

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/2025.27.12.T.21.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

ABDULLAYEV YASHIN BAXROMOVICH

**YUQORI NAVLI PAXTANI SAMARALI TOZALASHDA VERTIKAL
AGREGATNING ISHCHI QISMLARINI TAKOMILLASHTIRISH**

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Buxoro - 2026

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

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

по техническим наукам

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

Abdullayev Yashin Baxromovich

Yuqori navli paxtani samarali tozalashda vertikal agregatning ishchi qismlarini takomillashtirish..... 3

Абдуллаев Яшин Бахромович

Совершенствование рабочих органов вертикального агрегата для эффективной очистки высоких сортов хлопка..... 21

Abdullaev Yashin Baxromovich

Improvement of working parts of vertical unit for efficient cleaning of high-grade cotton..... 39

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works 42

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/2025.27.12.T.21.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

ABDULLAYEV YASHIN BAXROMOVICH

**YUQORI NAVLI PAXTANI SAMARALI TOZALASHDA VERTIKAL
AGREGATNING ISHCHI QISMLARINI TAKOMILLASHTIRISH**

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Buxoro – 2026

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.3.PhD/T5924 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiyasi Buxoro davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezyume)) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.titli.uz) va "Ziyonet" Axborot-ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Usmanov Xayrulla Saydullayevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Baxadirov G'ayrat Ataxanovich
texnika fanlari doktori, professor

Ibragimov Farxod Xayrulloevich
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.21.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil "14" may soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjahon-5, 1-bino, 222-xona tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz).

Dissertatsiyasi ishi bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (293 -raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjahon-5, tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati "28" aprel 2026 kuni tarqatildi.
(2026 yil "28" apreldagi №293-raqamli restr bayonnomasi).



X.H.Kamilova
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

A.Z.Mamatov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor

Sh.Sh.Xakimov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
qoshidagi Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda paxtani dastlabki ishlash korxonalarida paxtadagi iflosliklarni tozalash va undan sifatli tola olish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Dunyo bo'yicha har yili 24 mln tonna paxta tolasini ishlab chiqiladi, shu bois paxtadagi mavjud ifloslik va nuqsonlarni samarali, energiya va resurstejamkor tozalash zamonaviy uskunalarni ishlab chiqarishga joriy etilishi talab etiladi. Shu bois, paxtachilikni barqaror rivojlantirish, tarmoq korxonalarida energiyatejamkor zamonaviy asbob-uskunalarini joriy etish, urug'lik paxta xomashyosidan olinadigan chigit va kalta momiq mahsulotlari miqdorini oshirish ahamiyatli o'rin tutadi. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda jahon paxta tozalash sanoati korxonalarida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan paxta tozalash uskunalarni modernizatsiya qilish hamda resurstejamkor ixcham konstruktiv yechimlardan samarali foydalanish alohida e'tibor berilmoqda.

Jahonda paxtani dastlabki ishlash korxonalarining texnika va texnologiyasini takomillashtirish, zamonaviy texnika vositalari va texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarish imkoniyatlaridan samarali foydalanish darajasini oshirish, bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishlarda, jumladan, paxta tarkibidagi iflos aralashmalarni tozalash uchun ishlatiladigan uskunalarni takomillashtirish hamda resurstejamkor vertikal agregatlarni modernizatsiya qilish bo'yicha tadqiqotlar dolzarb hisoblanmoqda. Bu borada, paxtani iflos aralashmalardan tozalashning samarali uskunalarni, ishchi qisimlarning resurstejamkor konstruksiyalarini yaratish va paxtani tozalash jarayoniniga zamonaviy vertikal usullarni joriy etishga alohida e'tibor berilmoqda.¹

