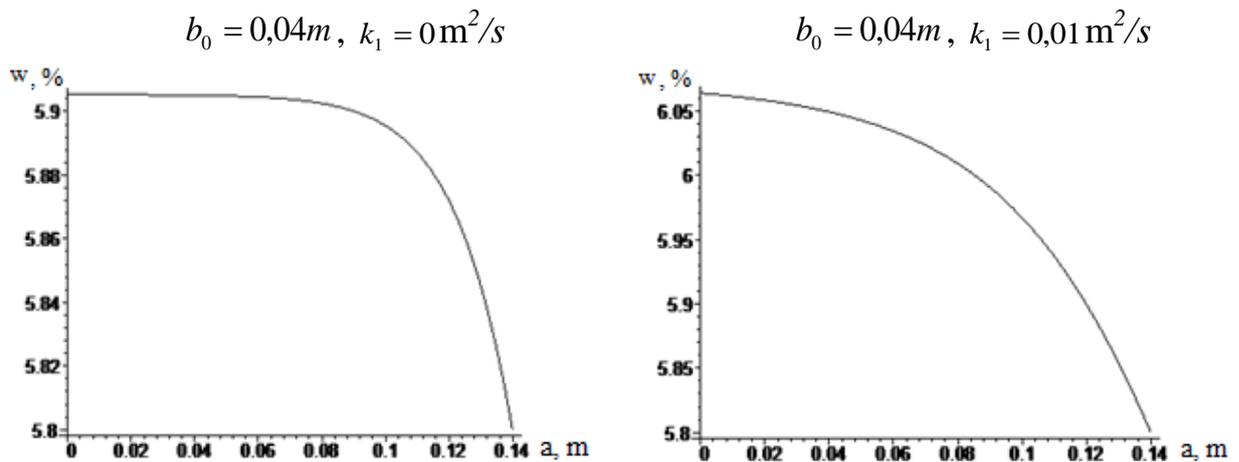


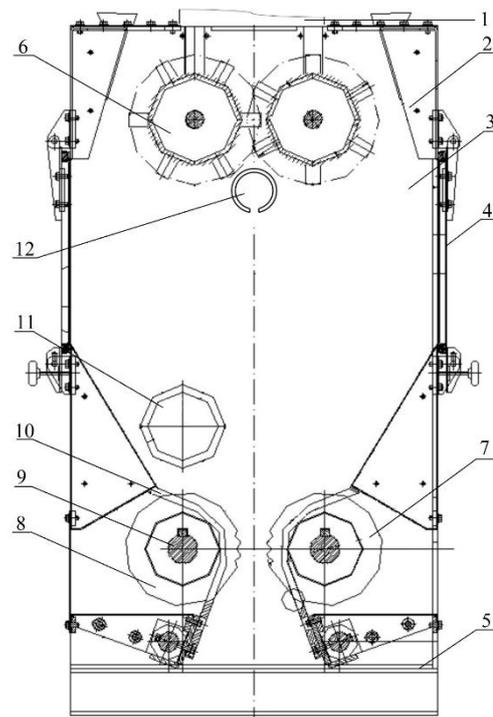
Fig. 9. The moisture w (percentage) distribution curves by the height of contact zone for different values $b_0(m)$, $k_1(m^2/s)$

From the analysis of the curves it is evident, that allowance of moisture permeability coefficient depending on moisture causes to additional humidification of fibrous pulp in humidification zone, wherein with increasing values of the k_1 parameter the area can be formed with a constant humidification of the fibers. Increasing of this ratio can be achieved by increasing the diameter of the crimping rollers and reducing of gap between the rollers. In this connection we decided to set the parameters $b_0 = 0,05 m$, $R = 0,12 m$.

In the sixth chapter, "**Development and testing of a new device for humidification of cotton fiber**" reflected the results of tests of experimental industrial sample of cotton fiber humidifier prior to pressing, research about dynamic of quality characteristics changes in cotton fibers with different initial moisture content during prolonged storage, experiments of use of various humidification agents and the characteristics of the economic efficiency of the introduction of a new device for humidification of cotton fiber to the industry.

Several variants of the device for humidification a cotton fiber before pressing UVR have been developed on the base of the results of the analytical and theoretical studies.

