

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.09.2023.T.66.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

KAMBAROV ELMUROD AHMADALI O‘G‘LI

**PAXTA SEPARATORINING KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika
va robototexnika tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническому наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Kambarov Elmurod Ahmadali o'g'li Paxta separatorining konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash	3
Камбаров Элмурод Ахмадали угли Усовершенствование конструкции и обоснование параметров хлопкового сепаратора	23
Kambarov Elmurod Improvement of the design and justification of the parameters of the cotton separator	43
E'lon qilingan ishlar ro'yxati Список опубликованных работ List of published works	46

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.09.2023.T.66.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

KAMBAROV ELMUROD AHMADALI O'G'LI

**PAXTA SEPARATORINING KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika
va robototexnika tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Namangan – 2025

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.PhD/T5347 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Namangan davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Namangan davlat texnika universiteti veb-sahifasida (www.namdtu.uz) va "ZiyoNet" Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Obidov Avazbek Azamatovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Yuldashev Kozim Komiljonovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Aliyev Botir Tohirjonovich
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi PhD.03/30.09.2023.T.66.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil "27" sentabr soat 10⁰⁰ daqi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko'chasi, 7-uy. Tel.: (69) 228-76-68, faks: (69) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz, Namangan davlat texnika universiteti 6-binosi, 1-qavat, 303-xonasi).

Dissertatsiya bilan Namangan davlat texnika universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (60-raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi, 7-uy. Tel.: (69) 228-76-68.)

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «10» sentabr kuni tarqatildi.
(2025-yil «5» iyuldagi № 38/3-raqamli reestr bayonnomasi).

A.M.Maxkamov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, dotsent

Sh.Mahsudov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

U.J.Yeshbayeva
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
huzuridagi ilmiy seminar raisi o'rinbosari
texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda paxta tolasiga bo‘lgan talab yuqori bo‘lganligi uchun uni ishlab chiqarishdagi texnika va texnologiya vositalarini qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. “Dunyo miqyosida 23-24 mln. tonna atrofida paxta tolasi ishlab chiqariladi, lekin uning yillik iste‘moli 23,5-25,0 mln tonnani tashkil etmoqda”¹. Dunyo aholisi sonining intensiv ravishda oshib borayotganligi ham paxta xomashyosiga bo‘lgan ehtiyojning ortishiga olib kelmoqda. Bu borada, jahonda paxta global tovar sifatida e‘tirof etilgan va uni yetishtirish, terish, tashish, g‘aramlash, saqlash va dastlabki ishlov berish texnologik jarayonlarida mahsulot miqdori hamda sifatiga salbiy ta‘sir ko‘rsatuvchi omilni aniqlash, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish orqali uning tannaxini pasaytish yo‘li bilan mahsulot ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Jahonda paxta tarkibidagi tola va chigitga shikast yetkazmagan holda havo quvuridan ajratib olish uchun resurstejamkor texnologiyalar va texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, paxtani pnevmoquvurlar orqali tashish texnologiyasida – erkin tolalarni quvur orqali tashqariga chiqib ketishini oldini olish va chigit shikastlanishini kamaytirish, energiya resurstejamkor mashina ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, muommolarni bartaraf qiluvchi texnikaviy yechimlarni ishlab chiqish, barcha texnologik jarayonlar, paxtani ajratish vakuum-klapan valini ishlash samaradorligini va mustahkamligini oshirishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda paxta xomashyosini ajratib olishda mexnat hamda energiya sarfini kamaytish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, yangi resurs tejamkor texnologiyalarni yaratish va amalda qo‘llash yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida» ko‘rsatilgan “Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta‘minlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 marotabaga oshirish”² bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” PF-60 sonli Farmoni, “Paxtachilik tarmog‘ini boshqarish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2017 yil 28 noyabrdagi PQ-3408 son qarorlari, Vazirlar mahkamasining 2018 yil 31 martdagi 253-sonli “Paxta-to‘qimachilik ishlab chiqarishlari va klasterlari faoliyatini tashkil etish bo‘yicha qo‘shimcha chora tadbirlar to‘g‘risida”gi qarorlari

¹ International cotton advisory committee. Washington, From the Secretariat of the ICAC. <https://icac.org/>, email secretariat@icac.org. September 1, 2018.

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.

hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan xizmat qiladi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Paxta tozalash korxonalarida paxta tashishda separator ish unumini oshirish, texnologik ko'rsatkichlarini muqobillash, konstruksiyalarini yangilarini ishlab chiqish va mavjudlarini takomillashtirish bilan xorijda Dakk Hem, Donald W., Van Doorn, Dan S. Wise, Hans Oetiker, Richard D. Johnson va boshqa olimlar shug'ullanishgan.

Respublikamizda paxtani dastlabki ishlash texnologiyasi, xususan, paxtani havo yordamida tashishning fundamental-nazariy, amaliy va metodologik asoslarini yaratish bo'yicha tadqiqotlar B.A.Levkovich, G.I.Miroshnichenko, X.A.Raxmatullin, A.Dzyadzio, P.Baydyuk, R.G.Maxkamov, B.M.Mardonov, A.I.Pirumov, N.Artiqov, X.Axmedxodjayev, N.Kamolov, R.Muradov, S.Qodirxo'jayev, R.Amirov, M.Xojiyev, M.Xasanov, A.Burxanov, O.Sarimsaqov, X.Mamarasulov, O.Eshmuradov, Y.Yangiboyev, Z.Shodiyev, T.O.Shamsutdinov, X.Usmanov, O.Mamatqulov, S.Xusanov, M.Salohiddinova va boshqalar tomonidan o'tkazilgan.

Paxtani havo oqimidan ajratish jarayonini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan ko'plab izlanishlarga qaramay, bu jarayonning ayrim jihatlari to'liq ochib berilmagan, xususan, paxta separatorida paxtani vakuum-klapanga yo'nalishi, separatorlarda havo bosimining yo'qolishiga sabab bo'ladigan yuqori aerodinamik qarshilik va energiya sarfi sabablari to'liq ochib berilmagan va uni bartaraf etish masalasi o'z yechimini topmagan. Yuqoridagilarga binoan, paxtani havo oqimidan ajratish jarayonini yanada chuqurroq o'rganish, paxta separatorining past aerodinamik qarshilikka ega bo'lgan, mahsulot sifat ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatmaydigan, resurstejamkor konstruksiyasini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilayotgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Namangan muhandislik-texnologiya instituti va Namangan viloyat hududiy innovatsiya faoliyati va texnologiyalar transferi markazi ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining BV-Atex-2018-114 raqamli "Tolaning sifatini yaxshilash maqsadida paxta separatori konstruksiyasini takomillashtirish" mavzusidagi amaliy loyiha (2018-2020) doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi: pnevmotransport tizimidagi separator qurilmasida havo germetikligini ta'minlash va paxtani mayda iflosliklardan tozalash imkonini beruvchi vakuum-klapan konstruksiyasini ishlab chiqish va parametrlarini asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

paxtani havo oqimidan ajratish va separator konstruksiyasini takomillashtirish bo'yicha avval olib borilgan tadqiqot ishlarini tahlil qilish.

separatsiya jarayonida paxtani mayda iflosliklardan qo'shimcha tozalash imkoniyatlarini o'rganish;

pnevmotransport tizimida sarflanayotgan elektro energiya sarfiga separator qurilmasida sodir bo'ladigan jarayonlarning bog'liqligini o'rganish.

separator qurilmasi uchun yangi vakuum-klapan konstruksiyasini ishlab chiqish va uni paxtaning sifat ko'rsatkichlariga aniqlash;

yangi konstruksiyadagi vakuum-klapanida sodir bo'ladigan jarayonlarni nazariy yo'l bilan o'rganish;

yangi konstruksiyadagi vakuum-klapanini pnevmotransport tizimidagi havo sarfiga ta'sirini o'rganish;

yangi konstruksiyadagi vakuum-klapanini eng maqbul qiymatlarini aniqlash va ishlab chiqarish tizimiga joriy etish.

Tadqiqotning oby'ekti sifatida paxta tozalash korxonalarida paxtani havo quvurlarida tashish jarayonida qo'llaniladigan separator qurilmasi va paxtani tashuvchi havodan ajratish jarayoni olingan.

Tadqiqotning predmetini paxta separatori konstruksiyasi va texnologik ko'rsatkichlari, paxtani havodan ajratish jarayoni rejimlari tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Ish nazariy va amaliy tadqiqotlardan tashkil topgan. Nazariy tadqiqotlar oliy matematika, nazariy va amaliy mexanika, eksperimental tadqiqotlar, matematik statistika, zamonaviy o'lchash asboblardan foydalanib, eksperimentlarni rejalashtirish va optimallashtirish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

separator ishchi kamerasidagi havodan ajragan paxtani ishchi kameradan keyingi texnologik jarayonga chiqarib yuboruvchi qiya burchak ostida joylashgan yangi konveyer lentali vakuum-klapan konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

konveyer lentali vakuum-klapanda paxtaning tabiiy xususiyatlariga salbiy ta'sir qilmagan holda paxta tarkibidagi mayda iflosliklardan tozalovchi to'rli yuza konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

pnevmotransportda paxtani tashish masofasini uzaytirish maqsadida separator ishchi kamerasiga havo kirishini bartaraf etuvchi elastik egiluvchan vakuum-klapan parraklari ishlab chiqilgan;

separator qurilmasining takomillashtirilgan konveyer lentali vakuum-klapan qiyalik burchagi, konveyer lentani aylanishlar soni, konveyer parraklari orasidagi masofa va to'rli sirt bilan ta'sirlashuvi asosida tola va chigit mexanik shikastlanishini aniqlashning matematik modeli ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

paxtani havo yordamida tashish va uni ajratishda separatorning samaradorligini ta'minlaydigan elastik konveyer lenta va qiya burchak ostidagi to'rli sirt konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

separator ishchi kamerasida paxtani yuqori ish unumida havodan ajratadigan va paxta sifatining saqlanishini ta'minlaydigan ishchi organlari konstruksiyasi, parametrlari va ishlash rejimlari asoslangan;

qiya burchak ostida o'rnatilgan konveyer lentali vakuum-klapanga yig'ishtiriluvchi qanotli parraklar o'rnatish natijasida separator ishchi kamerasiga bo'sh uyachalari orqali havoni sizib kirishi bartaraf etishi aniqlangan;

konveyer lentali vakuum-klapanga parallel burchak ostida paxtani tushish yo'nalishi bo'yicha to'rli sirt joylashtirish orqali mayda iflosliklardan tozalash imkoniga erishilgan, nazariy va amaliy tadqiqotlar yo'li bilan ratsional ishchi parametrlar aniqlangan va yuqori iqtisodiy samara bilan ishlab chiqarishga joriy qilingan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi nazariy va tajribaviy izlanishlar natijalarining mutanosibliigi, tavsiya etilgan ishchi organlari bo'lgan separator vakuum-

klapanining ishlab chiqarish sinovlari va mavjud separator vakuum-klapan ko'rsatkichlari bilan solishtirish natijalari bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati paxtani havodan ajratish jarayonida separatorning mexanik ta'sirdan himoya qilish orqali paxtaning dastlabki sifat ko'rsatkichlarini saqlashni ta'minlovchi konstruksiyasi hamda paxtani havodan ajratish jarayonida hosil bo'ladigan tiqilishlar va ularni bartaraf etish usullari ishlab chiqilgani, separator ishchi kamerasidagi paxtani chiqarib yuborish uchun konveyer lentali vakuum-klapan, va unga parallel burchak ostida paxtani tushish yo'nalishi bo'yicha to'rtli sirt joylashtirish orqali separatsiya jarayoni samaradorligini oshirishga erishilgani bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati takomillashtirilgan separator qurilmasini ishlab chiqarish zaruratidan kelib chiqib ishlab chiqilgani, vakuum-klapan bo'sh uyachalari orqali separator ishchi kamerasiga havoni sizib kirishini kamaytirish va paxtani mayda iflosliklardan tozalash imkoniyati yaratilgani, yangi konstruksiyadagi separatorning yuqori iqtisodiy samara bilan ishlab chiqarishga joriy qilish uchun tavsiya etilgani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Paxtani havo yordamida tashish jarayonidagi separator qurilmasini vakuum-klapan konstruksiyasini takomillashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

Paxta separatorining ishchi kamerada havo oqimidan ajralayotgan paxta xomashyosini tashqi muhitga vakuum-klapani orqali mayda iflosliklardan tozalagan holda chiqarib yuborish bilan bir qatorda ishchi kameraga havoni sizib kirishini bartaraf etish imkonini beruvchi separator vakuum-klapani konstruksiyasi «O'z paxtasanoat» AJ tasarrufidagi Namangan viloyatining Kosonsoy paxta tozalash AJ da ishlab chiqarishga joriy etilgan («O'z to'qimachilik sanoat» uyushmasining 2024 yil 25 iyuldagi №03/25-1783-son ma'lumotnomasi). Natijada paxtani havodan ajratish jarayonida paxta nuqsonlari va iflosligi 0.3%, yangi separatorni ishlab chiqarishga o'rnatib tajribalar olish natijasida 15-16 % gacha iflosliklardan tozalash samaradorligiga erishilgan;

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari bo'yicha jami 6 ta turli ilmiy konferensiyalarda, shu jumladan 4 ta xalqaro, 2 ta Respublika konferensiyalarida va 1 ta ilmiy seminarlarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, jumladan 4 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 117 betni tashkil qiladi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zaruratiga asoslangan, tadqiqotni maqsadi va vazifalari, ob'ekti va predmeti, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy

ahamiyati yoritib berilgan, tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

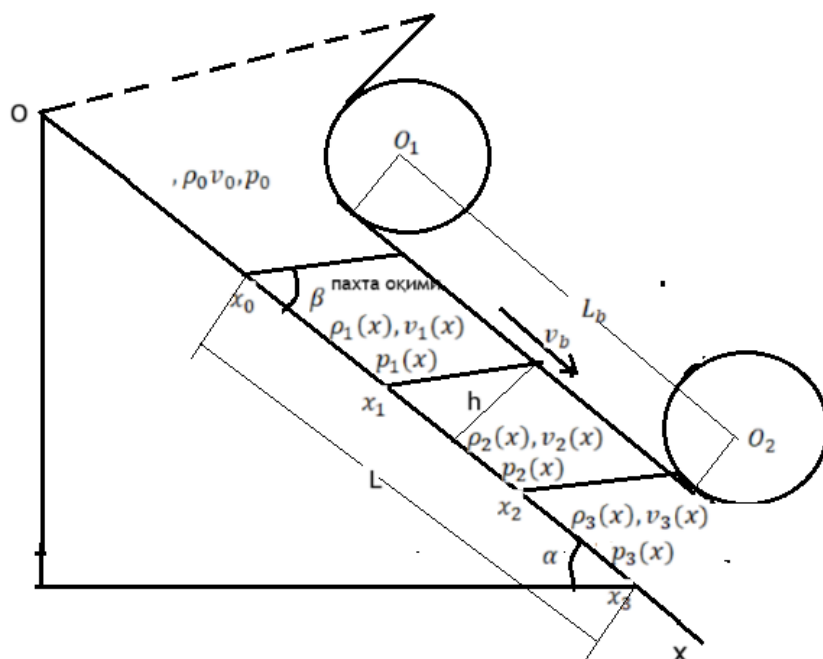
Dissertatsiyaning **“Pnevмотransport tizimi va paxtani havodan ajratib olish jarayonini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar”** deb nomlangan birinchi bobida paxtani dastlabki ishlash jarayonida paxtani havo yordamida tashuvchi qurilmalardan biri, pnevмотransport tizimi va uning asosiy elementi bo'lgan separator qurilmasi hamda vakuum-klapani konstruksiyalari va ularni takomillashtirish bo'yicha avval olib borilgan ilmiy ishlari tahlil qilingan.

Ilmiy tadqiqotlarda pnevмотransport tizimida paxtani tashish jarayonida havo oqimining paxta xomashyosiga ta'siri, pnevмотransportda havo tezligi va bosimining o'zgarishi, to'rtli yuza bilan sidirgich o'rtasidagi jarayonda tola yo'qolishini o'rganish, havo oqimida tashilayotgan paxtaning shikastlanish darajasi va qurilmaning ish unumdorligi, paxta namligiga bog'liqligini o'rganish, paxta bo'lakchalarini ishchi yuza devori bilan ta'sirlashishi natijasida chigit shikastlanishi, paxtani havo oqimidan inersiya kuchi yordamida ajratib olish jarayonini o'rganish, yangi separatorlarni yaratish va ishchi organlarini takomillashtirish bo'yicha qator masalalar ko'rilgan. Separatorning samarali ishlashiga to'rtli yuza bilan birga uning asosiy elementlaridan biri hisoblangan vakuum-klapan ham ta'sir qiladi. O'tkazilgan ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari vakuum-klapandagi kamchiliklar to'la bartaraf qilinmaganligini ko'rsatmoqda. Shunga ko'ra, separator va uning asosiy ishchi qismlari, shuningdek uning vakuum-klapan qismini takomillashtirish bo'yicha chuqur tadqiqotlar o'tkazish kerak.

Dissertatsiyaning **“Yangi seperator qurilmasida harakatlanuvchi paxtani havo oqimidan samarali ajratib olish jarayonining nazariy asoslari”** deb nomlangan ikkinchi bobiga ko'ra Paxta oqimining qiya tekislikda qanotli parraklar yordamida ajratib olishni nazariy tadqiqi berilgan (1-rasm).