Respublikamizda paxtani dastlabki ishlash tarmog'ini rivojlantirish, paxta tozalash korxonalarini modernizatsiyalash, ishlab chiqarishni tashkil etishning zamonaviy shakllarini joriy etish va ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning raqobatbardoshligini ta'minlashga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022–2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan, Milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantirish va yuqori o'sish sur'atlarini ta'minlash yo'nalishida quyidagi ustuvor vazifalar belgilangan: "...to'qimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini ikki baravarga ko'paytirish hamda sanoat tarmoqlarida mehnat unumdorligini oshirish dasturlarini keng joriy qilish". Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, xususan, paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonlarini va ishlab chiqarishning yuqori samaradorlikka ega bo'lgan paxtani qayta ishlash mashinalari va jihozlarini yaratish hamda foydalanilayotganlarini modernizatsiyalash, yuqori navli paxtani samarali tozalashda vertikal agregatning ishchi qismlarini takomillashtirish, jumladan, qoziqchali-plankali barabanni hamda paxtani mayda iflosliklardan tozalash uchun to'rtli yuzaning ratsional konstruksiyalarini ishlab chiqish muhim masalalardan biri hisoblanadi. .

¹ (International cotton advisory committee. Washington, From the Secretariat of the ICAC. <https://icac.org/>, email secretariat@icac.org. October 7, 2019).

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 22-iyuldagi PF-103-son “Paxtachilik sohasi korxonalarining iqtisodiy-moliyaviy holatini yaxshilashga oid chora-tadbirlar to‘qrisida”gi, 2023-yil 10-yanvardagi PF-2-son “Paxta to‘qimachilik klasterlari faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, to‘qimachilik va tikuv trikotaj sanoatini tubdan isloh qilish hamda sohaning eksport salohiyatini yanada oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmonlari, Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 22-iyundagi 397-son “Paxta-to‘qimachilik ishlab chiqarishni yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori hamda ushbu faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertasiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur ilmiy tadqiqot ishlari Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II. “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Paxta tozalash uskunalari va ta‘minlovchi qurilmalarini takomillashtirish bo‘yicha bir qator chet el olimlari W.S.Anthony, R.M.Sutton, D.W.Van Doorn, B.M.Norman, R.V.Baker, P.A.Boving, J.W.Laird, T.S.Manojkumar, V.G.Arude, S.K.Shukla va boshqalar tomonidan ilmiy tadqiqotlar olib borgan.

Paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalash texnika va texnologiyasi, asosiy ishchi qismlarning ko‘rsatkichlari va ishlash rejimlari hamda paxta tozalash agregatlarini takomillashtirish bo‘yicha bir qator olimlar, shu jumladan, G.I.Miroshnichenko, G.I.Boldinskiy, R.V.Korabelnikov, A.Rasulov, B.M.Mardonov, A.Y.Lugachev, A.Djurayev, Y.S.Sosnovskiy, A.A.Safayev, X.T.Axmadxojayev, R.M.Murodov, I.D.Madumarov, SH.SH.Xakimov, X.S.Usmanov, R.X.Rosulov, F.N.Sirojiddinov, A.P.Mavlyanov va boshqalar bu soha rivojiga munosib hissa qo‘shganlar.

Shunga qaramasdan, chet el va mahalliy paxta tozalash korxonalarida foydalanilayotgan paxta tozalash uskunalari, ayniqsa, paxtaning yuqori navlari uchun yaratilgan vertikal tozalash agregati hamda ularning ishchi qismlari tozalash samaradorliklarini oshirish muammolari ratsional yechimini topmaganligini ko‘rsatdi.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilayotgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi PQ-307-son qarorining 7-ilovasiga muvofiq davlat ilmiy-texnika dasturlari asosida amalga oshirilgan.

Tadqiqotning maqsadi yuqori navli paxtani samarali tozalashda vertikal agregatning ishchi qismlarini takomillashtirish va ularning ratsional qiymatlarini aniqlash asosida agregatning tozalash samaradorligini oshirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

paxtani samarali tozalash texnika vositalariga oid ilmiy va texnikaviy ma‘lumotlar hamda shu yo‘nalishda bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini tahlil qilish;

yuqori navli paxtani tozalashda vertikal agregatning ishchi qismlarini paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta'sirini tahlil qilish.

qoziqchali-plankali baraban konstruksiyasini turli konstruksiyalarni tadqiq etgan holda tozalash jarayoniga ta'sirini o'rganish;

vertikal paxta tozalash texnologiyasida takomillashtirilgan qoziqchali-plankali baraban parametrlarini asoslash;

takomillashtirilgan qoziqchali-plankali baraban va to'rli yuzani ishlab chiqarish sinovlarini o'tkazish va uning iqtisodiy samaradorligini hisoblash.