The appearance and the scheme of an embodiment of the device shown in Fig.10. In operation, the fibrous material coming out from condenser 1 in the form of a layer is passed under the influence of loosening drums 6 which are rotated in opposite directions dividing material into separate pieces. Then material scraps along the guide flaps 2, by the two streams are thrown into the humidification chamber 3, where during its passing are exposed by humidification agent, fed from the nozzles 11 to the entire volume of the chamber 3. The suction spigot 12 mounted between the rollers 6 provides ventilation of tufts of fibrous material in the chamber 3 by heat flow exiting from the nozzles 11, which provides efficient and uniform humidification of the fibrous material by volume. Next, the humidified fibrous material layer is formed by the crimping rollers 7 at the bottom of chamber 3.



1- condenser, 2 - deflector plates, 3 - humidification chamber 4 - longitudinal wall of the chamber, 5 - end wall of the chamber, 6 –loosening drums, 7 - crimping rollers, 8 - set of gear drives 9 – shaft, 10 - grate grille, 11 - a spray, 12 - suction nozzle of humidification agent

Fig.10. The appearance and the scheme for cotton fiber humidifier UVR

For the proposed methods and devices for humidification of fibers prior to pressing obtained the patents of the Republic of Uzbekistan (UZ №IAP 02731, UZ №FAP 00390, utility model application of the Republic of Uzbekistan UZ №FAP 20150044).

The public acceptance testing of the prototype installation UVR, carried out on Buka cotton ginnery of Tashkent region showed its efficiency and functionality.

Humidification of cotton fiber with an initial moisture content of 8,28 % was carried out with a water flow rate of 30 and 45 l / h. Increase of the moisture in the first case amounted to 0,63 %. The average moisture content of fiber was 8,91 % and the standard deviation – 0,25 %. Gain of fiber moisture from the water flow rate of 45 l/h was 1,11 %. The average value of moisture content – 9,38 %, standard deviation – 0,19 %. The obtained results are characterized by high uniformity of fiber’s humidification by volume.

Evaluation of fiber quality characteristics, carried out within 6 months of storage (Table 1), revealed that the such indexes as micronaire, upper half mean length, strength, uniformity index do not undergo significant changes during long-term storage and have differences within the error limits of the test method. However, changing the grade characteristics of fiber is clearly evident (whiteness, yellowness).

Table 1

Quality parameters of control and humidified cotton after 6 months of storage

Quality Score	Cotton fiber moisture content		
	8,28 %	8,91 %	9,38 %
	Control	Water 30 l/h	Water 45 l/h
Micronaire (Mic), units	3,5	3,6	3,6
Strength (Str), gf/tex	30,80	31,42	31,45
Upper half mean length (Len), inch	1,15	1,16	1,17
Uniformity Index (Unf),%	82,76	82,88	83,04
Short fiber index (SFI),%	5,95	5,60	5,66
Elongation (Elg),%	9,36	9,96	9,58
Trash code (T), unit	4,65	3,85	4,85
Reflectance degree (Rd),%	75,05	74,11	73,11
Yellowness (+ b),%	8,83	8,82	9,07

For the scientific justification of the proposed options and the range limit moisture of cotton were carried out experimental studies on the effect of different initial moisture fiber to fiber quality parameters change during prolonged storage. Quality indices of cotton fiber samples, artificially humidified to 8.6 %, 10.3 %, 13.8 %, 17.5 %, were compared with the original quality of cotton fiber moisture content of 7.3 %.

Dynamics of color indicators change in cotton fibers with different initial moisture content during 3 months of storage, presented in Figure 11, reflects the fact that the characteristics of reflectance degree and yellowness of fibers humidified to 10,3 %, 13,8 % and 17,5 % significantly changed, which resulted transfer of fiber to a lower grade according to US classification 31 - Middling White.