Paxta tozalash korxonalarida separator ishchi kamerasiga vakuum-klapani orqali havoni sizib kirishini bartaraf etish hamda paxtadagi passiv turdagi mayda iflosliklarni tozalash maqsadida vakuum-klapani qiya burchak ostida konveyer lentaga o'rnatilgan yig'ishtiriluvchi qanotli parraklar joylashgan bo'lib, u paxta oqimiga mos ravishda harakatlanadi va shuning bilan birga to'rtli yuzaga paxtani sidirishi tufayli uni mayda iflosliklardan tozalaydi. Bu qurilma, ishchi kamerada havo oqimidan ajralayotgan paxta xomashyosini tashqi muhitga vakuum-klapani orqali mayda iflosliklardan tozalagan holda chiqarib yuborish bilan bir qatorda ishchi kameraga havoning sizib kirishini butunlay bartaraf etadi.

Faraz qilaylik paxta oqimi gorizont bilan α burchak tashkil etuvchi tekislik ustida 3 ta seksiyada qanotli parraklarning zarba kuchi va tezligi v_c bo'lga havo oqimi ta'sirida harakat etsin. Paxta oqimini bir o'lchovli va statsionar holatda deb qabul qilamiz. Koordinat boshini O nuqtaga o'rnatib, Ox o'qini tekislik bo'ylab yo'naltiramiz. Paxta oqim tezligi, zichligi va bosimlarni har bir seksiyada mos ravishda v_i , ρ_i va p_i ($i = 1,2,3$) bilan belgilaymiz. Faraz qilaylik, tekislikning boshlanish zonasida ta'minlagich orqali vaqt birligida Q_0 miqdordagi xomashyo qanotli parraklar orasidagi seksiyalarga kelib tushsin va uning tezligi qanotli parraklar tezligiga teng bo'lsin. Qanotli parraklar zarbasini nuqtaviy deb qabul qilamiz va oqim harakat tezligi tenglamasida nuqtaviy zarba ta'sirini delta funksiya orqali izohlaymiz.



1-rasm. Qiya tekislikda qanotli parraklar zarbasi ta'sirida paxta oqimining harakatlanish sxemasi

U holda Ox bo'ylab harakatlanayotgan oqim har bir seksiyaning dx elementi uchun parrakning nuqtaviy zarbasini e'tiborga olgan holda quyidagi Eyler tenglamalarini yozish mumkin

$$v = v_0 = Q_0 / \rho_0 S_0 \quad 0 < x < x_0 \quad (1)$$

$$v_1 \rho_1 \frac{dv_1}{dx} = -\frac{dp_1}{dx} + \rho_1 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_1) \quad x_0 < x < x_1 \quad (2)$$

$$v_2 \rho_2 \frac{dv_2}{dx} = -\frac{dp_2}{dx} + \rho_2 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_2) \quad x_1 < x < x_2 \quad (3)$$

$$v_3 \rho_3 \frac{dv_3}{dx} = -\frac{dp_3}{dx} + \rho_3 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_3) \quad x_2 < x < x_3 \quad (4)$$

Bu yerda $v_i, \rho_i, p_i (i = 1, 2, 3)$ qanotli parraklar orasidagi seksiyalarda xomashyo oqimining zichligi, tezligi va bosimi, $\lambda_0 = c / S_0$, c - qarshilik kuchining koeffitsiyenti

(1) v (4) tenglamalarning har birida uchta v_i, ρ_i, p_i noma'lumlar qatnashadi. Tenglamani to'ldirish uchun quyidagi qo'shimcha shartlar qabul qilinadi.

1. Bosim bilan zichlik orasidagi bog'lanish, ya'ni holat tenglamasi mavjud bo'lishi lozim. Bu tenglamada tutash muhitda zichlik bilan bosim orasida chiziqli bog'lanish o'rinli bo'ladi [1].

$$\rho = \rho_0 [1 + A(p - p_0)] \quad (5)$$

Bu yerda ρ_0, p_0 - paxta xom ashyosining tozalash zonasiga kirishdan oldingi holatidagi zichligi va bosimi, A - tajriba asosida aniqlanadigan koeffitsiyent bo'lib bu koeffitsiyent xom ashyoni hajmiy siqilish moduli K ga nisbatan teskari kattalik hisoblanadi. (3) tenglik oqimning barcha zonalarida o'rinli deb qabul qilinadi.

2. Statsionar oqimda xom ashyo massasi vaqt birligida o'zgarmas bo'lib, bu shart massaning saqlanish qonunini ifodalaydi.

$$Q_0 = \rho_0 v_0 h_0 L = \rho v h L \quad (6)$$

Bu yerda , h_0 - xom ashyosining qalinligi, ρ , v , h - xom ashyoning tozalash zonasining ixtiyoriy yoyidagi zichligi, tezligi va qalinligi.

Hisoblash jarayonida xom ashyo qalinligi h o'zgarimas deb $h=h_0$ deb qabul qilamiz.

(5) va (6) formulalardan foydalanib, zichlik va bosimni tezlik v orqali ifodalaymiz.

$$\rho = \frac{v_0 \rho_0}{v}, \quad p = p_0 - \frac{1}{A} \left(\frac{v}{v_0} - 1 \right) \quad (7)$$

ρ va r ning ifodalarini (1) va (2.) tengliklarga qo'yib, tezlik uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_1}{dx} = \lambda(v_s - v_1) + \frac{g}{v_1} (\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad x_0 < x < x_1 \quad (8)$$

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_2}{dx} = \lambda(v_c - v_2) + \frac{g}{v_2} (\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad x_1 < x < x_2 \quad (9)$$

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_3}{dx} = \lambda(v_c - v_3) + \frac{g}{v_3} (\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad x_2 < x < x_3 \quad (10)$$

Bu yerda $M = \frac{v_0}{c_0}$, $c_0 = \sqrt{\frac{1}{A\rho_0}}$ - xom ashyoda to'lqin tarqalish tezligi, $\lambda = \lambda_0 / \rho_0 v_0$

(8)-(10) tenglamalar ushbu shartlarda integrallanadi

$$v_1(x_0) = v_{zar}, v_2(x_1) = v_{zar}, v_3(x_2) = v_{zar} \quad (11)$$

Bu yerda v_{zar} qanotli parraklarning zarbasi ta'sirida seksiyalar boshlang'ich kesimlaridagi tezligi .

(8)-(10) tenglamalar umumiy holda chiziqsiz bo'lib ularing yechimini analitik ko'rinshda aniqlash mumkin. Bunday yechim $x_0 < x < x_1$ oraliqda quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$2\lambda(x - x_0)(1 - M^{-2}) = \ln \frac{\lambda v_{zar}(v_{zar} - v_c) - b}{\lambda v(v - v_c) - b} + \frac{v_c}{\sqrt{4b\lambda + \lambda^2 v_c^2}} \left[\arctan \frac{\lambda(v_c - 2v_{zar})}{\sqrt{4b\lambda + \lambda^2 v_c^2}} - \arctan \frac{\lambda(v_c - 2v)}{\sqrt{4b\lambda + \lambda^2 v_c^2}} \right] \quad (12)$$

Bu yerda $b = g(\sin \alpha - f_0 \cos \alpha)$

Qolgan oraliqlarda ham shunday ko'rinishdagi yechimlarni olish mumkin. (12) yechim murakkab ko'rinishda bo'lganligi sababli uni tahlil etish ma'lum qiyinchiliklar tug'diradi. Shu sababli formulani havo qarshilgi e'tiborga olinmagan ($\lambda = 0$) xususiy holini qaraymiz. U holda oqim tezligini har bir seksiyada quyidagi ifodalar yordamida aniqlaymiz:

$$v_1 = \sqrt{v_{zar}^2 + 2ga(x - x_0)} \quad \text{pri} \quad x_0 < x < x_1$$

$$v_2 = \sqrt{v_{zar}^2 + 2ga(x - x_1)} \quad \text{pri} \quad x_2 < x < x_1$$

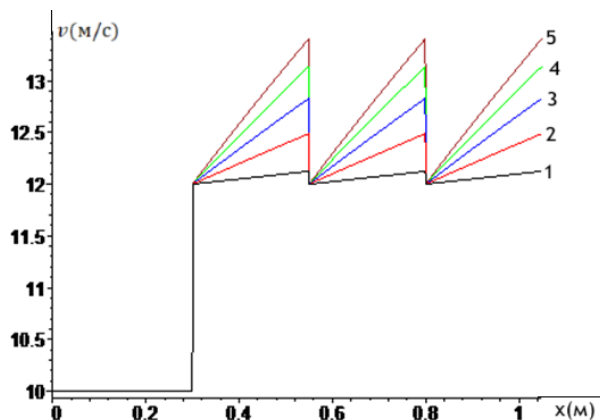
$$v_3 = \sqrt{v_{zar}^2 + 2ga(x - x_2)} \quad \text{pri} \quad x_2 < x < x_3$$

Hisob natijalar quyidagi qiymatlarda keltirilgan

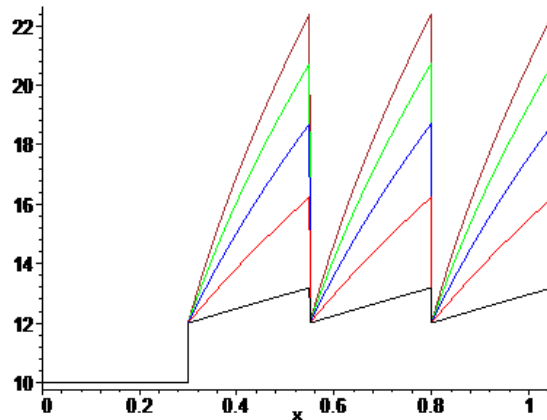
$$v_0 = 10 \text{ m/s}, v_{zar} = 12 \text{ m/s}, \rho_0 = \frac{50 \text{ kg}}{\text{m}^3},$$

2 va 3 rasmlarda qiya tekislik bo'ylab oqim tezligi $v(\text{m/s})$ va zichliklar $\rho(\text{kg/m}^3)$ ining paxta xomashyosi hajmiy moduli $K(\text{Pa})$ va qiyalik burchagi $\alpha(\text{grad})$ ining turli qiymalarida taqsimlanish grafiklari keltirilgan

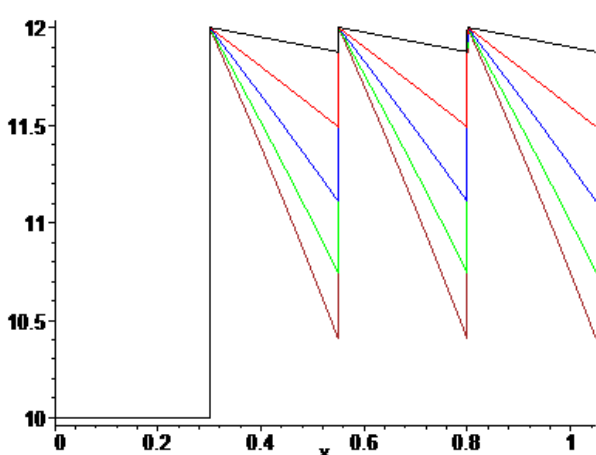
$K=4.55 \cdot 10^3 Pa$



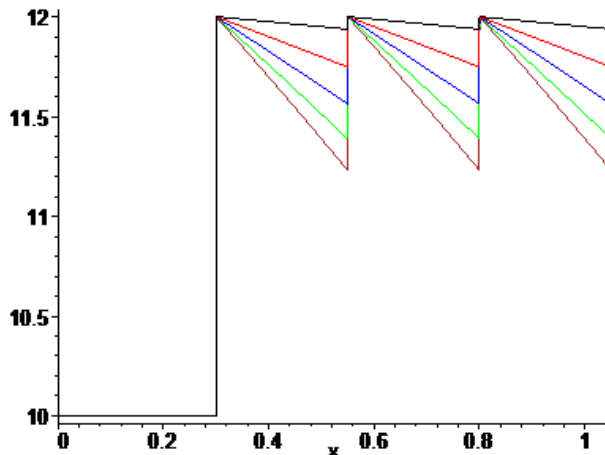
$K=4.95 \cdot 10^3 Pa$



$K=5.5 \cdot 10^3 Pa$

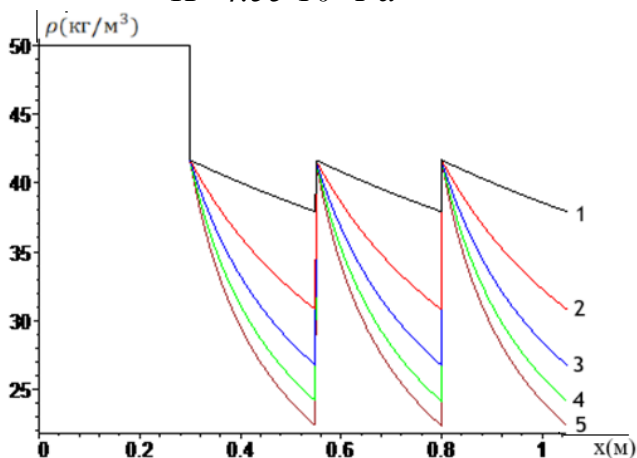


$K=6 \cdot 10^3 Pa$

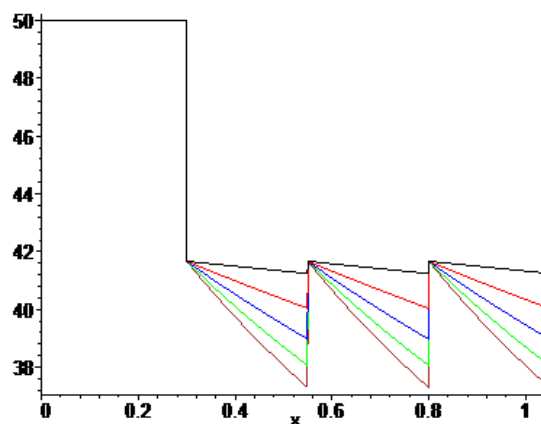


2-rasm. Paxta oqmi tezligi $v(m/s)$ ning paxta hajmiy moduli $K(Pa)$ va qiyalik burchagi $\alpha(grad)$ larning turli qiymalarida qiya tekislik bo'ylab taqsimlanish grafiklari: 1- $\alpha = 20$,
2- $\alpha = 30$, 3- $\alpha = 40$, 4- $\alpha = 50$, 5- $\alpha = 60$

$K=4.55 \cdot 10^3 Pa$

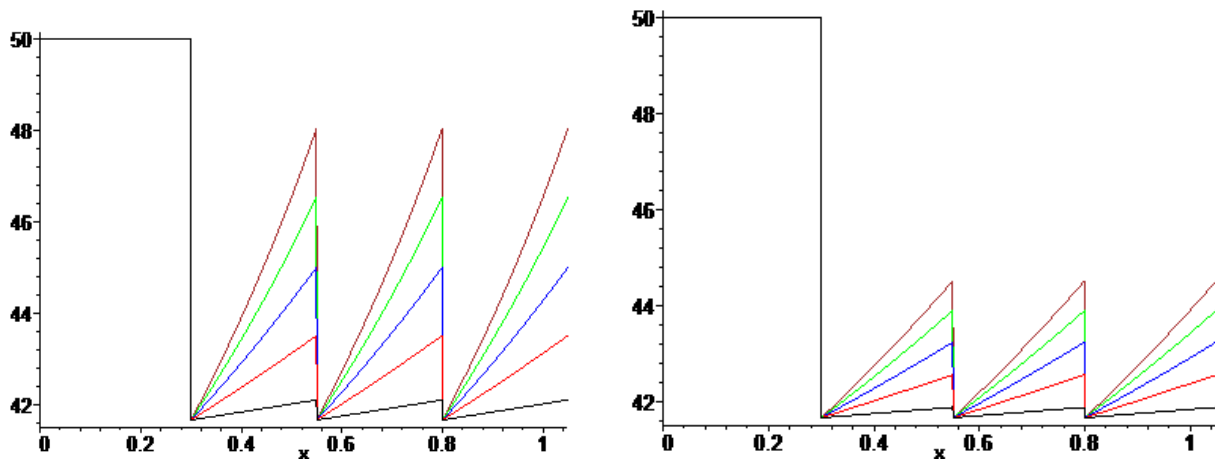


$K=4.95 \cdot 10^3 Pa$



$K=5.5 \cdot 10^3 Pa$

$K=6 \cdot 10^3 Pa$



3-rasm. Paxta oqmi zichligi $\rho(kg/m^3)$ ning paxta hajmiy modul $K(Pa)$ va qiyalik burchagi $\alpha(grad)$ larning turli qiymalarida qiya tekislik bo'ylab taqsimlanish grafiklari: 1- $\alpha = 20$, 2- $\alpha = 30$, 3- $\alpha = 40$, 4- $\alpha = 50$, 5- $\alpha = 60$

Grafiklar tahlilidan paxta hajmiy siqilish moduli K ning oshishi bilan uning kritik qiymatida K_{kr} ($K_{kp} = 5 \cdot 10^3 Pa M = \frac{v_0}{c_0} \approx 1$ qiymatida) kichik bo'lsa uning tezligi kamayib, zichligining oshishini kuzatish mumkin. Agar bu fizik kattalik kritik qiymatdan yuqori bo'lsa, tezlik kamayib, zichlik oshishi mumkin. Bu holda oqim seksiyalarda qo'shimcha zichlikka ega bo'ladi.

Bu holda, yuzaning ochiq qismidan paxta oqimi harakatlanganda, to'rtli yuza va paxta orasida hosil bo'luvchi ishqalanish kuchi tasirida, xomashyo tarkibidagi iflosliklar ajralishi mumkin (3-rasm).