Tadqiqotning obyekti sifatida yuqori navli paxtani samarali tozalashda vertikal agregatning mayda iflosliklardan tozalash seksiyasi olingan.

Tadqiqotning predmetini vertikal agregatning mayda iflosliklardan tozalash seksiyasi parametrlari, konstruksiyasi va geometrik o'lchamlari tashkil etadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotlar jarayonida paxtani dastlabki ishlash nazariy va amaliy mexanika, matematik statistika usullaridan, solishtirish, baholash va maqsadli elektron dasturlar yordamida optimallashtirish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

tozalash samaradorligini oshirish imkonini beruvchi, vertikal agregatning mayda iflosliklardan tozalash seksiya konstruksiyasi yangi qoziqchali-plankali baraban va to'rli yuzani ishlab chiqish asosida takomillashtirilgan;

qoziqchali-plankali baraban ta'sir doirasida paxtani qisilishiga ta'sir qiladigan kuchlarni hisobga olgan holda takomillashtirilgan qoziqchali-plankali baraban parametrlarining qiymatlari aniqlangan;

paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga takomillashtirilgan qoziqchali-plankali barabanning uzaytirilgan qoziqchalar ta'siriga bog'lanishlari ishlab chiqilgan;

qoziqchali-plankali baraban va to'rli yuzaning asosiy ko'rsatkichlari hamda takomillashtirilgan tozalagichning sifat ko'rsatkichlarining regression modeli kichik kvadratlar usuli yordamida qurilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

paxta tarkibidagi mayda iflosliklarni tozalash samaradorligini oshirish maqsadida takomillashtirilgan qoziqchali-plankali baraban va to'rli yuza ishlab chiqilgan;

takomillashtirilgan qoziqchali-plankali barabandagi qoziqcha konstruksiyasi parametrlari aniqlangan;

takomillashtirilgan vertikal agregatning mayda iflosliklardan tozalash seksiyasida yuqori navli paxtaning tozalash samaradorligini aniqlash maqsadida ishlab chiqarish sharoitida sinovlar o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi vertikal agregatning takomillashtirilgan mayda iflosliklardan tozalash seksiyasini nazariy tadqiqotlari natijalarining amaliy sinovi, ularning mavjud va amaldagi fundamental nazariyaga mantiqan muvofiq kelishi, hisobiy ishlarda standartlashtirilgan usul va vositalardan foydalanilganligi, olingan natijalarni real iqtisodiy samara bilan ishlab chiqarishga joriy qilinishi bilan izohlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati paxtaning mavjud va taklif etilayotgan mayda iflosliklardan tozalash seksiyasi modeli, qoziqchali-plankali barabandan o'tayotgan paxta bo'lakchalarining qoziqchalar ta'sir zonasidagi harakati hamda mayda iflosliklardan tozalash seksiyasidagi parametrlar aniqlangani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati olib borilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra takomillashtirilgan mayda iflosliklardan tozalash seksiyasida paxta xomashyosining tabiiy sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolgan holda, tozalash samaradorligini oshirish hamda tozalanayotgan paxtaning oldingi barabanga qaytish jarayoni bartaraf etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinganligi. Paxta xomashyosini vertikal tozalash usuliga ega bo'lgan takomillashtirilgan qoziqchali-plankali baraban va to'rtli yuzani vertikal agregatga o'rnatish asosida:

takomillashtirilgan paxta tozalash uskunasini Buxoro viloyati "Buxoro Agroklaster" MCHJ ga qarashli "Kogon paxta tozalash" korxonasi va "Zarxal teks" MCHJ korxonasi paxta tozalash bo'limida joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi "O'zto'qimachilik sanoati" uyushmasining 2025-yil 12-noyabrda qabul qilingan №02/06-2681-sonli ma'lumotnomasi). Natijada vertikal usulda ishlovchi takomillashtirilgan paxta tozadagich ishlab chiqarish sharoitida Buxoro-10, I nav, 1- va 2-sinf paxtani tozalash ko'rsatkichi 7,3% va 6,5% ga oshishiga, tozlangan paxtada chigitning shikastlanish miqdori 0,2% va 0,25% ga kamayishiga va iflosliklardagi tolali chiqindilarning oshish miqdori mos ravishda 0,02% va 0,03% kamayishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 13 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta maqola, shundan 2 ta maqola xorijiy jurnallarda chop etilgan, O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk markazining dasturiy mahsulotiga 1 ta mualliflik guvohnomasi olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 109 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslab berilgan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, obyekt va predmetlari ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ifodalangan. Olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiya ishining "Adabiyotlar tahlili" deb nomlangan birinchi bobida mahalliy va xorijiy paxta tozalash texnologiyalarida ishlatiladigan tozalagichlar tahlili, paxtani mayda iflosliklardan tozalagich ish unumdorligini oshirish yo'llaridan biri- tozalagichda ketma-ket tozalash texnologiyasini qo'llash afzalligi ko'rsatilgan. O'tkazilgan tadqiqotlar tahlili mavjud uskunalardagi o'rnatilgan to'rtli yuza

konstruksiyasi xususida yetarlicha izlanishlar olib borilmaganligini ko'rsatdi. Hozirgi kunda ishlatilayotgan paxtani mayda iflosliklardan tozalovchi tozalagichlar tahlili shuni ko'rsatdiki, ularda qoziqchali-plankali barabanlar bilan to'rtli yuzaning ishchi zonasi 100 gradusdan oshmaydi. O'tkazilgan tadqiqotlarga qaramasdan mavjud chet el va mahalliy uskunalarda o'rnatilgan to'rtli yuzaning ishchi zonasi konstruksiyasi va shakllari o'zgarmaganligi, ya'ni bir xilligi aniqlandi va elektr-energiya sarfi yuqori ekanligini kuzatildi. Yuqori navli paxtani tozalash jarayonida vertikal agregatning ishchi qismlarining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga qisman salbiy ta'siri mavjudligi aniqlangan.

Dissertatsiyaning **“Vertikal agregatdagi qoziqchali-plankali barabanda hosil bo'layotgan dinamik jarayonlarning nazariy tadqiqotlari”** deb nomlangan ikkinchi bobida nazariy tadqiqotlarda taxminlar asosida bo'lakcha ikkita o'zgarmas aylanma tezlikda harakatda bo'lgan qoziqcha orasida o'rnatilgan bo'lib, bo'lakcha qoziqcha bilan bir xil aylanma harakatdan tashqari qoziqcha sirti bo'ylab radial yo'nalishda ham harakat qiladi (1-rasm). Bo'lakchaga ta'sir qiluvchi kuchlar quyidagilar: mg , – paxta bo'lakchasi og'irlik kuchi massasi, $Q_r^{(2)}$ –Koriolis kuchi, $Q_r^{(3)}$ – Elastik kuchi.

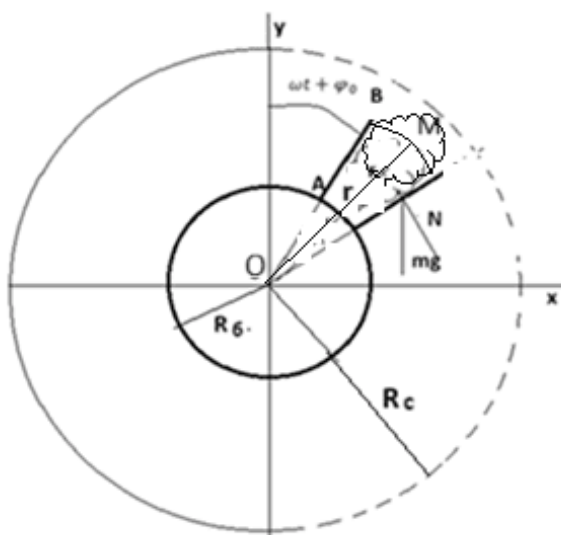
Bo'lakchaning yoy tekisligidagi polyar koordinatalari:

$$x = r \sin(\omega t + \varphi_0), y = r \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Bu yerda $r = r(t)$ bo'lakchaning markazi, M bo'lakchaning radius bo'ylab ko'chishi, ω –barabanning burchak tezligi, φ_0 – qoziqchanning vertikal o'q bilan tashkil etgan boshlang'ich burchagi.