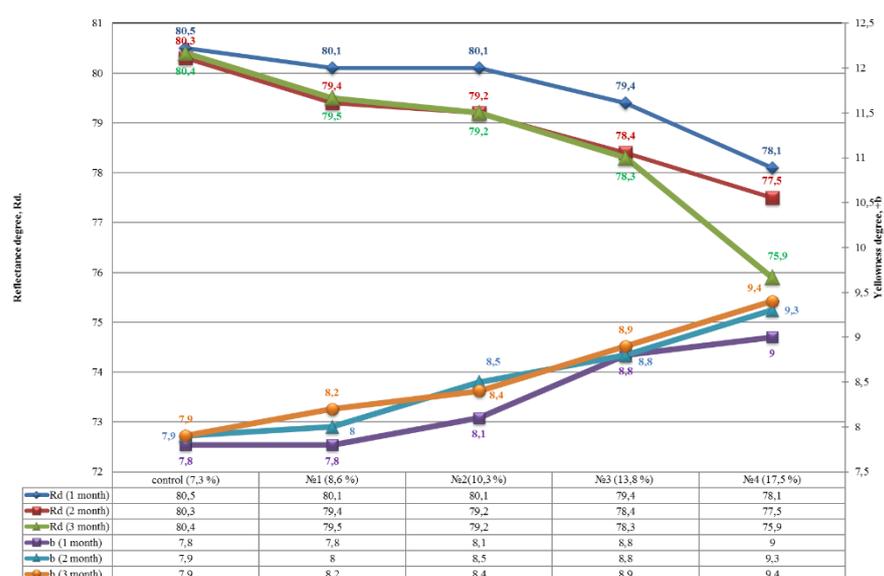


Fig. 11. Changes of reflectance degree (Rd) and yellowness (b) of cotton fibers with different initial moisture content during 3 months storage

The results of performed studies indicate that the rate of moisture content of the cotton fiber prior to pressing should not exceed 8,5 % to avoid the deterioration of whiteness and yellowness of fibers and associated with above mentioned characteristics grade.

In the continuation of studies were important to estimate the effect of various types of humidification agents to changing of cotton fiber quality parameters during prolonged storage. In particular, as an alternative humidification agent 10% to 20% salt solutions were tested. These studies showed that salt solutions, by virtue of the bactericidal properties prevent the development of bacterial flora and contribute to the preservation of cotton color characteristics. Methods of humidification of fibrous material with activated and salt solutions are patented (UZ №IAP 02732, UZ №IAP 03995).

The calculations of the economic effects of the introduction of the installation in the cotton industry have shown that the effect per ton of cotton fiber is 14901,31 sums.

CONCLUSION

In the course of the research produced the following results: On the basis of the survey on his doctoral dissertation on the topic "Methods of the integrated technology for humidifying raw cotton and cotton fiber at cotton ginneries" presented the following conclusions:

1. The classification of technological devices for humidification of the seed cotton before ginning and cotton fiber prior to pressing has been offered. The necessary moisture gain in the range 1,5-2,0% has been determined for the produced cotton fiber.

2. The method for humidification of raw seed cotton before ginning has been developed, which is based on providing of intensive aerodynamic interaction of wetting agent with high moisture content and loosened fibrous material on unloading tray of seed cotton cleaning aggregate UHK (1HK).

3. The algorithms of absorption of moisture in cotton, simulated capillary-porous environment, has been offered. Theoretical solutions made possible to determine the dependence of the distribution parameters of the flow of seed cotton by the length of the tray (pressure, density, velocity and humidity) on raw capacity and the amount of moisture in the feed zone. The mathematic model of water transfer process in a moving stream of raw cotton from the humidifier, in a vertical pipe simulated as two-speed continuous environment has been developed.

4. The device for humidification of the seed cotton before the ginning process has been designed on the base of the analysis of the decision algorithms. The steam generator has been designed, which providing production of humidification agent with high moisture content.

5. The seed cotton humidifier UHS introduced into the process line of Chinaz ginnery of Tashkent region. The test results defined:

- installation is able to provide the gain of seed cotton moisture to 0,5%;
- preserving of the natural physical and mechanical properties of the cotton products ensures.

6. The optimal values of seed cotton moisture content in the range of 7,5-8,5% has been offered, which ensures the preservation of the such physical, mechanical and natural properties of cotton fiber as upper half mean length, strength, short fiber index, uniformity index, and also provides the highest output of cotton fiber.

7. The new method for humidification of cotton fiber prior to pressing has been developed. The method presumes the dividing of layer of cotton fiber coming out from the grooved drums of the condenser, into two streams of fiber particles, their intense humidification and the subsequent pressing in to layer.

8. The mathematical model of the process of separation of the pulp into individual pieces has been offered. The mechanism of moisture transfers in the fiber particles during its movement from loosening drums to crimping rollers and then in the process of theirs shaping into a layer has been determined. The optimal characteristics and design parameters of the offered device for humidification of cotton fiber has been developed.

9. Several variants of devices for humidification of cotton fiber prior to pressing have been developed on the base of the results of the analytical, theoretical and experimental research. The optimal variant has been offered.

10. The device for humidification of cotton fiber UVR introduced into the process line of Buka ginnery of Tashkent region. The test results defined:

- installation is able to provide the cotton fiber moisture gain up to 1,5%;
- the humidification ensures the high uniformity by the entire volume of bale 0,2-0,25%;
- applied humidification technology does not lead to a deterioration in fiber quality characteristics.