Iflosliklar ajralishi jaryonini kuchaytirish maqsadida yuzaga qo'shimcha so'ruvchi bosim $p_0 - p$ ta'sir etadi Bu bosim ta'sirida xomashyo bilan orasidagi kontakt kuchi oshib, tekislik sirtida qo'shimcha ishqalanish kuchini hosil qiladi, bu holat o'z navbatida xomashyo tezligini kamaytirishi mumkin. Buning natijasida iflosliklar miqdorining ajralishini oshirishi mumkin. To'rtli yuzaga ta'sir etayotgan bosimni $\Delta p = \frac{p_0 - p}{L}$, belgilab, yuqoridagi (1)-(4) tenglamalarni quyidagicha yozamiz:

$$v_1 \rho_1 \frac{dv_1}{dx} = -\frac{dp_1}{dx} + \rho_1 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_1) - (1 - n) * f \Delta p \quad x_0 < x < x_1 \quad (13)$$

$$v_2 \rho_2 \frac{dv_2}{dx} = -\frac{dp_2}{dx} + \rho_2 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_2) - (1 - n) * f \Delta p \quad x_1 < x < x_2 \quad (14)$$

$$v_3 \rho_3 \frac{dv_3}{dx} = -\frac{dp_3}{dx} + \rho_3 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_3) - (1 - n) * f \Delta p \quad x_2 < x < x_3 \quad (15)$$

Bu yerda $n = S_k / S_0$ - yuza foydali koeffitsienti, S_0 paxta qatlami to'rtliq ko'ndalang yuzasi, S_k - qatlamning ochiq yuzi, L - val uzunligi

(5) formuladan foydalanib, bosim Δp ni tezlik orqali ifodalaymiz

$$\Delta p = \frac{1}{AL} \left(\frac{v}{v_0} - 1 \right) \quad (16)$$

(16) Formuladagi bosimni (13)-(15) tenglamaga qo'yib, quyidagi ko'rinishga keltiramiz

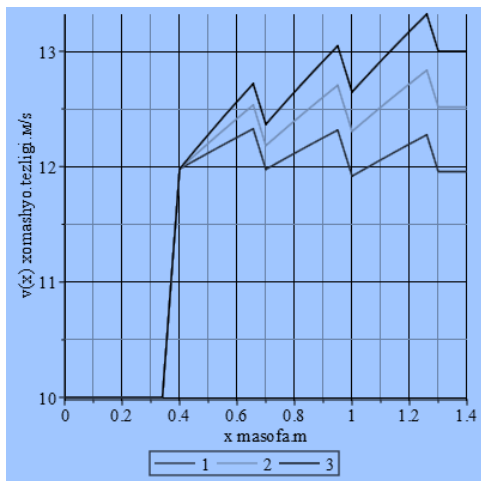
$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_i}{dx} = \lambda (v_s - v_1) + \frac{g}{v_1} (\sin \alpha - n f \cos \alpha) - a v_1 + b \quad x_0 < x < x_1 \quad (17)$$

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_2}{dx} = \lambda (v_c - v_2) + \frac{g}{v_2} (\sin \alpha - f \cos \alpha) - a v_2 + b \quad x_1 < x < x_2 \quad (18)$$

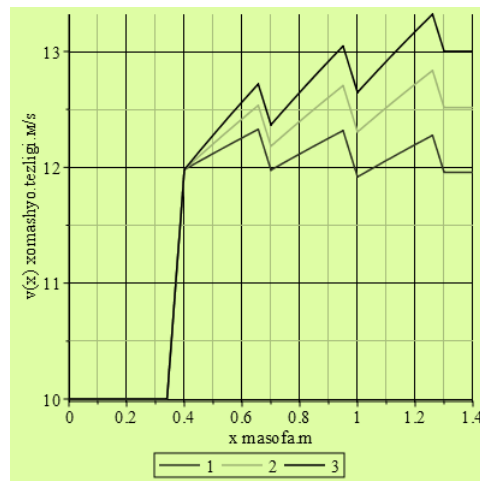
$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_3}{dx} = \lambda(v_c - v_3) + \frac{g}{v_3} (\sin \alpha - f \cos \alpha) - av_3 + b \quad x_2 < x < x_3 \quad (19)$$

Bu yerda $a = \frac{(1-n)f}{M^2 L}$, $b = av_0$

(17)-(19) tenglamalar chiziqsiz bo'lib ushbu boshlang'ich shartlarda $v_1(x_0) = v_{zar}$, $v_2(x_1) = v_{zar}$, $v_3(x_2) = v_{zar}$ sonli usulda MAPLE-17 dasturi asosida integrallanadi. Natijalar 5, 6, 7- rasmlardagi grafiklarda keltirilgan.



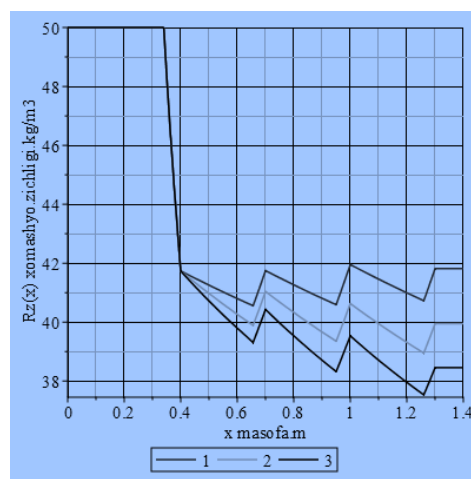
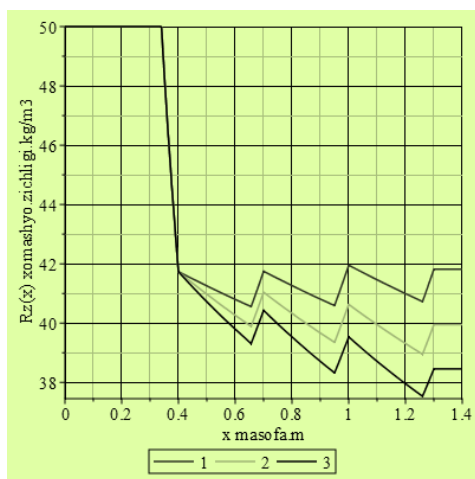
a)



b)

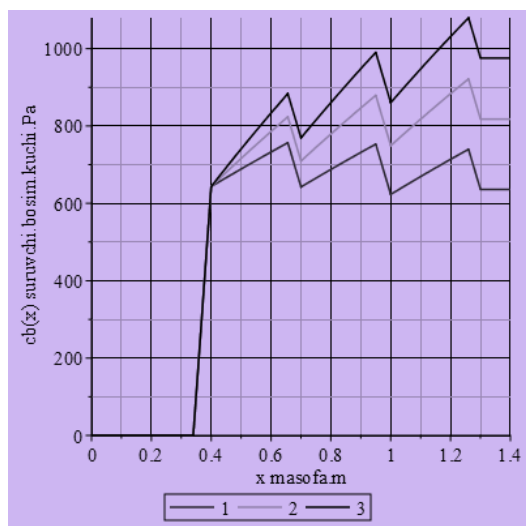
4-rasm. Paxta oqim tezligi v (m/s) ni paxta hajmiy moduli K (Pa) va qurilmani qiyalik burchagi α (grad) ni turli qiymatlaridagi, qiya tekislik bo'ylab(x), o'zgarish grafiklari keltirilgan.

1 - $\alpha = 20^\circ$, 2 - $\alpha = 30^\circ$, 3 - $\alpha = 40^\circ$; a) $K=4550$ Pa; b) $K=5000$ Pa;

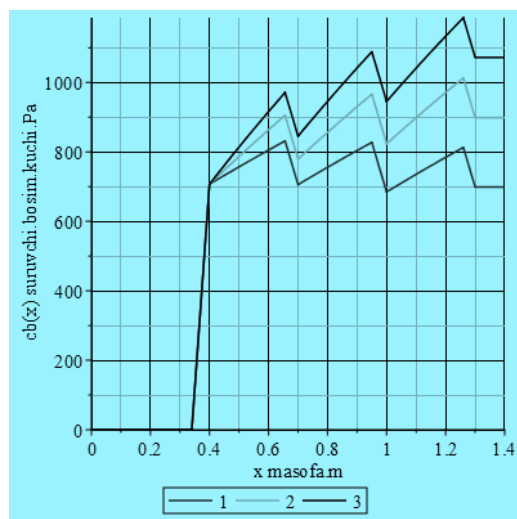


5-rasm. Paxta oqim zichligi ρ ($\frac{kg}{m^3}$) ni paxta hajmiy moduli K (Pa) va qurilmani qiyalik burchagi α (grad) ni turli qiymatlaridagi, qiya tekislik bo'ylab(x), o'zgarish grafiklari keltirilgan.

1 - $\alpha = 20^\circ$, 2 - $\alpha = 30^\circ$, 3 - $\alpha = 40^\circ$; a) $K=4550$ Pa; b) $K=5000$ Pa;



a)



b)

6-rasm. Paxta oqim bosimi Δp (Pa)ni paxta xajmiy moduli K (Pa) va qurilmani qiyalik burchagi α (grad) ni turli qiymatlaridagi, qiya tekislik bo'ylab(x), o'zgarish grafiklari keltirilgan.

1 – $\alpha = 20^\circ$, 2 – $\alpha = 30^\circ$, 3 – $\alpha = 40^\circ$; a) $K=4550$ Pa; b) $K=5000$ Pa

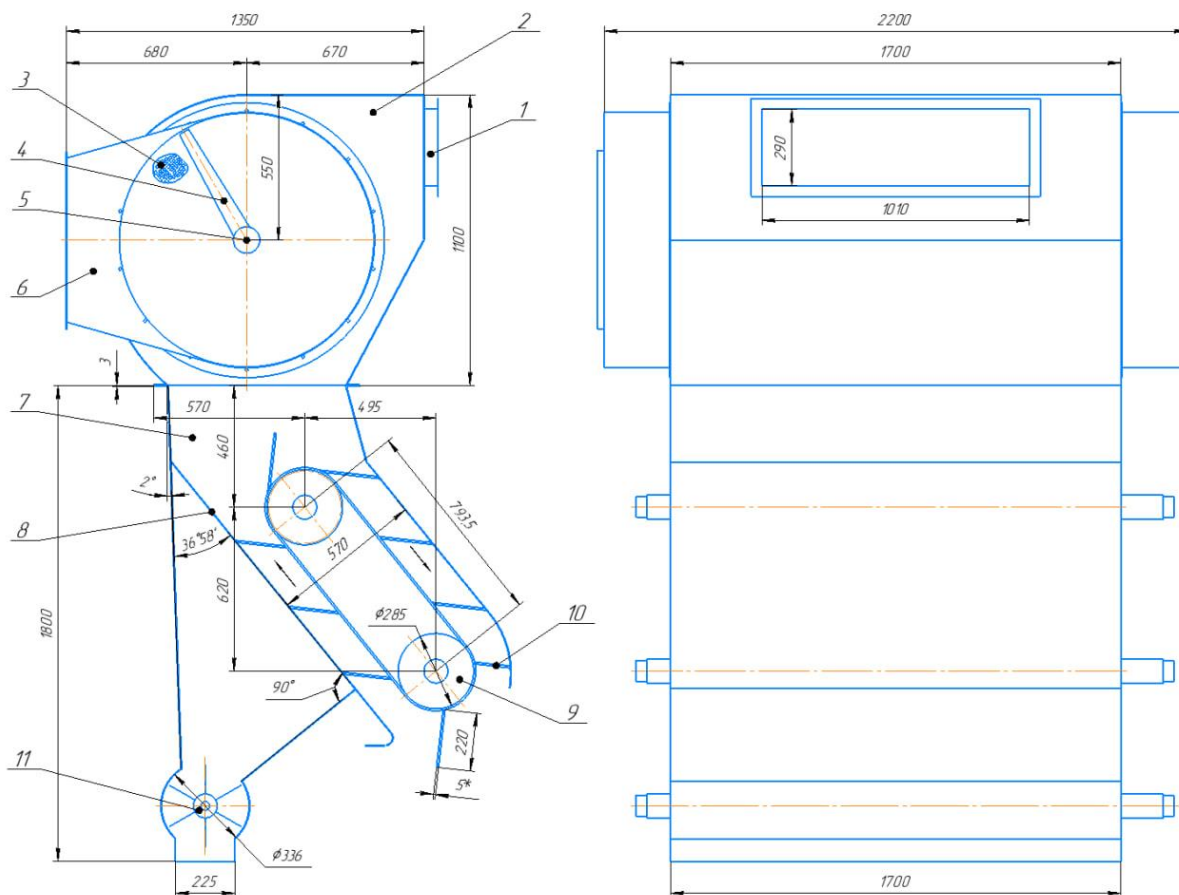
Grafiklar tahlilidan, to'rtli yuzani qiyalik burchagini kamayishi paxta oqimini tezligini kamayishiga olib kelar ekan (4-rasm). Va natijada paxta zichligi to'rtli yuzani uchchala aktiv oraliq qismida o'zgarimas bo'lib (5-rasm), yod aralashmalarni paxta bo'lakchalaridan ajralish jarayoniga aktiv ta'sir ko'rsatmas ekan. Bu jarayonni bosim o'zgarishini (6-rasm) butun to'rtli yuz bo'ylab bir maromda saqlanib turishidan xam ko'rishimiz mumkin. Aksincha to'rtli yuzani qiyalik burchagini oshishi, paxta bo'lakchalarini tezligini oshishiga va mos ravishda, paxta xomashyo tarkibidagi iflosliklarni ajralish effektini oshishishini zichlikni to'rtli yuz bo'ylab kamayishishidan ko'rsak bo'ladi (5-rasm).

Dissertatsiyaning “**Yangi konstruksiyadagi paxta separatorining matematik model asosida nazariy tadqiq etish**” deb nomlangan uchinchi bobida paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonidan pnevmotransportda tashilayotgan paxtani havo oqimidan ajratib olishda ko'p hollarda “SS-15” markali separator urilmasidan foydalaniladi. Yangi separator vakuum-klapani konstruksiyasini takomillashtirish orqali texnologik jarayon samaradorligini, ish unumdorligi, paxta xomashyosining sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolish va har xil yot aralashmalardan tozalash borasida qator nazariy va amaliy ishlar olib borildi.

Bunda mavjud nuqsonlar yo'qolishi bilan bir qatorda iflosliklardan ham tozalanadi. Taklif etilayotgan yangi separator quyidagicha ishlaydi: ventilyator ishlashi bilan havo quvuridagi havo so'rilishi natijasida, paxta xomashyosi havo oqimi bilan birga harakatlanib, separatorga kirish quvuri(1) orqali ishchi kamera(2) ga kirib, to'rtli sirt (3) ga yopishadi va sidirgich (4) orqali yopishgan paxta xomashyosi sidirib olinib, ishchi kameraning pastiga tashlanadi. Ishchi kameradan inersiya kuchi yordamida pastiga tushayotgan paxta xomashyosi vakuum-klapanga o'rnatilgan to'rtli yuz (8) ga tushadi va qanotli parraklar (10) yordamida soat strelkasiga qarama-qarshi harakatlanishi natijasida turli iflosliklardan tozalanib keyinga jarayonga o'tadi. Turli

iflosliklar yig'iluvchi bunker (11) parragi aylanishi natijasida yot jismlar tashqariga chiqarib yuboriladi.

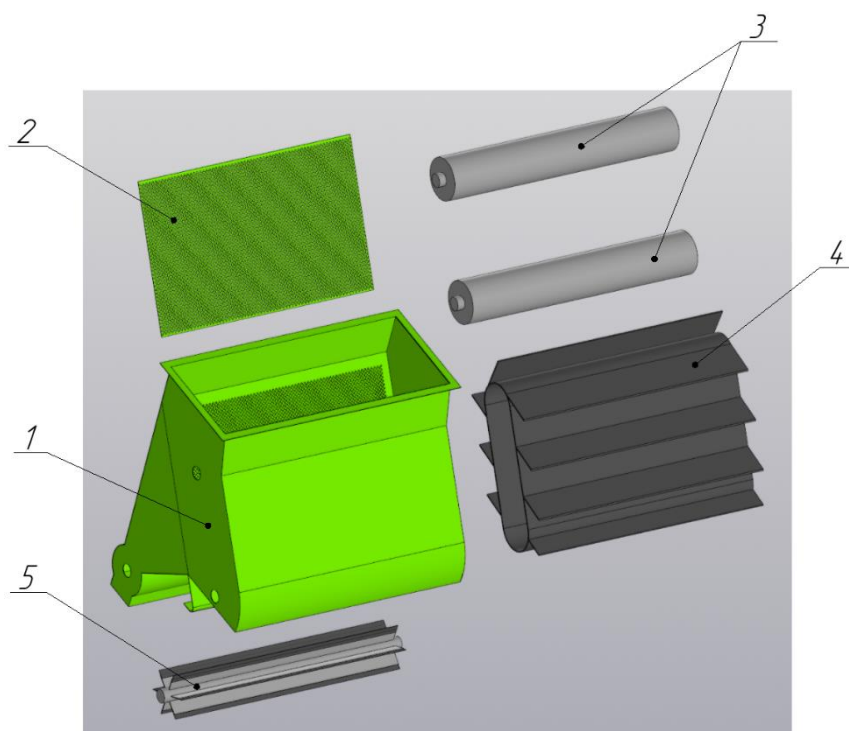
Taklif qilinayotgan separatorning takomillashgan konstruksiyasida vakuum-klapanda qo'llanilgan rezina parraklar hisobiga germetikligi keskin oshishi tufayli vakuum-klapandan havo so'rilishi kamayadi va separatorni ish unumdorligini oshiradi. Yangi konstruksiyadagi rezina parraklarni rezina yuzaga o'rnatish jarayonida paxta bo'lakchalarini ushlab qoluvchi moslamalar yo'qligi natijasida paxta xomashyosi to'liq keyingi jarayonga o'tkazilishi xomashyoni parraklar orasida qolib ketishi amaliyotda kuzatilmadi.