Massasi m ga teng bo'lgan bo'lakchanning kinetik energiyasini aniqlaymiz:

$$T = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) = \frac{m}{2} (\dot{r}^2 + r^2 \omega^2) \quad (1)$$



1-Rasm. Paxta bo'lakchasining qoziqchalar orasidagi harakat sxemasi

r ni umumlashgan koordinata deb qabul qilamiz va uning yo'nalishidagi kuchlarini aniqlaymiz:

1. Og'irlik kuchi va uning ta'siridagi ishqalanish kuchlari.

$$Q_r^{(1)} = -mg[\cos(\omega t + \varphi_0) + f \sin(\omega t + \varphi_0)] \quad (2)$$

2. Koriolis kuchi qoidaga ko‘ra radius vektoriga normal yo‘nalgan bo‘lib, Koriolis qonuniga ko‘ra bo‘lakchada ishqalanish kuchini hosil qiladi.

$$Q_r^{(2)} = -2fm\dot{r}\omega \quad (3)$$

3. Paxta bo‘lakchasi va to‘rli sirt orasidagi qattqlik koeffitsiyenti k_0 bo‘lgan elastik kuch

$$Q_r^{(3)} = -k_0r \quad (4)$$

$r = r(t)$ funksiyani aniqlash uchun Lagranjning II tur tenglamasini tuzamiz:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}} \right) - \frac{\partial T}{\partial r} = Q_r^{(1)} + Q_r^{(2)} + Q_r^{(3)} \quad (5)$$

(1)-(4) ifodalarni (5) tenglikka qo‘yib $r(t)$ funksiyaga nisbatan 2 tartibli differensial tenglama olamiz:

$$m\ddot{r} - mr = -mg[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] - 2fm\dot{r}\omega \quad (6)$$

(5) tenglamani quyidagi ko‘rinishga keltiramiz ($\omega_0 = \sqrt{k_0/m}$)

$$\ddot{r} + 2f\dot{r}\omega - (\omega^2 - \omega_0^2)r = -g[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] \quad (7)$$

(7) tenglama chiziqli bo‘lib, uning umumiy yechimini quyidagi yig‘indi ko‘rinishida ishlaymiz:

$$r = \bar{r}(t) + \hat{r}(t) \quad (8)$$

bu yerda $\bar{r}(t)$ funksiya bir jinsli

$$\ddot{\bar{r}} + 2f\dot{\bar{r}}\omega - (\omega^2 - \omega_0^2)\bar{r} = 0 \quad (9)$$

tenglamaning yechimi, $\hat{r}(t)$ funksiya esa ushbu bir jinsli emas

$$\ddot{\hat{r}} + 2f\dot{\hat{r}}\omega - (\omega^2 - \omega_0^2)\hat{r} = -g[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] \quad (10)$$

tenglamaning xususiy yechimi va uning ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$\hat{r} = A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0)$$

bu yerda

$$A = g \frac{2f^2\omega^2 - \omega_0^2 + 2\omega^2}{(\omega_0^2 - 2\omega^2)^2 + 4f^2\omega^4}, B = \frac{fg(4\omega^2 - \omega_0^2)}{(\omega_0^2 - 2\omega^2)^2 + 4f^2\omega^4} \quad (11)$$