11. The restrictive norm of cotton fiber moisture content before pressing—8,5% has been offered.

12. The methods of humidification of the fibrous material with the use of activated and salt solutions have been introduced.

13. The calculations of economic benefit from the introduction of integrated humidification technology of seed cotton and cotton fiber to the cotton industry have shown that the effect of one typical plant in the year amount to 349.9 million sum per year, or 43740.67 sums per ton of fiber (in prices 2016).

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

1. Гуляев Р.А., Имамутдинов М.М., Лугачев А.Е., Лугачев А.А. Исследования влияния увлажнения на изменение показателей качества хлопкового волокна при длительном хранении // Проблемы текстиля. -2006. -№3. -С. 34-39. (05.00.00. № 17)
2. Гуляев Р.А., Имамутдинов М.М. О результатах испытаний увлажнителя хлопкового волокна УВР // Проблемы текстиля. -2010. -№3. -С. 10-14. (05.00.00. № 17)
3. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Моделирование процесса увлажнения движущегося слоя волокнистой массы с твердыми включениями // Проблемы механики. - 2013. -№1. -С. 33-37. (05.00.00. № 6)
4. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. О результатах экспериментальных исследований по изучению влияния влажности хлопка-сырца на выход и показатели качества хлопкового волокна // Проблемы текстиля. -2013. -№2. -С. 27-30. (05.00.00. № 17)
5. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Исследование процесса поглощения влаги в хлопке-сырце, моделируемого капиллярно пористой средой // Проблемы текстиля. -2013. -№3. -С.34-39. (05.00.00. № 17)
6. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Определение влаги в компонентах движущегося слоя хлопка-сырца в зоне увлажнения // Проблемы механики. -2014. -№ 2, -С. 49-52. (05.00.00. № 6)
7. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Разработка комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца перед джинированием // Проблемы механики. - 2014. -№3-4. -С. 98-103.(05.00.00. № 6)
8. Рахимов Ф.Х., К.Ж. Жуманиязов, Каримов К.Ш., Гуляев Р.А. Пахта толаси тойларини ўраштитими такомиллашуви ва унинг маҳсулот экспортига таъсири //Проблемы текстиля.-2015. -№4.-С.56-59. (05.00.00.№17)
9. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Увлажнение волокнистой массы в вертикальной шахте встречным потоком влажного воздуха // Проблемы механики. -2015. -№3-4. -С. 56-60. (05.00.00. № 6)
10. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. О результатах испытаний опытно-промышленного образца увлажнителя хлопка-сырца «УХС» на Чиназском хлопкозаводе // Проблемы текстиля. - 2016. -№1.- С.13-23. (05.00.00. № 17)
11. Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А. Исследование процесса увлажнения волокнистой массы в вертикальной камере встречным потоком влажного воздуха//Проблемы механики. -2016. -№2. -С. 45-49. (05.00.00. № 6)
12. Патент UZ №IAP 02733. Способ увлажнения волокнистого материала и устройство для его осуществления / Гуляев Р.А., Максудов Э.Т., Бабаев

- Ф.Ф., Никитин Р.П., Лугачев А.Е., Гуляев А.М. // Расмий ахборотнома. – 2005, -№3.
13. Патент UZ №IAP 02732. Способ увлажнения волокнистого материала / Гуляев Р.А., Гуляев А.М., Никитин Р.П., Максудов Э.Т., Абрамов Н.В.// Расмий ахборотнома. – 2005, -№3.
14. Патент UZ №IAP 02731. Способ увлажнения волокнистого материала и устройство для его осуществления / Гуляев Р.А., Гуляев А.М., Никитин Р.П., Максудов Э.Т., Бородин П.Н., Лугачев А.Е. // Расмий ахборотнома. – 2005, -№3.
15. Патент UZ №IAP 03995. Способ увлажнения волокнистого материала / Юнусов Р.Ф., Гуляев А.М., Гуляев Р.А., Никитин Р.П. // Расмий ахборотнома. –2009, -№8.