7-rasm. Yangi separator qurilmasini umumiy texnologik sxemasi

1-kirish quvuri, 2-ishchi kamera, 3-to'rli sirt, 4-sidirgich, 5-sidirgich vali, 6-havo so'ruvchi qism, 7-vakuum-klapan, 8-to'rli sirt, 9-baraban, 10-parrak, 11-iflosliklar yig'iluvchi bunker vakuum-klapani

Yangi separator qurilmasining konstruksiyasini ishlab chiqish CAD-CAM hamda Solidworks kompyuter dasturi orqali amalga oshirildi. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda yangi yaratilgan konstruksiyaning ishlash ishonchligini tekshirish va asosiy ishchi organlar parametrlarini aniqlash maqsadida matematik modellashtirish usuli yordamida tadqiqotlar o'tkazish maqsadga muvofiq deb topildi.



8-rasm. Vakuum-klapan qurilmasining 3D ko'rinishi

1-vakuum-klapan korpusi, 2-to'ri sirt, 3-baraban, 4-parrak, 5-iflosliklar yig'iluvchi bunker vakuum-klapani

Paxta tozalash korxonalarida foydalaniladigan paxta separatorlarning vazifasi, chigitli paxtani pnevmotransport moslamasi orqali kelayotgan havo oqimidan paxta xomashyosini ajratib olish, shuningdek paxtani chang va qisman mayda iflosliklardan tozalash, hamda kerakli nuqtaga yetkazib berish hisoblanadi. Paxta tozalash korxonalarida SS-15A rusumli separator keng qo'llaniladi.

Separatorida o'zgarishi mumkin bo'lgan parametrlarini tahlil qilib, eksperimental tadqiqotlar o'tkazish yo'li bilan undagi paxtani tozalash samaradorligini oshirish, pnevmotransportda havo sarfini kamaytirish kabi parametrlarini topish zarur.

Biz $N=2^3$ ko'rinishdagi to'liq faktorli eksperiment o'tkazish orqali bu parametrlarni aniqlashga harakat qilamiz.

Separator vakuum-klapani konveyer lentasining harakat tezligi, to'ri yuzaning qiyalik burchagi va qanotli parraklar orasidagi masofa bo'yicha ratsional qiymati tanlab olingan. Tanlangan parametrlar, vakuum-klapan konveyer lentasining harakat tezligi ayl/min (x_1) va to'ri yuzaning qiyalik burchagi, grad (x_2), qanotli parraklar orasidagi masofa, sm (x_3) bo'lib, qo'yilgan maqsadni amalga oshirish uchun, ushbu parametrlarning ratsional qiymatlarini aniqlash lozim bo'ladi. Kiruvchi parametrlar sifatida ularning quyi (-1) va yuqori (+1) qiymatlarini aniqlaymiz.

Vakuum-klapan konveyer lentasining harakat tezligi (x_1) ning (-1) kichik qiymati 50 ayl/min ga teng bo'lib, bundan kichik qiymatda tiqilish sodir bo'lishi va vakuum-klapan konveyer lentasining harakat tezligi (x_1) ning yuqori (+1) qiymati 100 ayl/min bo'lib, bu separatorning tozalash imkoniyatini kamaytiradi.[45]

To'ri yuzaning qiyalik burchagi (x_2), eng kichik gradusi (-1) 60° qabul qilindi, bu eng minimal qiyalik burchagi hisoblanadi. Agar to'ri yuzani qiyalik burchagi 70° ,

undan kamaysa sirpanish (paxtaniki) 0 ga teng bo'lishi mumkin. Agarda 90° bo'lsa, sirpanish tezlashib tozalash imkoniyati kamayadi.

Qanotli parraklar orasidagi masofa (x_3) eng kichik masofasi (-1) 20 sm ga teng bo'lib, bundan kichik qiymatda vakkum-klapanda paxtani tiqilishi sodir bo'ladi. Agar qanotli parraklar orasidagi masofa (x_1) ning yuqori (+1) qiymati 40 sm bo'lsa, bu tozalash imkoniyatini kamaytiradi.

Taklif etilayotgan qurilmaning samarali ishlashini ta'minlovchi optimal parametrlarini aniqlash

Chiquvchi parametrlar:

Y_1 - tozalash samaradorligi %

Y_2 – chigit shikastlanishi %

Kiruvchi parametrlar:

x_1 - Vakuum-klapan konveyer lentasining harakat tezligi (ayl/sek)

x_2 - To'rli yuzaning qiyalik burchagi (gradus)

x_3 - Qanotli parraklar orasidagi masofa (sm)

Tadqiq etilayotgan omillar o'zgarish sathlari va oraliqlarni tanlash

1-jadval

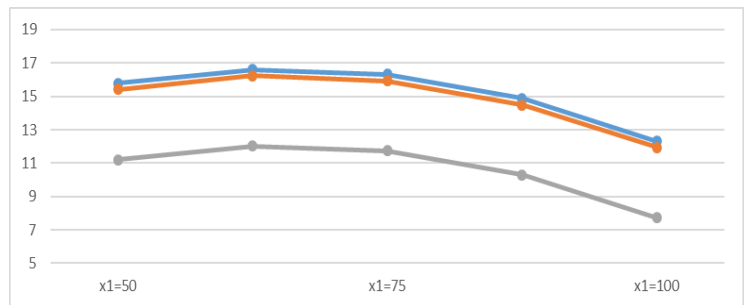
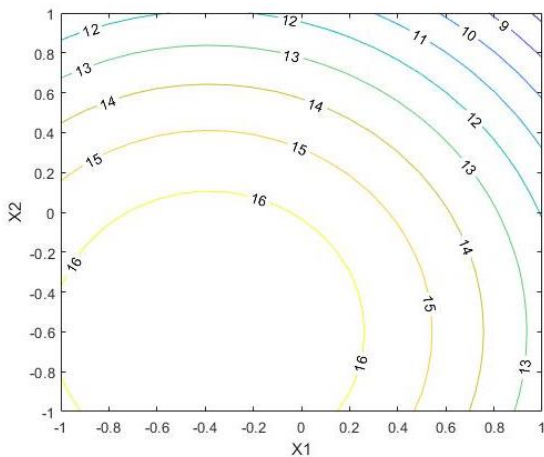
Omillar nomi va belgilanishi	O'zgartirish sathlari			O'zgartirish oralig'i
	-1	0	+1	
x_1 -konveyer lentani harakat tezligi, aly/min	50	75	100	25
x_2 - To'rli yuzaning qiyalik burchagi, gradus	60	70	80	10
x_3 - qanotlar parraklar orasidagi masofa, (sm)	20	30	40	10

Regressiya koeffitsientlarini aniqlashda Styudent, matematik modelning adekvatli yoki adekvat emasligini tekshirish maqsadida Fisher mezonlaridan foydalanildi. Chiquvchi omillar sifatida Y_1 – tozalash samaradorligi bo'yicha tanlandi.

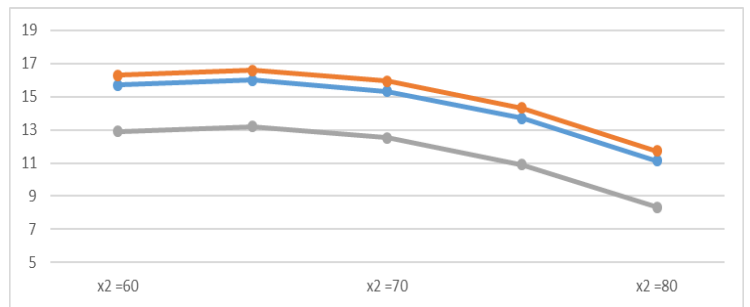
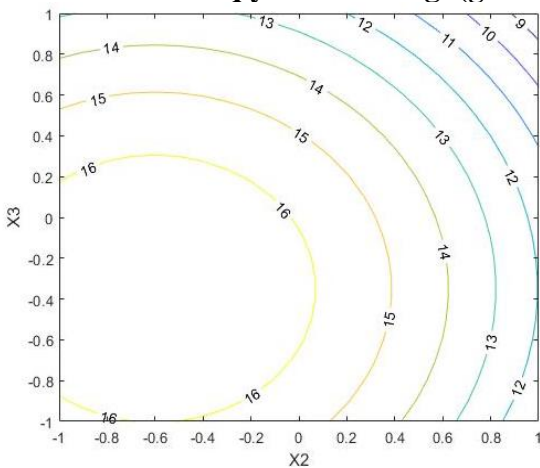
Paxta separatorining ishchi kamerasida havo oqimidan ajralayotgan paxta xomashyosini tashqi muhitga vakuum-klapani orqali mayda ifosliklardan tozalagan holda chiqarib yuborish va ishchi kameraga vakuum-klapani orqali havoni sizib kirishini bartaraf etish va bu xossani Y_1 – tozalash samaradorligi (%) bo'yicha baholandi. Shuning uchun ikkinchi darajali regression matematik modelni olish uchun, boshqa usullarga nisbatan birmuncha soddaroq va qulay, hamda paxta sanoati texnologik jarayonlari tadqiqotlarida keng qo'llanilayotgan markaziy nokompozitsion tajriba (MNKT) tanlandi va amalga oshirildi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki o'tkazilgan tajriba natijalarini statistik tahlilidan va optimallashtirish yechimlarini chizmalari natijasiga ko'ra paxta tozalash korxonalarida separator ishchi kamerasiga vakuum-klapani orqali havoni sizib kirishini bartaraf etish hamda paxtadagi passiv turdagi mayda iflosliklarni tozalashga erishiladi. Qurilmaning kiruvchi omillari sifatida qabul qingan konveyer lentaning harakatlanish tezligi $x_1=75$ ayl/min, to'rli yuzaning qiyalik burchagi esa $x_2=70^\circ C$ va qanotli parraklar orasidagi masofa $x_3=30$ sm da bo'lganda vakuum klapan orqali ishchi

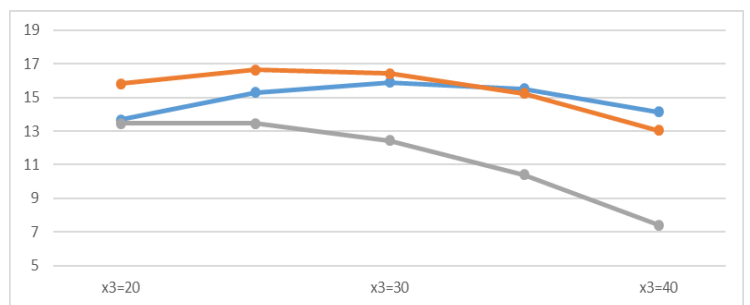
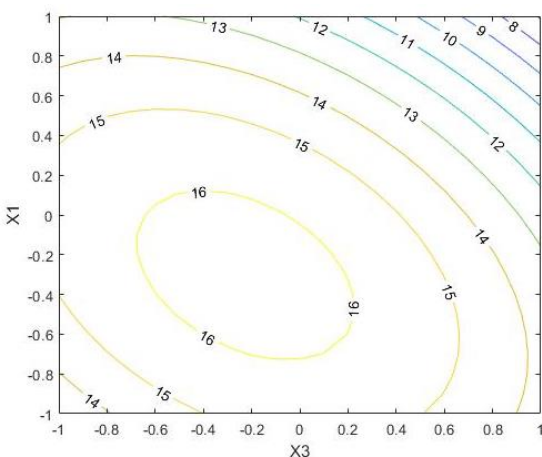
kamera ga sizib kirayotgan havo bartaraf etiladi va tozalash samaradorligi bo'yicha eng eng yuqori natijaga erishiladi.



9-rasm. Vakuim-klapan konveyer lentasining harakat tezligi (ayl/min) va to'rl yuzaning qiyalik burchagi (gradus) ni tozalash samaradorligiga ta'siri



10-rasm. To'rl yuzaning qiyalik burchagi (gradus) va qanotli parraklar orasidagi masofa (sm) ni tozalash samaradorligiga ta'siri



11-rasm. Vakuim-klapan konveyer lentasining harakat tezligi (ayl/min) va qanotli parraklar orasidagi masofa (sm) ni tozalash samaradorligiga ta'siri

Dissertatsiyaning “**Yangi separator qurilmasining iqtisodiy samaradorligini hisoblash**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida yangi separatorni ishlab chiqarish jarayoniga o‘rnatish va sinov ishlari natijalari keltirilgan.

Ishlab chiqarish sinovlari korxonaga paxta xomashyosiga dastlabki ishlash davridan, ya’ni 15.09.2024 y. dan 11.10.2024 y. gacha o‘tkazildi.

Qurilmani ishlab chiqarish sharoitida sinash ishlab chiqilgan metodika asosida amalga oshirildi. Tajribalar Andijon 34 seleksiya navida birinchi va ikkinchi sanoat nav paxta xomashyosida, 9-16 % namlikda olib borildi.

2-jadval

Ishlab chiqarish sharoitida o‘rnatilgan sinov natijalari

№	Ko‘rsatkich nomi	O‘lchov birligi	Miqdori	
			Mavjud holat	Yangi joriy qilingan qurilma ishlaganda
1	Qurilmalar soni	dona	1	1
2	Qurilmaning ish unumdorligi	kg/ soat	15000	15500
3	Separatorlarda tola yo‘qolishining miqdori 1-2 navlarda	kg/ soat	0,7	0,3
4	Separatorlarda tola yo‘qolishining miqdori 3-4-5 navlarda	kg/ soat	3.78	1,5
5	Separatsiya jarayonidan so‘ng paxtadagi nuqson aralashmalar miqdori	%	9	8
6	Chigit shikastlanishi, % (Paxtani sanoat navi 1 /1, 2/1, 5/2)	%	1.35	1.30
7	Qurilmaning energiya sarfi	kVt	7,5	7,5

Shuningdek, olib borilgan tajribalarimiz natijasida paxta xomashyosini ishlab chiqarish jarayoniga yetkazib berish jarayonida paxta xomashyosining tarkibidagi mayda iflosliklarni tozalash bilan birgalikda separator ishchi kamerasiga vakkumklapan orqali havo so‘rilishi, ishchi kamerada bosimning kamayishi natijasida paxtani tashuvchi pnevmotransport quvurining tashish masofasini kamayishini oldini olishga erishildi. Natijada ishlab chiqarish jarayonida paxta xomashyosini yetkazib berishda pnevmotransport quvurining tashish masofasi 100-120 metrdan 150-metrgacha oshishiga erishildi. Paxtani ishlab chiqarish jarayoniga yetkazib berishda taklif qilingan separator ish samaradorligini yaxshilashga erishildi.

Izoh: I sanoat navi, 1-sinf uchun paxta namligi 9.6 %, iflosligi 2,8 %, seleksiya navi Andijon-34; V sanoat navi, 3-sinf uchun paxta namligi 22 %, iflosligi 22 %, seleksiya navi Andijon-34.

Tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilishdan olingan iqtisodiy samaradorlikka hisoblash

Ishlab chiqarish sinovlari “Namangan paxta teks” MCHJ ga qarashli “Kosonsoy paxta tozalash” korxonasi 2023-2024 yil paxta mavsumida tayyorlangan paxta xomashyosi bilan o‘tkazildi.

3-jadval

Yangi taklif qilinayotgan pnevmoseparator qurilmasining texnologik ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkich nomi	O‘lchov birligi	Miqdori
1	Vakuum klapan barabani diametri	mm	220
2	Qurilma massasi	kg	300
3	To‘rli yuzaning balandligi	mm	120
4	Havo oqimining tezligi	m/sek	15÷30
5	Vakuum-klapanini aylanishlar soni	ay/daq	75
6	O‘rnatilgan quvvati	kVt	7,5
7	Ish unumdorligi	kg/soat	15500
8	Qanotli parraklarning ish unumdorligi	tonna	80,000

Yillik iqtisodiy samaradorlikni aniqlash uchun paxta separatori mashinasining bazaviy va yangi konstruksiyasi bo‘yicha harajatlarini taqqoslashga asoslanadi.

Ilmiy-texnikaviy va loyiha konstruktorlik ishlari natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilishdan olinadigan iqtisodiy samaradorlikni hisoblash bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmaning P.2.2. ga muvofiq, agarda yangi texnologik jarayonlarni ishlab chiqarish va mehnatni mexanizatsiyalash qo‘llanilishi va avtomatlashtirishni qo‘llanishi mahsulot sifatini (sinfini) oshishiga olib kelsa, yillik iqtisodiy samaraning hisobi quyidagi formula bo‘yicha bajariladi:

$$E = [(S_1 + Y_n \cdot K_1) - (S_2 + E_n \cdot K_2)] \cdot A + (St_2 - St_1)$$

bu yerda: E – yillik iqtisodiy samara, ming so‘m;

S_1 va S_2 – mahsulotni bazaviy va yangi texnika yordamida ishlab chiqarilganda o‘zgaruvchan moddalar bo‘yicha joriy harajatlar, ming so‘m; Y_n – kapital qurilmalar samarasining normativ koeffitsienti, 0,15; K_1 va K_2 – bazaviy va taklif qilinayotgan variantlar bo‘yicha solishtirma kapital qurilmalar, ming so‘m; A – mahsulotni natural birlikda yillik ishlab chiqarish hajmi; St_1 va St_2 – bazaviy va joriy qilinayotgan texnika yordamida ishlab chiqarilgan mahsulot narxi, ming so‘m.

Hisobni faqatgina harajatlarning o‘zgaruvchi moddalari bo‘yicha olib boramiz. Taklif qilinayotgan variantda separator qurimasini tayyorlashga xarajatlar 14,550 mln so‘mni tashkil qiladi.

Bazaviy va joriy qilinayotgan variantlarda tolaning sotiladigan narxi undagi nuqsonlar va iflos aralashmalar miqdoriga bog'liq. O'zDSt 604:2001 ga muvofiq tola undagi nuqsonlar va iflos aralashmalar miqdoriga bog'liq xolda beshta sinfga bo'linadi. Sinflar orasidagi farq 0,5% dan 3,5% gacha tashkil qiladi.

$$E_2=(E_v*W_k*C_9)=(2208*1,83*900)=3636,5 \text{ ming so'm}$$

Ilmiy-tadqiqot ishini ishlab chiqarishga joriy qilishdan iqtisodiy samaradorlik paxtaning sifat ko'rsatkichlarini yaxshilashdan olingan samara (E_1), tolaning yo'qolishini kamaytirishdan olingan samaradorlik (E_2) yig'indilardan iborat.

$$E=E_1+E_2=156827150+3636500 = 160463650 \text{ so'm}$$

Ya'ni, separator konstruksiyasini takomillashtirishdan yillik iqtisodiy samara 160463,6 ming so'mni, yoki chiqarilayotgan 1 tonna tolaga 52784 so'mni tashkil qiladi (2023 yil uchun hisoblangan).

XULOSALAR

Respublika va xorijiy mamlakatlarda pnevmotransport tizimi va uning asosiy elementi bo'lgan separator qurilmasi vakuum klapanini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan tadqiqot ishlari tahlil qilindi va tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Respublika va xorijiy mamlakatlar ilmiy tadqiqotchilari tomonidan paxtani havo oqimidan ajratish jarayonini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan ko'plab izlanishlarga qaramay, paxta separatorida paxtani vakuum-klapanga yo'nalishi, separatorlarda havo bosimining yo'qolishiga sabab bo'ladigan yuqori aerodinamik qarshilik va energiya sarfi sabablari to'liq ochib berilmagani va uni bartaraf etish masalasi o'z yechimini topmagani, tadqiqot olib borish zarurligini ko'rsatdi.

2. Nazariy va amaliy tadqiqotlar asosida vakuum klapani bo'sh uyachalari orqali ishchi kameraga havoni sizib kirishi va mayda iflosliklardan qo'shimcha tozalash imkoniyati asoslab berildi.

3. Vakuum klapan qurilmasida Paxta oqimining qiya tekislikda qanotli parraklar yordamida ajratib olishni nazariy yo'l bilan o'rganildi hamda eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi va natijalar olinib tahlil qilindi.

4. Separator vakuum klapanida paxta xom ashyosini vintsimon harakatini nazariy yo'l bilan o'rganish natijasida olingan differensial tenglamalar tahlili qilindi.

5. Separator uskunasi ishlab chiqarish na'munasi "Namangan paxta teks" MCHJ ga qarashli "Kosonsoy paxta tozalash" korxonasi tayyorlandi va ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o'tkazilganda, olingan natijalar paxtadagi mayda iflosliklarni tozalash samaradorligi 7% dan 16% ga oshirildi va tolaning sifati yaxshilangani aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
PhD.03/30.09.2023.Т.66.01 ПРИ НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАМБАРОВ ЭЛМУРОД АХМАДАЛИ УГЛИ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОСНОВАНИЕ
ПАРАМЕТРОВ ХЛОПКОВОГО СЕПАРАТОРА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Наманган – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2025.1.PhD/T5347.

Диссертация выполнена в Наманганском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на веб-сайте Наманганского государственного технического университета (www.nammti.uz) и на информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Обидов Авазбек Азаматович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Юлдашев Козим Комилжонович
доктор технических наук, доцент

Алиев Ботир Тохиржонович
доктор философии по техническим наукам,
доцент

Ведущая организация:

Ферганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится на заседании Научного совета PhD.03/30.09.2023.T.66.01 при Наманганском государственном техническом университете "27" сентября 2025 г. в 10:00 часов. (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансай, 7. Тел.: (69) 228-76-68, факс: (69) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz, Наманганский государственный технический университет, 6-й корпус, 1-й этаж, комната 303).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета (зарегистрирована под No 60). (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансай, 7.)

Автореферат диссертации разослан 10 сентября 2025 года.
(реестр протокола рассылки №38/3 от 5 июля 2025 года).

А.М.Махкамов

Председатель Ученого совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

Ш.А.Махсудов

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, доктор философии технических наук, доцент

У.Ж.Ешбаева

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация к диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В связи с высоким спросом на хлопковое волокно на мировом рынке особое значение придается вопросам совершенствования техники и технологии его производства, получения качественного хлопкового волокна. В настоящее время "по всему миру производится около ...23-24 млн тонны хлопкового волокна, но его годовой спрос на потребление составляет 23,5-25,0 млн тонн". Интенсивно растущее население мира также приводит к увеличению потребности в хлопковом сырье. В связи с этим в мировом масштабе хлопок признан мировым товаром и особое внимание уделяется повышению эффективности производства продукции путем выявления фактора, отрицательно влияющего на количество и качество продукции в ее выращивании, технологических процессах: сбора, транспортировки, хранения и очистки, обработки, снижения себестоимости за счет снижения издержек производства.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений ресурсосберегающих технологий и технических средств для извлечения из пневмотранспортёра воздуха без повреждений волокон и семян. Приоритетными в этом направлении являются исследования, в том числе в технологии транспортировки хлопка по пневмопроводам – предотвращение утечки свободных волокон по трубам и уменьшение повреждения семян, а также разработка энергоресурсосберегающих машин. В то же время разработка технических решений для устранения неполадок, всех технологических процессов, разделения хлопка является одной из актуальных задач в области повышения эффективности и долговечности работы вакуумно-клапанного вала.

В республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по снижению трудозатрат и энергозатрат на извлечение хлопкового сырья, повышению эффективности производства, созданию и внедрению новых ресурсосберегающих технологий.» О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы “обозначены такие задачи, как” увеличение объема производства промышленной продукции в 1,4 раза путем продолжения промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте". Осуществлению задач, определенных иными нормативными правовыми актами, касающимися данной деятельности, в определенной степени служит данное диссертационное исследование.

Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60” о новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы“, постановления ПП-3408 от 28 ноября 2017 года” О мерах по коренному совершенствованию системы управления хлопководческой отраслью”, Осуществлению задач, определенных постановлением Кабинета Министров от 31 марта 2018 года № 253 “О дополнительных мерах по организации деятельности хлопково-текстильных производств и кластеров” и другими нормативно-правовыми актами,

касающимися данной деятельности, в определенной степени будет способствовать данное диссертационное исследование.

Степень изученности проблемы.

В мировом уровне учёные профессора: Дак Хемм, В. Дональд, Ван Дорн, Дэн С. Уайз, Ганс Этикер, Ричард Д. Джонсон и другие провели исследования по повышению производительности сепаратора при транспортировке хлопка, разработке новых и улучшение существующих конструкций улучшение технологических показателей.

В нашей республике научные исследования по созданию фундаментально-теоретических, практических и методологических основ технологии первичной обработки хлопка, в частности, воздушной транспортировки хлопка проводили Б.А.Левкович, Г.И.Мирошниченко, Х.А.Рахматуллин, А.Дзядзио, П.Байдюк, Р.Г.Махкамов, Б.М.Мардонов, А.И.Пирумов, Н.Артыков, Р.М.Мурадов, С.Кадырходжаев, Р.Амиров, М.Хожиев, М.Хасанов, А.Бурханов, О.Саримсаков, Х.Мамарасулов, О.Эшмурадов, Й.Янгибоев, З.О. Шодиев, Т.О.Шамсутдинов, Х.Усманов, О. Маматкулов, С.М. Хусанов, М. Салохитдинова и другие ученые провели исследования.

Несмотря на многочисленные исследования, проведенные по совершенствованию процесса отделения хлопка от воздушного потока, некоторые аспекты этого процесса до конца не раскрыты, в частности, направление хлопка в вакуум-клапан в хлопковом сепараторе, причины высокого аэродинамического сопротивления и энергозатрат, вызывающие потери давления воздуха в сепараторах, до конца не раскрыты и не решены вопросы его устранения. В связи с вышеизложенным на сегодняшний день актуальным является более глубокое изучение процесса отделения хлопка от воздушного потока, разработка ресурсосберегающей конструкции хлопкового сепаратора с низким аэродинамическим сопротивлением, не оказывающей негативного влияния на качественные показатели продукции.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Наманганского инженерно-технологического института и Наманганского областного центра региональной инновационной деятельности и трансфера технологий по прикладному проекту № BV-Atex-2018-114 "Совершенствование конструкции хлопкового сепаратора с целью улучшения качества волокна" (2018-2020).

Цель исследования разработка конструкции вакуум-клапана, позволяющего обеспечить герметичность воздуха в сепараторной установке пневмотранспортной системы и очистить хлопок от мелких примесей.

Задачи исследования:

анализ ранее проведенных исследований по отделению хлопка от воздушного потока и совершенствованию конструкции сепаратора;

изучение возможности дополнительной очистки хлопка от мелких примесей в процессе сепарации;

изучение зависимости процессов, происходящих в сепараторной установке, от расхода электроэнергии, потребляемой в пневмотранспортной системе;

разработка новой конструкции вакуум-клапана для сепараторного устройства и определение его качественных показателей хлопка;

теоретическое изучение процессов, происходящих в вакуум-клапане новой конструкции;

изучение влияния вакуумного клапана новой конструкции на расход воздуха в пневмотранспортной системе;

определение оптимальных значений вакуум-клапана новой конструкции и внедрение его в производственную систему.

В качестве объекта исследования получены сепараторное устройство, используемое в процессе транспортировки хлопка в воздуховодах на хлопкоочистительных предприятиях, и процесс отделения хлопка от транспортируемого воздуха.

Предметом исследования являются конструкция и технологические параметры хлопкового сепаратора, режимы процесса отделения хлопка от воздуха.

Методы исследования. Работа состоит из теоретических и практических исследований. В теоретических исследованиях использованы методы высшей математики, теоретической и прикладной механики, экспериментальных исследований, математической статистики, планирования и оптимизации экспериментов с использованием современных измерительных приборов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана новая конструкция конвейерного ленточного вакуум-клапана, расположенного под наклонным углом, который выводит хлопок, отделенный от воздуха в рабочей камере сепаратора, в последующий технологический процесс после рабочей камеры;

разработана конструкция сетчатой поверхности в конвейерном ленточном вакуум-клапане для очистки хлопка от мелких загрязнений без негативного влияния на его природные свойства;

разработаны эластичные гибкие лопасти вакуум-клапана, предотвращающие попадание воздуха в рабочую камеру сепаратора с целью увеличения расстояния транспортировки хлопка при пневмотранспортировке;

разработана математическая модель определения механических повреждений волокна и семян на основе угла наклона усовершенствованного конвейерного ленточного вакуум-клапана сепараторного устройства, числа оборотов конвейерной ленты, расстояния между лопастями конвейера и взаимодействия с сетчатой поверхностью.

Практические результаты исследования:

разработана конструкция эластичной конвейерной ленты и сетчатой поверхности под наклонным углом, обеспечивающей эффективность сепаратора при транспортировке и разделении хлопка воздухом, обоснованы параметры и режимы работы;

обоснованы конструкция, параметры и режимы работы рабочих органов, обеспечивающих высокую производительность отделения хлопка от воздуха и сохранение качества хлопка в рабочей камере сепаратора;

установка съемных крылатых лопастей на вакуум-клапане с конвейерной лентой, установленной под наклонным углом, предотвратила просачивание воздуха в рабочую камеру сепаратора через свободные ячейки;

за счет размещения сетчатой поверхности по направлению падения хлопка под параллельным углом к конвейерному ленточному вакуум-клапану достигнута возможность очистки от мелких примесей, путем теоретических и практических исследований определены рациональные рабочие параметры и внедрены в производство с высокой экономической эффективностью.

Достоверность результатов исследования обосновывается соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований, производственными испытаниями сепараторного вакуум-клапана с рекомендуемыми рабочими органами и результатами сравнения с показателями существующего сепараторного вакуум-клапана.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке конструкции сепаратора, обеспечивающей сохранение исходных качественных показателей хлопка за счет защиты его от механического воздействия в процессе отделения хлопка от воздуха, а также в разработке методов устранения забоев, образующихся в процессе отделения хлопка от воздуха, достигнуто повышение эффективности процесса сепарации за счет размещения конвейерного ленточного вакуум-клапана для удаления хлопка из рабочей камеры сепаратора.

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработана усовершенствованная сепараторная установка исходя из необходимости производства, создана возможность уменьшения просачивания воздуха в рабочую камеру сепаратора через пустые ячейки вакуумного клапана и очистки хлопка от мелких сорных примесей, рекомендована для внедрения в производство сепаратор новой конструкции с высокой экономической эффективностью.

Введение результатов исследования. На основе разработанных результатов по усовершенствованию конструкции вакуум-клапана сепараторного устройства в процессе транспортировки хлопка воздухом:

Конструкция вакуумного клапана сепаратора, позволяющая наряду с удалением хлопка-сырца, отделяющегося от потока воздуха в рабочей камере хлопкового сепаратора, во внешнюю среду через вакуум-клапан с очисткой от мелких примесей, устранить просачивание воздуха в рабочую камеру, внедрена в производство на заводе АО "Касансайский хлопкоочистительный" Наманганской области при АО "Узпахтасаноат." (Справка Ассоциации "Узтекстильпром" № 03/25-1783 от 25 июля 2024 года). В результате в процессе отделения хлопка от воздуха дефекты и засоренность хлопка снизились на 0,3%, в результате экспериментов с установкой нового сепаратора в производстве достигнута эффективность очистки от мелких примесей до 15-16%;

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 6 различных научных конференциях, в том числе на 4 международных, 2 республиканских и 1 научном семинаре.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 6 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 4 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 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 производство результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **"Научные исследования, проведенные по совершенствованию пневмотранспортной системы и процесса отделения хлопка от воздуха"** проанализированы конструкции одного из устройств воздушного транспортирования хлопка в процессе первичной обработки хлопка, пневмотранспортной системы и сепараторного устройства, являющегося ее основным элементом, а также вакуум-клапана и ранее проведенные научные работы по их совершенствованию.

В научных исследованиях рассмотрен ряд вопросов по изучению влияния воздушного потока на хлопок-сырец в процессе транспортировки хлопка-сырца в пневмотранспортной системе, изменения скорости и давления воздуха в пневмотранспорте, потери волокна в процессе между сетчатой поверхностью и скребком, степени повреждения хлопка-сырца, транспортируемого в воздушном потоке, и зависимости производительности устройства от влажности хлопка-сырца. На эффективную работу сепаратора наряду с сетчатой поверхностью влияет вакуум-клапан, который является одним из его основных элементов. Результаты проведенных научно-исследовательских работ показывают, что недостатки вакуумного клапана полностью не устранены. Соответственно, необходимо провести углубленные исследования по совершенствованию сепаратора и его основных рабочих органов, а также его вакуум-клапанной части.

Во второй главе диссертации **"Теоретические основы процесса эффективного отделения хлопка-сырца от воздушного потока в новом сепараторном устройстве"** приведены теоретические исследования отделения

хлопка-сырца от воздушного потока с помощью крылатых лопастей в наклонной плоскости (рис. 1).

На хлопкоочистительных предприятиях для устранения утечки воздуха через вакуум-клапан в рабочую камеру сепаратора, а также для очистки хлопка от мелких примесей пассивного типа под наклонным углом вакуум-клапана располагают убирающиеся лопасти, установленные на конвейерной ленте, которая перемещается в соответствии с потоком хлопка и при этом очищает его от мелких примесей за счет просачивания хлопка на сетчатую поверхность. Это устройство полностью исключает утечку воздуха в рабочую камеру, а также удаляет хлопок-сырец, выделяющийся из потока воздуха в рабочей камере, во внешнюю среду через вакуум-клапан с очисткой от мелких сорных примесей.

Предположим, что поток хлопка движется по плоскости, составляющей угол α с горизонтом, под действием воздушного потока с силой удара и скоростью крылатых лопастей v_c в 3 секциях. Будем считать, что хлопковый поток одномерный и стационарный. Установим начало координат в точке O и направим ось Ox вдоль плоскости. Обозначим скорость, плотность и давление хлопка-сырца в каждой секции соответственно v_i , ρ_i и p_i ($i = 1,2,3$). Предположим, что в начальной зоне плоскости через питатель в единицу времени количество сырья Q_0 поступает в секции между крылатыми лопастями и его скорость равна скорости крылатых лопастей. Принимаем удар крылатых лопастей за точечный и объясняем действие точечного удара в уравнении скорости движения потока дельта-функцией.

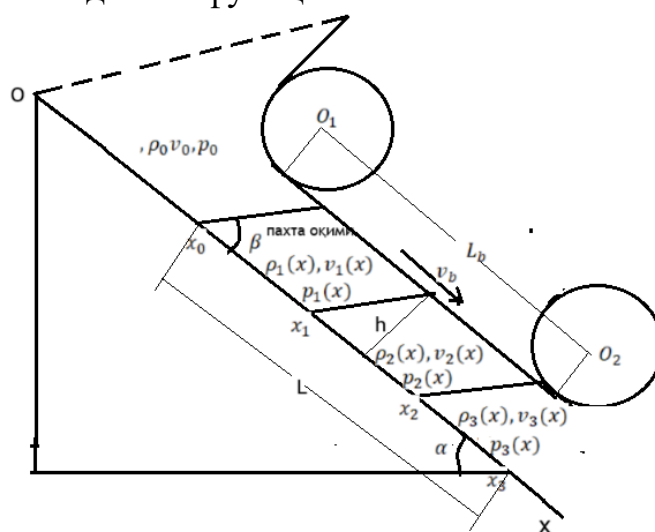


Рис. 1. Схема движения хлопкового потока на наклонной плоскости под действием удара крылатых лопастей

Тогда для элемента dx каждой секции потока, движущегося вдоль Ox , можно записать следующие уравнения Эйлера с учетом точечного удара лопасти.

$$v = v_0 = Q_0 / \rho_0 S_0 \quad 0 < x < x_0 \quad (1)$$

$$v_1 \rho_1 \frac{dv_1}{dx} = -\frac{dp_1}{dx} + \rho_1 g(\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_1) \quad x_0 < x < x_1 \quad (2)$$

$$v_2 \rho_2 \frac{dv_2}{dx} = -\frac{dp_2}{dx} + \rho_2 g(\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_2) \quad x_1 < x < x_2 \quad (3)$$

$$v_3 \rho_3 \frac{dv_3}{dx} = -\frac{dp_3}{dx} + \rho_3 g(\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_3) \quad x_2 < x < x_3 \quad (4)$$

Здесь $v_i, \rho_i, p_i (i = 1, 2, 3)$ плотность, скорость и давление потока сырья в секциях между крылатыми лопастями, $\lambda_0 = c/S_0$, c – коэффициент силы сопротивления

В каждом из уравнений (1) и (4) участвуют три неизвестных v_i, ρ_i, p_i . Для заполнения уравнения принимаются следующие дополнительные условия.