II бўлим (Ичасть; Иарт)

16. Патент UZ №FAP 00390. Устройство для увлажнения волокнистого материала / Юнусов Р.Ф., Гуляев А.М., Лугачев А. Е., Гуляев Р.А., Имамутдинов М.М.// Расмий ахборотнома. – 2008, -№8.
17. Патент UZ №FAP 00800. Устройство для увлажнения хлопка-сырца / Гуляев Р.А., Кушакеев Б.Я., Ракипова А.Р., Лугачев А.Е., Мардонов Б.Я. // Расмий ахборотнома. – 2013, -№3.
18. Патент UZ №FAP 00957. Устройство для увлажнения хлопка-сырца / Гуляев Р.А., Юлдашов Д.А., Лугачев А.Е., Назиров Р.Р., Мардонов Б.М. // Расмий ахборотнома. – 2014, -№10.
19. Gulyaev R. Implementing of scientific achievements, innovations and instrumental classification of cotton fiber for cotton ginning industry// Вестник Национального Университета Узбекистана.-2013. -№ спецвыпуск. -С. 60-65.
20. Гуляев Р.А., Назиров Р.Р., Исанов Ф.Ж., Лугачев А.Е. Разработка генератора агента увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна. // Механика и технологии. - 2016.-№1.-С.40-45.
21. Гуляев Р.А., Лугачев А.Е., Мардонов Б.М. Теоретические аспекты процесса увлажнения хлопка-сырца, движущегося по наклонной плоскости лотка в агрегате УХК // Механика и технологии. -2014.-№1. -С.68-73.
22. Gulyayev R.A., Mardonov B.M., Lugachov A.E. Development of device for humidification of seed cotton before ginning to preserve the natural properties of material // China Cotton Processing. - 2014. - №3 (185). -P.31-32.
23. Gulyaev R.A., Mardonov B.M., Lugachov A.E. Development of integrated technology of humidification of raw seed cotton before ginning and cotton fiber before pressing // China Cotton Processing.-2015. -№2 (190). - P. 15-17.
24. Gulyaev R.A. Ginning Industry: Priorities and prospects // Cotton Outlook. -2014. -October (Special feature).- P.20-22.

25. Gulyaev R.A. New humidification technology developed for uzbek gins // The cotton yearbook. -2015.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: regional-roundup/ patent-pending-humidification-technology-for-uzbek-gins/
26. Гуляев Р.А., Имамутдинов М.М., Лугачев А.А., Разработка эффективной технологии и устройства для увлажнения хлопкового волокна перед прессованием: Материалы Респ. научн. практич. конф. «Современные технологии и передовые материалы текстильной, легкой и полиграфической отраслей», - Ташкент, -2005. -С. 4.
27. Лугачев А.А., Абдуллина Ф.Д. Имамутдинов М.М. Кинетика качественных показателей волокна при транспортировке и хранении в кипах: Материалы Респ. научн. практич. конф. молодых ученых и студентов «Роль молодых ученых в развитии техники и технологии хлопкоочистительной, текстильной, легкой и полиграфической отраслям», - Ташкент, -2007. -С. 13-14.
28. Лугачев А.А., Гуляев Р.А. Имамутдинов М.М. Исследование изменения качественных показателей волокна при длительном хранении в кипах: Материалы межвуз. научн. технич.конф. аспирантов и студентов «Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК- 2007),– Российская Федерация. Иваново, -2007. –С 169.
29. Лугачев А.А., Гуляев Р.А., Имамутдинов М.М. Разработка эффективной технологии и устройства для увлажнения хлопкового волокна перед прессованием: Материалы межвуз. научн. технич. конф. аспирантов и студентов. «Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК- 2008), -Российская Федерация. Иваново. -2008.– С.9
30. Гуляев Р.А., Ракипова Р.А., Имамутдинов М.М. Разработка эффективной технологии увлажнения хлопковой продукции в технологическом потоке хлопкозавода: Материалы междунар. научн. практич. конф.«Влияние индустриально-инновационной политики на качество образования», – Республика Казахстан. ТИГУ. Тараз. -2012. -С. 280-283.
31. Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А., Ракипова А.В. Моделирование процесса увлажнения движущегося слоя волокнистой массы под действием потока влаги: Материалы Респ. научн. практич. конф. «Актуальные проблемы развития хлопкоочистительной и легкой промышленности в республике Узбекистан на основе инноваций». –ТИТЛП. Ташкент,-2012. -С.3-6
32. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Разработка эффективной технологии увлажнения хлопка-сырца перед дженированием с целью сохранения природных свойств материала: Материалы научн. практич. конф. «Юқори технологик ишлаб чиқаришни ривожлантириш ва рағбатлантириш - Ўзбекистон иқтисодиётининг энг мухим шарти: Қонунчилик, амалиёт ва муаммолар», –Сенат Олий мажлиси. Ташкент, -2013, -С. 101-103.
33. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Разработка нового устройства для увлажнения хлопка-сырца: Материалы науч. практич. конф. «Миллий