1. Должна существовать зависимость между давлением и плотностью, т.е. уравнение состояния. В этом уравнении справедлива линейная зависимость между плотностью и давлением в сплошной среде[1].

$$\rho = \rho_0[1 + A(p - p_0)] \quad (5)$$

Здесь ρ_0, p_0 – плотность и давление хлопка-сырца в состоянии перед входом в зону очистки, A – коэффициент, определяемый экспериментально, который является обратной величиной по отношению к модулю объемного сжатия сырья K . Равенство (3) принимается справедливым для всех зон потока.

2. В стационарном потоке масса сырья постоянна в единицу времени, и это условие выражает закон сохранения массы.

$$Q_0 = \rho_0 v_0 h_0 L = \rho v h L \quad (6)$$

Здесь, h_0 – толщина сырья, ρ, v, h – плотность, скорость и толщина сырья в произвольной дуге зоны очистки соответственно. L – длина вала.

В процессе расчета принимаем толщину сырья h постоянной и равной $h = h_0$.

Используя формулы (3) и (4), выразим плотность и давление через скорость v .

$$\rho = \frac{v_0 \rho_0}{v}, \quad p = p_0 - \frac{1}{A} \left(\frac{v}{v_0} - 1 \right) \quad (7)$$

Подставляя выражения для ρ и p в равенства (1) и (2), получим следующее уравнение для скорости:

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_1}{dx} = \lambda(v_c - v_1) + \frac{g}{v} (\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad x_0 < x < x_1 \quad (8)$$

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_2}{dx} = \lambda(v_c - v_2) + \frac{g}{v_2} (\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad x_1 < x < x_2 \quad (9)$$

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_3}{dx} = \lambda(v_c - v_3) + \frac{g}{v_3} (\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad x_2 < x < x_3 \quad (10)$$

Здесь $M = \frac{v_0}{c_0}, c_0 = \sqrt{\frac{1}{A \rho_0}}$ – скорость распространения волн в сырье, $\lambda = \lambda_0 / \rho_0$

v_0 Уравнения (8) – (10) интегрируются при данных условиях

$$v_1(x_0) = v_{\text{зар}}, \quad v_2(x_1) = v_{\text{зар}}, \quad v_3(x_2) = v_{\text{зар}} \quad (11)$$

Здесь $v_{\text{зар}}$ скорость лопастей в начальных сечениях секций под действием удара.

Уравнения (8) – (10) в общем случае нелинейны и их решение можно определить в аналитическом виде. Такое решение в интервале $x_0 < x < x_1$ имеет вид

$$2\lambda(x - x_0)(1 - M^{-2}) = \ln \frac{\lambda v_{\text{зар}}(v_{\text{зар}} - v_c) - b}{\lambda v(v - v_c) - b} + \frac{v_c}{\sqrt{4b\lambda + \lambda^2 v_c^2}} \left[\arctan \frac{\lambda(v_c - 2v_{\text{зар}})}{\sqrt{4b\lambda + \lambda^2 v_c^2}} - \arctan \frac{\lambda(v_c - 2v)}{\sqrt{4b\lambda + \lambda^2 v_c^2}} \right] \quad (12)$$

Здесь $b = g(\sin\alpha - f_0 \cos\alpha)$

Аналогичные решения можно получить и в остальных интервалах. Поскольку решение (12) представляется сложным, его анализ представляет определенные трудности. Поэтому рассмотрим частный случай формулы ($\lambda = 0$) без учета сопротивления воздуха. Тогда определяем скорость потока в каждой секции с помощью следующих выражений

$$v_1 = \sqrt{v_{\text{зап}}^2 + 2ga(x - x_0)} \quad \text{если} \quad x_0 < x < x_1$$

$$v_2 = \sqrt{v_{\text{зап}}^2 + 2ga(x - x_1)} \quad \text{если} \quad x_2 < x < x_1$$

$$v_3 = \sqrt{v_{\text{зап}}^2 + 2ga(x - x_2)} \quad \text{если} \quad x_2 < x < x_3$$

Результаты расчета приведены в следующих значениях

$$v_0 = 10 \text{ м/с}, v_{\text{зап}} = 12 \text{ м/с}, \rho_0 = \frac{50 \text{ кг}}{\text{м}^3},$$

На рисунках 1, 2 приведены графики распределения скорости потока $v(\text{м/с})$ и плотности $\rho(\text{кг/м}^3)$ по наклонной плоскости при различных значениях объемного модуля хлопка-сырца $K(\text{Па})$ и угла наклона $\alpha(\text{град})$

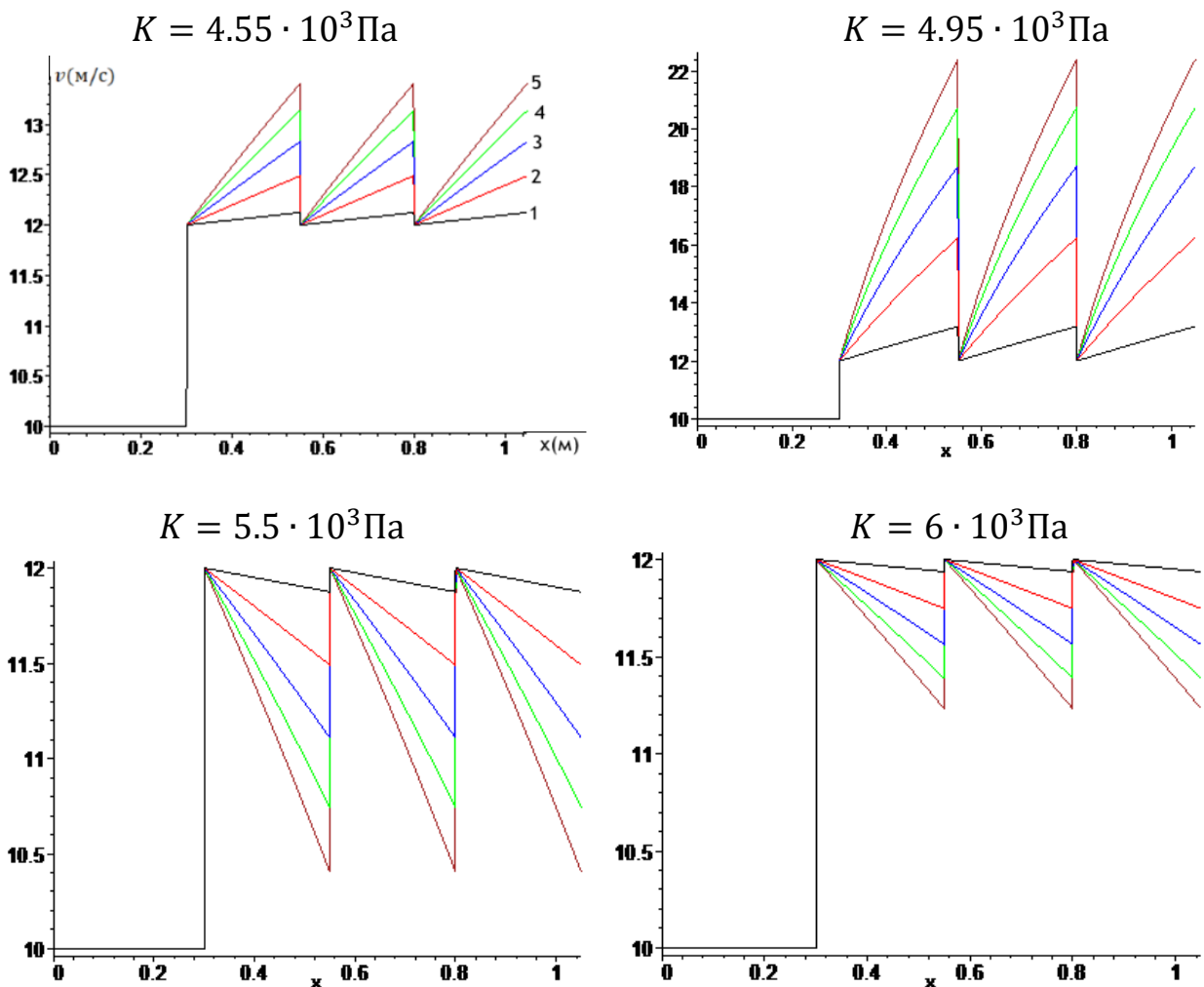


Рис. 2. Графики распределения скорости потока хлопка $v(\text{м/с})$ по наклонной плоскости при различных значениях объемного модуля хлопка $K(\text{Па})$ и угла наклона α (град): 1- $\alpha = 20$, 2- $\alpha = 30$, 3- $\alpha = 40$, 4- $\alpha = 50$, 5- $\alpha = 60$

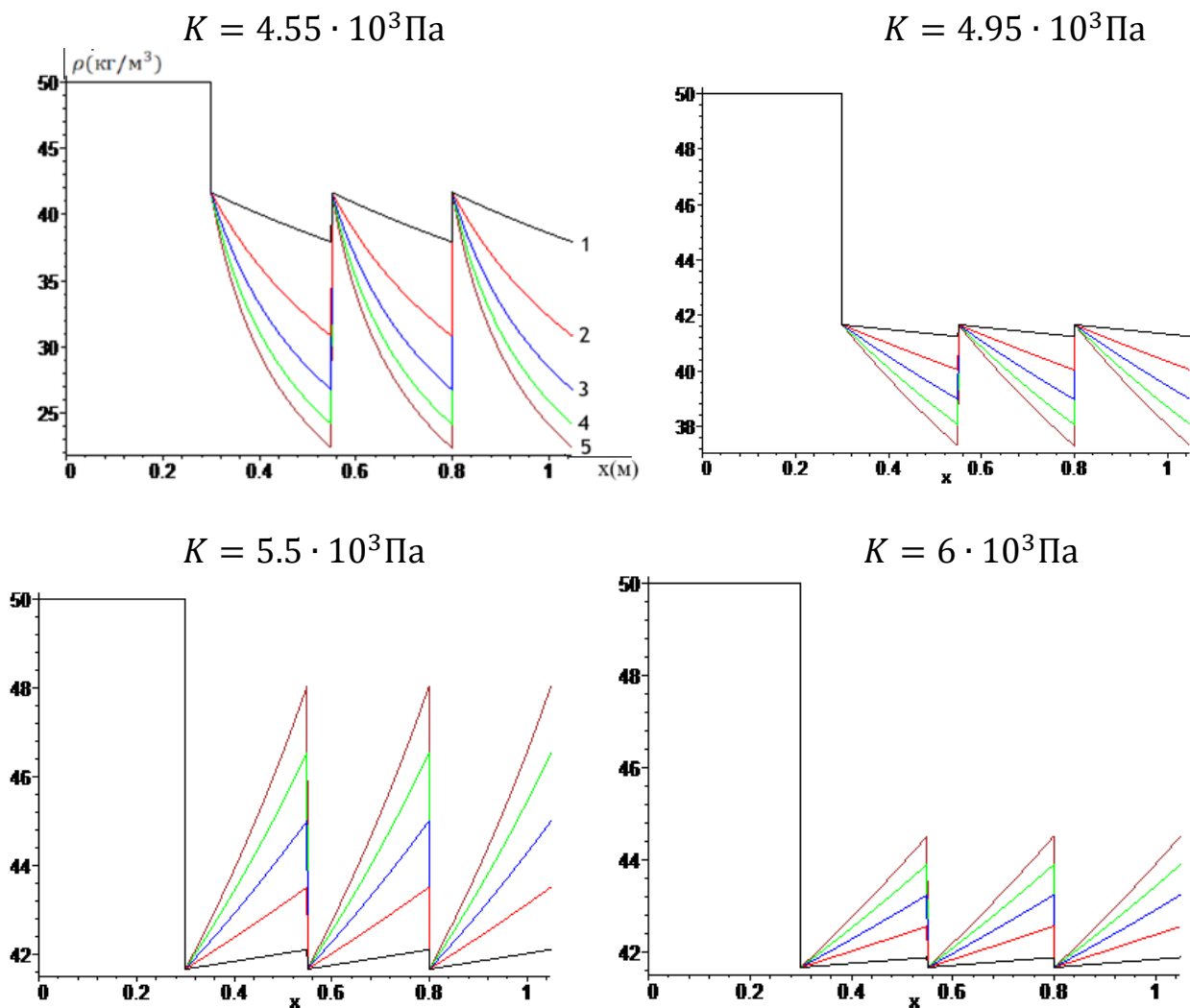


Рис. 3. Графики распределения плотности хлопкового потока ρ (кг/м³) по наклонной плоскости в различных срезах хлопкового объемного модуля K (Па) и угла наклона α (град): 1- $\alpha = 20$, 2- $\alpha = 30$, 3- $\alpha = 40$, 4- $\alpha = 50$, 5- $\alpha = 60$

Из анализа графиков можно наблюдать, что с увеличением модуля объемного сжатия хлопка K при его критическом значении $K_{кр}$ (в значениях $K_{кр} = 5 \cdot 10^3 \text{ Па}$ $M = \frac{v_0}{c_0} \approx 1$) его скорость уменьшается, а плотность увеличивается, если эта физическая величина превышает критическое значение, скорость может уменьшаться, а плотность увеличиваться. В этом случае поток имеет дополнительную плотность в секциях.

В этом случае, при движении потока хлопка через открытую часть поверхности, под действием силы трения, возникающей между поверхностью сетки и хлопком, могут выделяться примеси в составе сырья (рис. 1).

Для усиления процесса разделения примесей на поверхность воздействует дополнительное всасывающее давление $p_0 - p$. Под действием этого давления контактная сила между сырьем увеличивается, создавая дополнительную силу трения на поверхности плоскости, что, в свою очередь, может снизить скорость сырья. Это может привести к увеличению выделения количества загрязнений.

Обозначив давление, действующее на сетчатую поверхность $\Delta p = \frac{p_0 - p}{L}$, запишем приведенные выше уравнения (1) - (4) следующим образом:

$$v_1 \rho_1 \frac{dv_1}{dx} = -\frac{dp_1}{dx} + \rho_1 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_1) - (1 - n) * f \Delta p \quad x_0 < x < x_1 \quad (13)$$

$$v_2 \rho_2 \frac{dv_2}{dx} = -\frac{dp_2}{dx} + \rho_2 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_2) - (1 - n) * f \Delta p \quad x_1 < x < x_2 \quad (14)$$

$$v_3 \rho_3 \frac{dv_3}{dx} = -\frac{dp_3}{dx} + \rho_3 g (\sin \alpha - f n \cos \alpha) + \lambda_0 (v_s - v_3) - (1 - n) * f \Delta p \quad x_2 < x < x_3 \quad (15)$$

Здесь $n = S_k / S_0$ - полезный коэффициент поверхности, полная поперечная поверхность слоя хлопka, S_k - открытая поверхность слоя, L - длина вала

Используя формулу (5), выразим давление Δp через скорость.

$$\Delta p = \frac{1}{AL} \left(\frac{v}{v_0} - 1 \right) \quad (16)$$

(16) Подставляя давление в формулу в уравнение (13) - (15), приводим к следующему виду

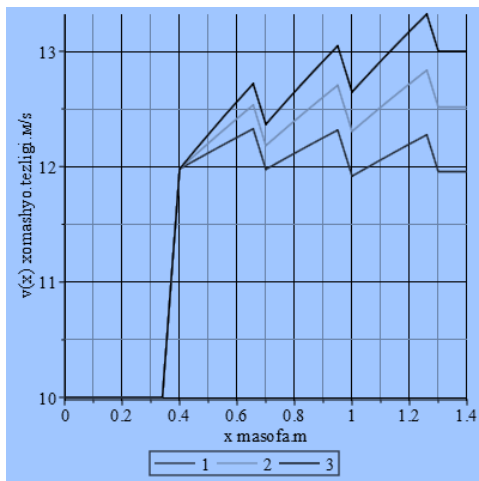
$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_i}{dx} = \lambda (v_s - v_i) + \frac{g}{v_i} (\sin \alpha - n f \cos \alpha) - a v_i + b \quad x_0 < x < x_1 \quad (17)$$

$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_2}{dx} = \lambda (v_s - v_2) + \frac{g}{v_2} (\sin \alpha - f \cos \alpha) - a v_2 + b \quad x_1 < x < x_2 \quad (18)$$

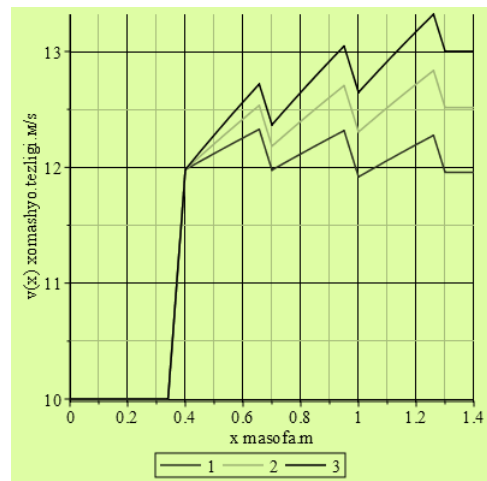
$$(1 - M^{-2}) \frac{dv_3}{dx} = \lambda (v_s - v_3) + \frac{g}{v_3} (\sin \alpha - f \cos \alpha) - a v_3 + b \quad x_2 < x < x_3 \quad (19)$$

Здесь $a = \frac{(1-n)f}{M^2 L}$, $b = a v_0$

Уравнения (17) - (19) нелинейны и при этих начальных условиях интегрируются численным методом на основе программы MAPLE-17 $v_1(x_0) = v_{zar}$, $v_2(x_1) = v_{zar}$, $v_3(x_2) = v_{zar}$. Результаты представлены на графиках рисунков 4, 5, 6.



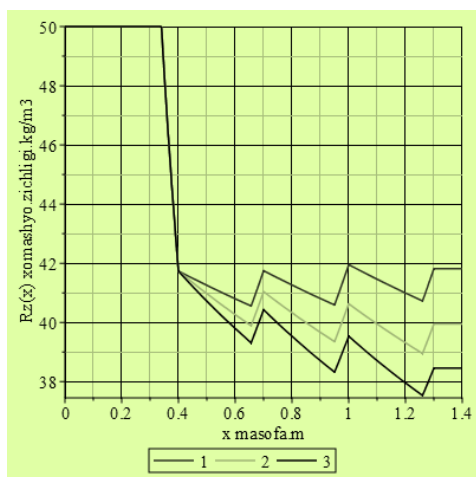
a)



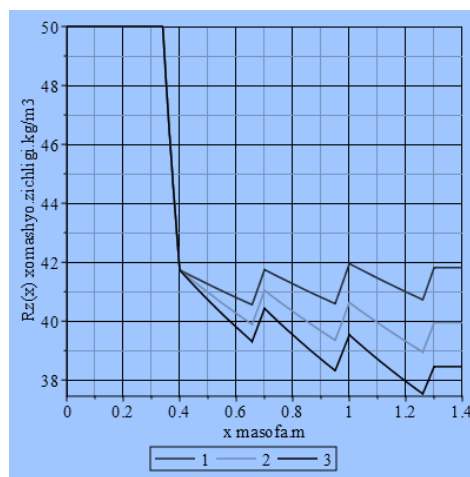
b)

Рис. 4. Скорость потока хлопka v (м/с) определяется объемным модулем хлопka K (Па) и приведены графики изменения угла наклона α (град) вдоль наклонной плоскости при различных значениях x .

1 - $\alpha = 20^\circ$, 2 - $\alpha = 30^\circ$, 3 - $\alpha = 40^\circ$; а) $K=4550$ Па; б) $K=5000$ Па;



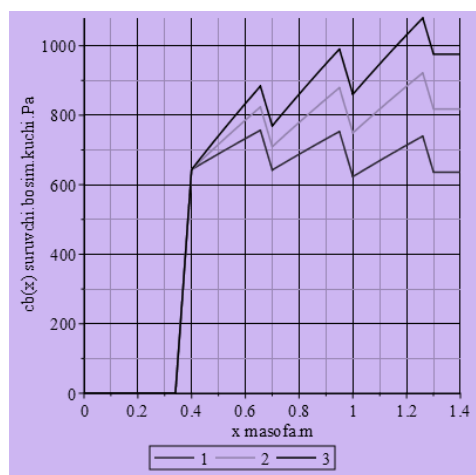
a)



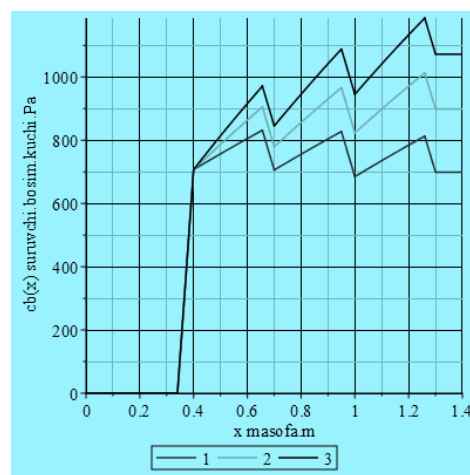
b)

Рис. 5. Приведены графики изменения плотности потока хлопка $\rho\left(\frac{kg}{m^3}\right)$ вдоль наклонной плоскости (x) при различных значениях объемного модуля хлопка K (Па) и угла наклона α (град) устройства.

1 – $\alpha = 20^\circ$, 2 – $\alpha = 30^\circ$, 3 – $\alpha = 40^\circ$; а) $K=4550$ Па; б) $K=5000$ Па;



a)



b)

Рис. 6. Приведены графики изменения давления потока хлопка Δp (Па) вдоль наклонной плоскости (x) при различных значениях объемного модуля хлопка K (Па) и угла наклона α (град) устройства.

1 – $\alpha = 20^\circ$, 2 – $\alpha = 30^\circ$, 3 – $\alpha = 40^\circ$; а) $K=4550$ Па; б) $K=5000$ Па

Из анализа графиков видно, что уменьшение угла наклона сетчатой поверхности приводит к уменьшению скорости потока хлопка (рис. 4). В результате плотность хлопка остается постоянной во всех трех активных промежуточных частях сетчатой поверхности (рис. 5), и йод не оказывает активного влияния на процесс отделения примесей от частиц хлопка. Этот процесс также можно увидеть, когда изменение давления (Рисунок 6) поддерживается равномерно по всей поверхности сетки. Наоборот, увеличение угла наклона сетчатой поверхности, увеличение скорости частиц хлопка и, соответственно, увеличение эффекта отделения примесей в хлопке-сырце можно увидеть из уменьшения плотности по сетчатой поверхности (рис. 5).

В третьей главе диссертации, озаглавленной "Теоретическое исследование хлопкового сепаратора новой конструкции на основе

математической модели" рассматривается процесс отделения хлопка от воздушного потока при пневмотранспортировке в технологическом процессе первичной обработки хлопка. В большинстве случаев для этой цели используется сепараторная установка марки "СС-15." Был проведен ряд теоретических и практических работ по усовершенствованию конструкции нового сепараторного вакуум-клапана с целью повышения эффективности технологического процесса, производительности, сохранения качественных показателей хлопка-сырца и улучшения очистки от различных посторонних примесей.

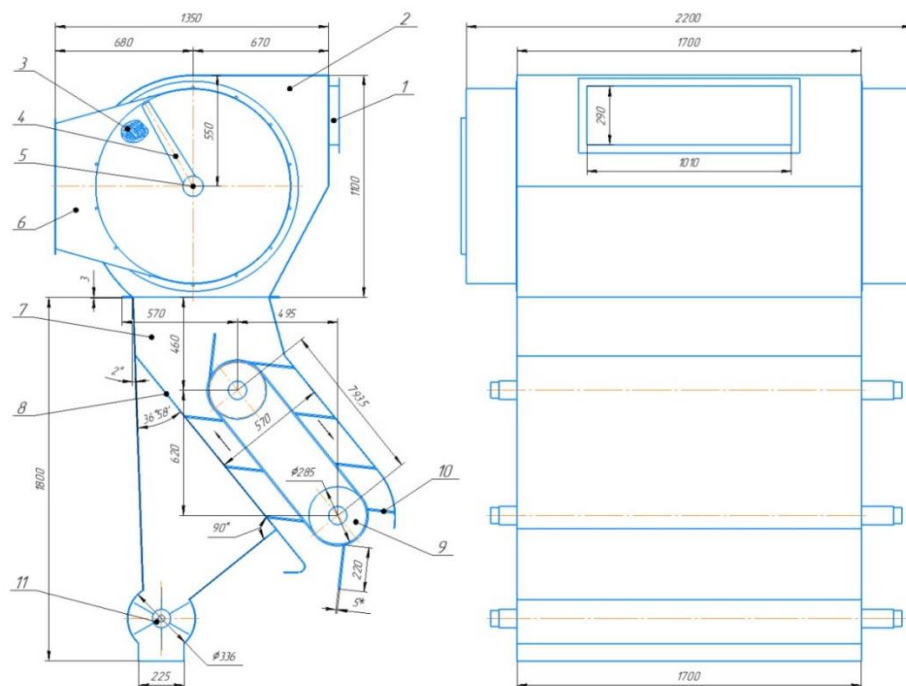


Рисунок 7. Общая технологическая схема нового сепараторного устройства

1-входной патрубков, 2-рабочая камера, 3-сетчатая поверхность, 4-скребок, 5-вал скребка, 6-всасывающая часть, 7-вакуум-клапан, 8-сетчатая поверхность, 9-барабан, 10-лопасть, 11-вакуум-клапан бункера для сбора примесей

Это не только устраняет существующие дефекты, но и очищает от загрязнений. Предлагаемый новый сепаратор работает следующим образом: в результате отсасывания воздуха из воздуховода при работе вентилятора, хлопок-сырец движется вместе с потоком воздуха, попадает в рабочую камеру (2) через входной патрубок (1) в сепаратор, прилипает к сетчатой поверхности (3), а прилипший хлопок-сырец соскабливается через скребок (4) и сбрасывается в нижнюю часть рабочей камеры. Хлопок-сырец, падающий из рабочей камеры с помощью силы инерции, попадает на сетчатую поверхность (8), установленную на вакуум-клапане, и в результате движения против часовой стрелки с помощью крылатых лопастей (10) очищается от различных примесей и поступает в дальнейший процесс. В результате вращения лопасти бункера (11) для сбора различных примесей посторонние тела удаляются наружу.

В усовершенствованной конструкции предлагаемого сепаратора за счет резкого повышения герметичности резиновых лопастей, применяемых в вакуум-клапане, снижается всасывание воздуха из вакуум-клапана и повышается

производительность сепаратора. В процессе установки резиновых лопастей новой конструкции на резиновую поверхность в результате отсутствия устройств, удерживающих частицы хлопка, полное перемещение хлопка-сырца в последующий процесс, остановка сырья между лопастями на практике не наблюдалось.

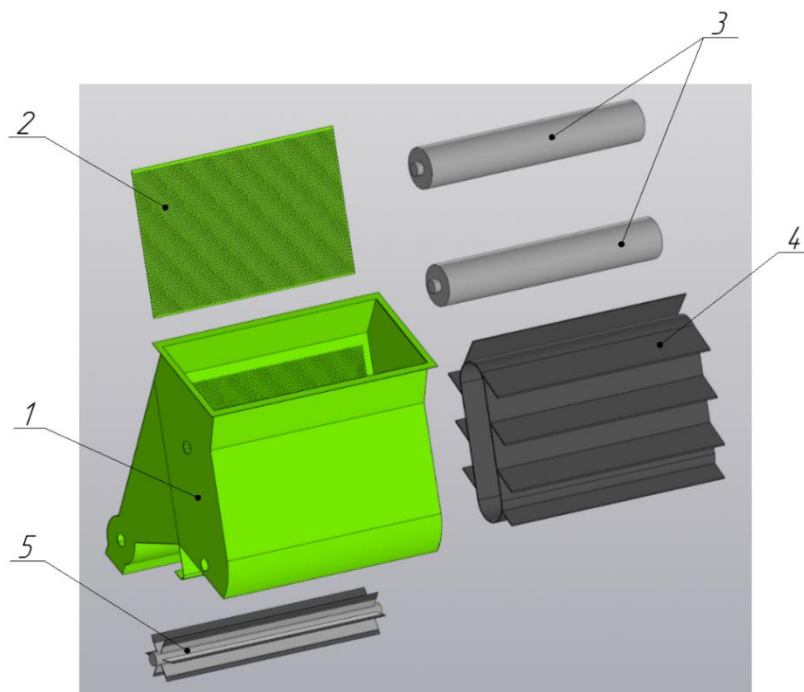


Рис. 8. 3D вид вакуумного клапана

1-корпус вакуум-клапана, 2-сетчатая поверхность, 3-барабан, 4-лопасть, 5-вакуум-клапан бункера для сбора сорных примесей

Разработка конструкции нового сепаратора осуществлялась с помощью компьютерной программы CAD-CAM и Solidworks. Учитывая вышеизложенное, было признано целесообразным провести исследования с использованием метода математического моделирования с целью проверки надежности работы вновь созданной конструкции и определения параметров основных рабочих органов.

Функция хлопковых сепараторов, используемых на хлопкоочистительных предприятиях, заключается в отделении хлопка-сырца от воздушного потока, поступающего через пневмотранспортное устройство, а также в очистке хлопка от пыли и частично мелкого сора и доставке его в нужную точку. Сепаратор СС-15А широко используется на хлопкоочистительных заводах.

Анализируя параметры, которые могут изменяться в сепараторе, необходимо путем проведения экспериментальных исследований найти такие параметры, как повышение эффективности очистки хлопка в нем, снижение расхода воздуха в пневмотранспорте.

Мы попытаемся определить эти параметры, проведя полнофакторный эксперимент в виде $N=2^3$.

Выбрано рациональное значение сепараторного вакуум-клапана по скорости движения конвейерной ленты, углу наклона сетчатой поверхности и расстоянию между крылатыми лопастями. Выбранными параметрами являются

скорость движения ленты конвейера вакуум-клапана об/мин (x_1) и угол наклона сетчатой поверхности, град (x_2), расстояние между крылатыми лопастями, см (x_3), для достижения поставленной цели необходимо определить рациональные значения этих параметров.

В качестве входных параметров определим их нижнее (-1) и верхнее (+1) значения.

Наименьшее значение скорости движения ленты вакуум-клапанного конвейера (x_1) (-1) составляет 50 об/мин, что приводит к засорению при меньшем значении и наибольшее значение скорости движения ленты вакуум-клапанного конвейера (x_1) (+1) составляет 100 об/мин, что снижает очистительную способность сепаратора. [45]

Угол наклона сетчатой поверхности (x_2), наименьший градус (-1) принят равным 60° , что является минимальным углом наклона. Если угол наклона сетчатой поверхности меньше 70° , скольжение (хлопкового) может быть равно 0. Если 90° , скольжение ускоряется, и возможность очистки уменьшается.

Расстояние между крылатыми лопастями (x_3) равно минимальному расстоянию (-1) 20 см, при меньшем значении в вакуум-клапане происходит закупорка хлопка. Если верхнее (+1) значение расстояния (x_3) между крылатыми лопастями составляет 40 см, это уменьшает возможность очистки.

Определение оптимальных параметров, обеспечивающих эффективную работу предлагаемого устройства

Выходные параметры:

Y_1 - эффективность очистки %

Y_2 – повреждение семян

Входящие параметры:

x_1 - скорость движения ленты конвейера вакуум-клапана (об/сек)

x_2 - Угол наклона сетчатой поверхности (градусы)

x_3 - Расстояние между крылатыми лопастями (см)

Выбор уровней и интервалов изменения исследуемых факторов

Таблица 1

Наименование и обозначение факторов	Уровни преобразования			Интервал преобразования
	-1	0	+1	
x_1 - скорость движения ленты конвейера вакуум-клапана (об/сек), об/мин	50	75	100	25
x_2 - Угол наклона сетчатой поверхности , градус	60	70	80	10
x_3 - Расстояние между крылатыми лопастями, (см)	20	30	40	10

При определении коэффициентов регрессии использовались критерии Стьюдента и Фишера для проверки адекватности или неадекватности математической модели. В качестве выходных факторов был выбран Y_1 - по эффективности очистки.

Удаление хлопка-сырца, отделяемого от воздушного потока в рабочей камере хлопкового сепаратора, во внешнюю среду через вакуум-клапан с очисткой от мелких примесей и предотвращение просачивания воздуха в рабочую камеру через вакуум-клапан, и это свойство оценивалось по Y_1 - эффективности очистки (%). Поэтому для получения математической модели регрессии второго порядка был выбран и реализован центральный некомпозиционный эксперимент (ЦНКЭ), который является более простым и удобным, чем другие методы, и широко используется в исследованиях технологических процессов хлопковой промышленности.