- иктисодиётини ошириш шароитида фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини долзарб муаммолари», –ТИТЛП. Ташкент,-2013, -С. 46-49.
34. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Лугачев А.А. Исследование динамики сорбции влаги в хлопке-сырце, моделируемого двухкомпонентной средой: Труды Междунар.научн. конф. «Рахматулинские-Ормонбековские чтения», -Республика Киргизстан. Бишкек, -2013, -С.58-60.
35. Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А., Пардаев Х.Н. Моделирование увлажнения хлопка-сырца в технологическом процессе: Материалы Междунар. научн. технич.конф. «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (Прогресс-2013), - Российская Федерация. ИТТА. Иваново,-2013, С. 43-47.
36. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Моделирование процесса увлажнения движущегося слоя волокнистой массы: Материалы научн. практич. конф. «Казакстан билим когамы жолында: билим жүйесин жангырту – билим когамынын басты багаты», – Республика Казахстан. Университет «Сырдарья». Джетисай, -2013, –С. 617-620.
37. Гуляев Р.А., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Рахманбердиева О. Актуальные проблемы увлажнения хлопка-сырца перед джинированием:Материалы Респ. научн. практич. конф. «Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида инновацион технологияларнинг долзарб муаммолари», –ТИТЛП. Ташкент. -2013. -С. 36-39.
38. Лугачев А.Е., Гуляев Р.А., Бариев М. Исследование процесса увлажнения потока хлопка-сырца движущегося по наклонной плоскости лотка переменного сечения: Материалы Междунар. научн. практич. конф. «Бехтаевские чтения-1: Информатизация-будущее развития общества», – Республика Казахстан. Чимкент. -2014.– С.198-201.
39. Гуляев Р.А., Каримов К.Ш., Рахимов Ф.Х. Пахтасаноат муаммоси ва унинг инновацион ечими:Материалы научн. практич. конф. «Пахта тозалаш, тўқимачилик ва енгил саноат техника ва технологияларини такомиллаштиришда инновацияларнинг роли», -Наманган. -2015. -С. 123-126.
40. Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А. Моделирование процесса увлажнения волокнистой массы в стационарном поле движущегося потока влаги: Материалы Междунар. научн. конф. «Рахматулинско-Ормонбековские чтения», - Республика Киргизстан. Бишкек. -2015. -С. 44-46.
41. Гуляев Р.А. Назиров Р.Р. Лугачев А.Е. Разработка технологии увлажнения хлопка-сырца: Материалы Междунар. науч. практич. конф.«Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности», - Республика Беларусь. Витебск. - 2015. – С.39-40.

42. Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А. Моделирование технологии поэтапного увлажнения хлопка-сырца: Сборник статей IX Междунар. конф. «Развитие науки в XXI веке», 1 часть, -Республика Украина. Харьков. -2015. - С.96 -102.
43. Гуляев Р.А., Мадрахимов Д.У. Разработка эффективной технологии увлажнения хлопка-сырца: Материалы Всеросс.молодеж.научн. практич.конф. «Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники», -Российская Федерация. ЮТИ. Томск. -2015. - С.194-196.
44. Ustyugin V.E., Gulyayev R.A. Quality characteristics of Uzbekistan cotton fiber // The 8th International cotton conference in Gdynia: September 22-23, 2005 in Gdynia, Poland, -P. 10-20.
45. Gulyaev R.A., Kadirov J.Dj, Lugachev A. E., Mardonov B.M.,Nazirov R.R., Akhmedov A.A., Kamalov N.Z., Borodin P.N. Uzbek cotton: competitive advantages and achievements in cotton science// “Cotton: connecting high tech and nature”: 33-th International Cotton Conference, March 15-18, 2016 in Bremen, Germany, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://baumwollboerse.de/wp-content/uploads/2016/03/SB-Gulyaev-Uzbek-Cotton.pdf>
46. Gulyaev R.A., Lugachev A. E., Mardonov B.M., Nazirov R.R., Madrahimov D., Isanov F. The new technology for humidification of seed cotton before ginning and cotton fiber before pressing // “Cotton: connecting high tech and nature”: 33-th International Cotton Conference, March 15-18, 2016 in Bremen, Germany.

Автореферат «Тўқимачилик муаммолари» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнлари мослиги текширилди (27.06.2016 й.).

Илмий журнал бош муҳаррир ўринбосари

Б.М.Мардонов