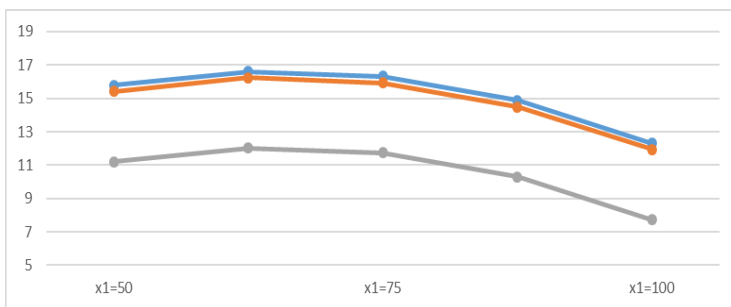
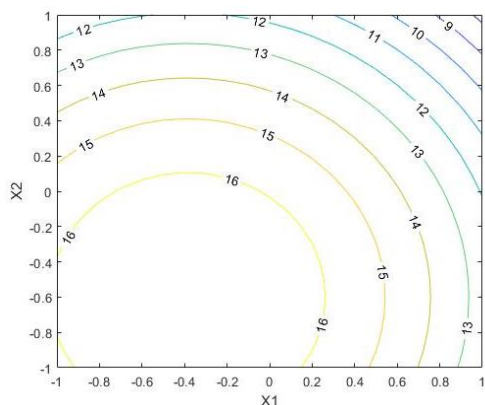


Рисунок 9. Влияние скорости движения ленты вакуумно-клапанного конвейера (об/мин) и угла наклона сетчатой поверхности (градусы) на эффективность очистки

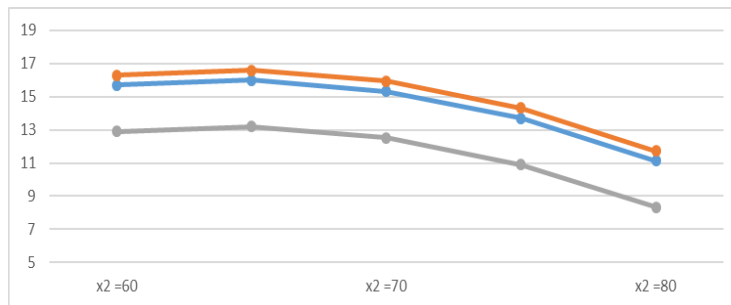
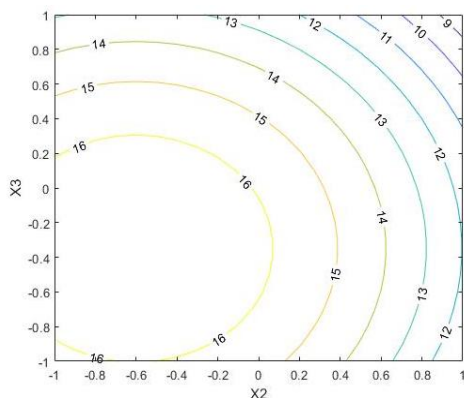


Рисунок 10. Влияние угла наклона сетчатой поверхности (в градусах) и расстояния между крылатыми лопастями (в см) на эффективность очистки

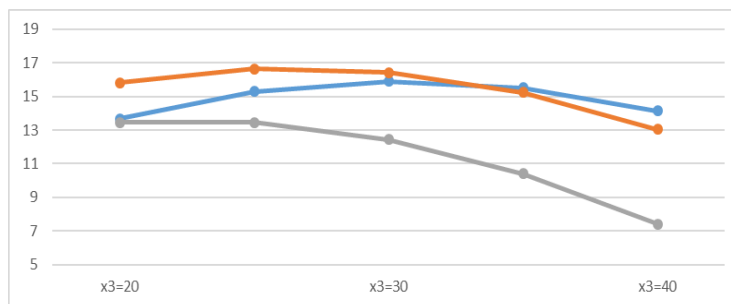
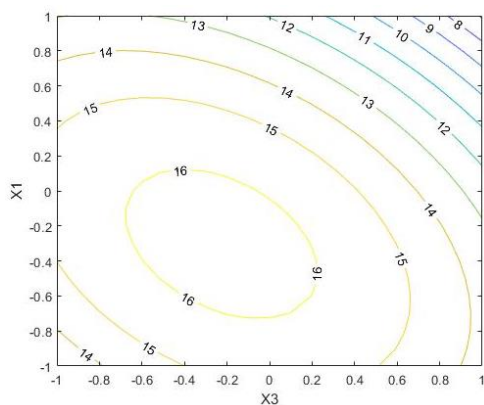


Рисунок 11. Влияние скорости движения ленты вакуум-клапанного конвейера (об/мин) и расстояния между крылатыми лопастями (см) на эффективность очистки

В заключение можно сказать, что по результатам статистического анализа результатов проведенных экспериментов и схем оптимизационных решений на хлопкоочистительных предприятиях удастся устранить просачивание воздуха через вакуум-клапан в рабочую камеру сепаратора и очистить хлопок от мелких пассивных примесей. При скорости движения ленты конвейера $x_1=75$ об/мин, принятой в качестве входных факторов устройства, угле наклона сетчатой поверхности $x_2=70^\circ\text{C}$ и расстоянии между крылатыми лопастями $x_3=30$ см воздух, просачивающийся в рабочую камеру через вакуумный клапан, устраняется, и достигается.

В четвертой главе диссертации "**Расчет экономической эффективности новой сепараторной установки**" приведены результаты испытаний и установки нового сепаратора в производственный процесс.

Производственные испытания на предприятии проводились с периода первичной обработки хлопка-сырца, то есть с 15.09.2024 г. по 11.10.2024 г.

Испытание устройства в производственных условиях проводилось на основе разработанной методики. Опыты проводились.

Таблица 2

Результаты установленных испытаний в производственных условиях

№	Название показателей	Единица измерения	Количество	
			Текущее состояние	Когда новое встроенное устройство работает
1	Количество устройств	Штук	1	1
2	Производительность устройства	кг/ час	15000	15500
3	Количество потерь волокна в сепараторе у 1-2 сортов	кг/ час	0,7	0,3
4	Количество потерь волокна в сепараторе у сортов 3-4-5	кг/ час	3.78	1,5
5	Количество порочных примесей в хлопке после процесса сепарации	%	9	8
6	Поврежденность семян, % (промышленный сорт хлопка 1 /1, 2/1, 5/2)	%	1.35	1.30
7	Энергияпотребление устройства	кВт	7,5	7,5

Также в результате проведенных экспериментов в процессе подачи хлопка-сырца в производственный процесс, наряду с очисткой хлопка-сырца от мелких примесей, удалось предотвратить всасывание воздуха в рабочую камеру сепаратора через вакуум-клапан, уменьшение давления в рабочей камере в результате уменьшения расстояния транспортировки пневмотранспортного трубопровода, транспортирующего хлопок. В результате удалось увеличить расстояние транспортировки пневмотранспортного трубопровода с 100-120

метров до 150 метров при доставке хлопка-сырца в процессе производства. При доставке хлопка в производственный процесс достигнуто повышение эффективности работы предложенного сепаратора.

Примечание: I промышленный сорт, для 1 класса влажность хлопка 9,6%, засоренность 2,8%, селекционный сорт Андижан-34; Промышленный сорт V, влажность хлопка-сырца для 3 класса 22%, засоренность 22%, селекционный сорт Андижан-34.

Расчет экономической эффективности от внедрения результатов исследований в производство

Производственные испытания проводились с хлопком-сырцом, заготовленным в хлопковом сезоне 2023-2024 годов на предприятии "Косонсой пахта тозалаш," принадлежащем ООО "Наманган пахта текс."

Определение годовой экономической эффективности основывается на сравнении затрат по базовой и новой конструкции хлопкосепараторной машины.

В соответствии с Р.2.2. Методических указаний по расчету экономической эффективности от внедрения в производство результатов научно-технических и проектно-конструкторских работ, если применение и автоматизация новых технологических процессов производства и труда приводят к повышению качества (класса) продукции, расчет годового экономического эффекта производится по формуле:

$$E = [(S_1 + Y_n \cdot K_1) - (S_2 + E_n \cdot K_2)] \cdot A + (St_2 - St_1)$$

здесь: E – годовая экономическая выгода, тысяча сумов;

S_1 и S_2 – текущие затраты по переменным веществам при производстве продукции с использованием базовой и новой техники, тыс. сум;
 Y_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, 0,15;
 K_1 и K_2 – удельные капитальные вложения по базовому и предлагаемому вариантам, тыс. сум; A – годовой объём производства продукции в натуральных единицах; St_1 и St_2 – цена продукции, произведенной с помощью базовой и внедряемой техники, тыс. сум.

Таблица 3

Технологические показатели вновь предлагаемой пневмосепараторной установки

№	Название показателей	Единица измерения	Количество
1	Диаметр барабана вакуумного клапана	мм	220
2	Масса устройства	кг	300
3	Высота сетчатой поверхности	мм	120
4	Скорость воздушного потока	м/сек	15÷30
5	Число оборотов вакуумного клапана	об/мин	75
6	Установленная мощность	кВт	7,5

7	Производительность	кг/час	15500
8	Производительность крылатых лопастей	тонна	80,000

Учет ведем только по переменным статьям затрат. В предлагаемом варианте затраты на изготовление сепараторной установки составляют 14,550 млн. сум.

В базовом и внедряемом вариантах продажная цена волокна зависит от содержания в нем дефектов и примесей. Согласно O'zDSt 604:2001 волокно делится на пять классов в зависимости от количества дефектов и примесей. Разница между классами составляет от 0,5% до 3,5%.

$$E_2 = (E_v * W_k * C_9) = (2208 * 1,83 * 900) = 3636,5 \text{ тыс. сум}$$

Экономическая эффективность от внедрения научно-исследовательской работы в производство состоит из суммы эффекта от улучшения качественных показателей хлопка (E_1), эффекта от снижения потерь волокна (E_2).

$$E = E_1 + E_2 = 156827150 + 3636500 = 160463650 \text{ сум}$$

То есть годовой экономический эффект от усовершенствования конструкции сепаратора составляет 160463,6 тыс. сум, или 52784 сум на 1 тонну производимого волокна (расчет на 2023 год).

ВЫВОДЫ

Проанализированы научно-исследовательские работы, проведенные в республике и зарубежных странах по совершенствованию системы пневмотранспорта и вакуумного клапана сепараторного устройства, являющегося его основным элементом, и на основе анализа сделаны следующие выводы:

1. Несмотря на многочисленные исследования, проведенные научными исследователями республики и зарубежных стран по совершенствованию процесса отделения хлопка от воздушного потока, направление хлопка в вакуум-клапан в хлопковом сепараторе, высокое аэродинамическое сопротивление, вызывающее потерю давления воздуха в сепараторах, и причины энергозатрат не были полностью раскрыты, а вопрос их устранения не был решен, что указывает на необходимость проведения дальнейших исследований.

2. На основе теоретических и практических исследований обоснована возможность просачивания воздуха в рабочую камеру через пустые ячейки вакуумного клапана и дополнительной очистки от мелких загрязнений.

3. В устройстве вакуумного клапана теоретически изучено отделение потока хлопка на наклонной плоскости с помощью крылатых лопастей, проведены экспериментальные исследования, получены и проанализированы результаты.

4. Проанализированы дифференциальные уравнения, полученные в результате теоретического исследования винтового движения хлопка-сырца в вакуумном клапане сепаратора.

5. Производственный образец сепаратора был изготовлен на предприятии "Косонсой пахта тозалаш," принадлежащем ООО "Наманган пахта текс," и при испытании в производственных условиях полученные результаты показали, что эффективность очистки хлопка от мелких сорных примесей увеличилась с 7% до 16%, и было установлено улучшение качества волокна.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
PhD.03/30.09.2023.T.66.01 AT NAMANGAN STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

KAMBAROV ELMUROD

**IMPROVEMENT OF THE DESIGN AND JUSTIFICATION OF THE
PARAMETERS OF THE COTTON SEPARATOR**

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

**ABSTRACT
of dissertation of the doctor of philosophy (PhD) on TECHNICAL SCIENCES**

Namangan – 2025

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2025.1.PhD/T5347

The dissertation has been prepared at Namangan State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Namangan State Technical University (www.nammti.uz) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific adviser:

Obidov Avazbek

Doctor of Technical Sciences, professor

Official opponents:

Yuldashev Kozim

Doctor of Technical Sciences, Docent

Aliyev Botir

doctor of philosophy in technical sciences,
Docent

Leading organization:

Ferghana State Technical University

The defense of the dissertation will take place on september "27", 2025 y. at 10⁰⁰. o'clock at the meeting of scientific council PhD.03/30.09.2023.T.66.01 at Namangan State Technical University. (Address: 100100, Namangan city, Kasansay street-7, administrative building, small conference hall, tel. (69) 228-76-75, a fax: (69) 228-76-75. e-mail: nei_info@edu.uz).

The dissertation could be reviewed at the Information-resource centre (IRC) of Namangan State Technical University (registration number №60). (Address: 160115, Namangan city, Kasansay street-7, tel. (69) 228-76-75).

Abstract of the dissertation sent out on "10" september 2025.
(mailing report №38/3 on "5" jul 2025).

A.Makhkamov

Chairman of the scientific council that awards scientific degrees deputy, doctor of technical sciences, docent

Sh.Mahsudov

Academic council that grants academic degrees scientific secretary, doctor of technical sciences, docent

U.Yeshbayeva

Under the scientific council that grants scientific degrees chairman of the scientific seminar, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the development of a vacuum valve design that allows ensuring air tightness in the separator unit of the pneumatic transport system and cleaning cotton from small impurities.

The object of the research a separator device used in the process of transporting cotton in air ducts at cotton ginning plants and the process of separating cotton from the transported air were obtained.

Scientific novelties of the research are the following:

a new design of an inclined conveyor belt vacuum valve has been developed, which removes cotton separated from the air in the separator's working chamber and transfers it to the subsequent technological process;

a mesh surface design has been developed for the conveyor belt vacuum valve to clean cotton from small impurities without negatively affecting its natural properties;

elastic flexible blades have been developed for the vacuum valve to prevent air from entering the separator's working chamber, aimed at increasing the distance of cotton transportation during pneumatic conveyance;

a mathematical model has been developed to determine mechanical damage to fiber and seeds based on the inclination angle of the improved conveyor belt vacuum valve of the separation device, the number of rotations of the conveyor belt, the distance between the conveyor blades, and their interaction with the mesh surface.

Implementation of the research results

Based on the developed results on improving the vacuum valve design of the separator device during the cotton transportation process with air:

The design of the separator's vacuum valve, which allows for the removal of raw cotton separated from the air flow in the cotton separator's working chamber to the external environment through a vacuum valve with cleaning from small impurities and eliminating air leakage into the working chamber, has been implemented in production at the "Kosonsoy Cotton Ginning Plant" JSC of Namangan region under "Uzpaxtasanoat" JSC. (Certificate of the Association "Uztekstilprom" No. 03/25-1783 dated July 25, 2024). As a result, during the process of separating cotton from the air, defects and cotton contamination decreased by 0.3%, as a result of experiments with the installation of a new separator in production, the cleaning efficiency from small impurities was achieved by 15-16%;

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

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННОЙ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (часть I, part I)

1. E.Kambarov, G.Turaboyev, S.Xusanov, I.Muxsinov. Результаты теоретических исследований конвейерно ленточного хлопкового сеператор Юниверсум: Технические Наука Выпуск 12(93) декабр 2021 часть 3 95-99 б. (02.00.00. №1)

2. Э.Кambarov, G.Turaboyev, A.Махkamov, B.Boltabayev, S.Xusanov. The effect of the force of the acting scraper on the efficiency of the SS-15A separator Namangan muhandislik texnologiya instituti Ilmiy-texnika jurnali. ISSN: 2181-8622. Vol. 7, Issue 1, 2022 y. 223-227 б. (05.00.00. №33)

3. E.Kambarov, G.Turaboyev. Literature analysis of the air transportation process of raw cotton. Namangan muhandislik qurilish instituti "Mexanika va texnologiya" Ilmiy jurnali. Maxsus son 4, 2023y. 131-135 б. (05.00.00. №79)

4. E.Kambarov, A.Obidov, O.Mamatqulov. Theoretical study of the movement of the cotton flow in the inclined plane under the influence of blades. American Journal of education and Learning. Vol. 2, Issue 4, November 2024y. Impact Factor 9.918. (05.00.00. №5)

5. E.Kambarov, O.Mamatqulov. Determining parameters that reduce fiber loss and improve cleaning efficiency in different drum cotton separators. American Journal of education and Learning. Vol. 2, Issue 5, December 2024y. Impact Factor 9.918. (05.00.00. №5)

II bo'lim (часть II, part II)

6. E.Kambarov, A.Sidikov, S.Xusanov. Research of the movement of raw cotton and heavy impurities in the working chamber of pneumatic transport of a new design. Krasnoyarsk "AGRITECH VI – 2021: Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development" Xalqaro miqyosidagi ilmiy-amaliy konferensiya.

7. E.Kambarov, B.Boltabayev, A.Burxanov. Исследование повреждаемости семян при пневмотранспортировке хлопка-сырца. NamMTI "Fan va ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida to'qimachilik va yengil sanoatdagi muammolar va ularni bartaraf etish yo'llari" mavzusida o'tkazilgan xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi 164-166 betlar.

8. E. Kambarov, O.Mamatqulov. Separator for the Implementation of the Production Process and Its Testing. Ilg'or tolali materiallar bo'yicha 2-Xitoy-CEEC simpoziumi" 213-215 betlar.

9. E. Kambarov, O.Mamatqulov. Paxta separatori vakuum klapanini takomillashtirish orqali samaradorligini oshirish. "Tikuv trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari" mavzusidagi Respublika ilmiy amaliy konferensiyasi. NamTSI 27-28 mart, 2024 2

TOM. 321-24 betlar.

10. E.Kambarov, G'.To'raboyev. Paxta xomashyosini pnevmoseparatorda havo oqimidan ajratish jarayonini tahlili "Fan va innovatsiya - 2023: rivojlanish va ustuvor yo'nalishlari" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiya. Namangan muhandislik qurilish instituti 2023 yil 20-22 oktabr, 168-170 b.

11. Kambarov E.A, G.Turaboyev, Xusanov S.M, Scientific research conducted in pneumotransport system devices. Xusanov S.M, To'raboyev G'.O. Problematic questions of science and problems of development Berlin, Germany (October 30-November 01, 2023) 312-314 b.

12. E.Kambarov, G'.To'raboyev. B.Boltabayev. Paxta xomashyosini havo yordamida tashish jarayonini adabiyotlar tahlili. Interdiscipline innovation and scientific research conference, British International Science Conference, Part 14, (November 15th, 2023) 89-93 b.

13. E.Kambarov, O.Mamatqulov. Tozalovchi vakuum-klapanli separator. IMM davlat muassasiga yuborilgan foydali model. FAP 20230372. 24.10.2023 y.

Avtoreferat “Namangan davlat texnika universiteti ilmiy texnika jurnali”
tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi
tekshirildi (05.09.2025-y.)

Bosishga ruxsat etildi: 05.09.2025-yil.
Bichimi 60x84 1/16, «Times New Roman» garniturasini.
Shartli bosma tabog‘i 3. Adadi: 60. Buyurtma: № 13/04-02.