(9) tenglamani umumiy yechimi fizik kattaliklar- ω, ω_0 va f larga bog‘liq bo‘ladi. Uning yechimini $\bar{r} = \exp(\lambda t)$ ko‘rinishida ishlaymiz. Bu ifodani (9) tenglamaga qo‘ysak, λ ga nisbatan kvadrat tenglama olamiz:

$$\lambda^2 + 2f\omega\lambda - (\omega^2 - \omega_0^2) = 0$$

bu tenglamaning yechimi quyidagicha bo‘ladi:

$$\lambda_1 = -\omega \left(f + \sqrt{f^2 + \left(1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right)} \right), \lambda_2 = -\omega \left(f - \sqrt{f^2 + \left(1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right)} \right)$$

λ - sonining haqiqiy yoki kompleks bo‘lishi nisbati $\frac{\omega_0}{\omega}$ qiymatlariga bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun ushbu hollarni ko‘rib chiqamiz:

$\frac{\omega_0}{\omega} < 1$. Bu holda ildiz ostidagi ifodalar musbat bo‘lib, $\lambda_1 < 0, \lambda_2 > 0$ shartlar bajariladi, $\lambda_1 = -\alpha, (\alpha > 0), \lambda_2 = \beta > 0$ bilan belgilab (9) tenglamaning umumiy yechimini quyidagicha olamiz:

$$\bar{r} = C_1 \exp(-\alpha t) + C_2 \exp(\beta t)$$

Shunday qilib, (7) tenglamaning umumiy yechimi quyidagicha bo‘ladi:

$$r = C_1 \exp(-\alpha t) + C_2 \exp(\beta t) + A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0)$$

C_1 va C_2 o'zgarmlarni aniqlash uchun ushbu boshlang'ich shartlardan foydalanamiz:

$$r(0) = r_1, \dot{r}(0) = 0$$

Bu holda C_1 va C_2 ushbu tenglamalarni qanoatlantiradi:

$$\begin{aligned} C_1 + C_2 &= r_1 - A\cos\varphi_0 - B\sin\varphi_0 \\ -\alpha C_1 + \beta C_2 &= \omega (A\sin\varphi_0 - B\cos\varphi_0) \end{aligned}$$

Bu sistemadan C_1 va C_2 o'zgarmlarni aniqlaymiz:

$$C_1 = \frac{a_0\beta - b_0}{\alpha + \beta}, C_2 = \frac{b_0 + a_0\alpha}{\alpha + \beta}$$

$$a_0 = r_1 - A\cos\varphi_0 - B\sin\varphi_0, b_0 = \omega (A\sin\varphi_0 - B\cos\varphi_0)$$

$$1 < \frac{\omega_0}{\omega} < 1 + f^2$$

Bu holda (11) tenglama yechimlari quyidagicha bo'ladi:

$$\lambda_1 = -\omega(f + \sqrt{f^2 - (\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1)}), \lambda_2 = -\omega(f - \sqrt{f^2 - (\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1)})$$

Ildizlar quyidagicha tanlanadi: $\lambda_1 = -\alpha_1, \lambda_2 = -\beta_1$ ($\alpha_1 > 0, \beta_1 > 0$).

(7) tenglamaning umumiy yechimi:

$$r = C_1 \exp(-\alpha_1 t) + C_2 \exp(-\beta_1 t) + A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0)$$

C_1 va C_2 o'zgarmlar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$C_1 = \frac{a_0\beta_1 + b_0}{\beta_1 - \alpha_1}, C_2 = \frac{b_0 + a_0\alpha_1}{\alpha_1 - \beta_1}$$

$$\frac{\omega_0}{\omega} > 1 + f^2$$

Bu holda (11) tenglama yechimlari kompleks ildizlar bo'ladi.

$$\lambda_1 = -\omega(f + i\sqrt{(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1) - f^2}), \lambda_2 = -\omega(f - i\sqrt{(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1) - f^2})$$

Ushbu belgilashlar

$$\lambda_1 = -\alpha_0 - i\beta_0, \lambda_2 = -\alpha_0 + i\beta_0$$

orqali (7) tenglama yechimini topamiz:

$$r = \exp(-\alpha_0 t)(C_1 \cos\beta_0 t + C_2 \sin\beta_0 t) + A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0) \quad (12)$$

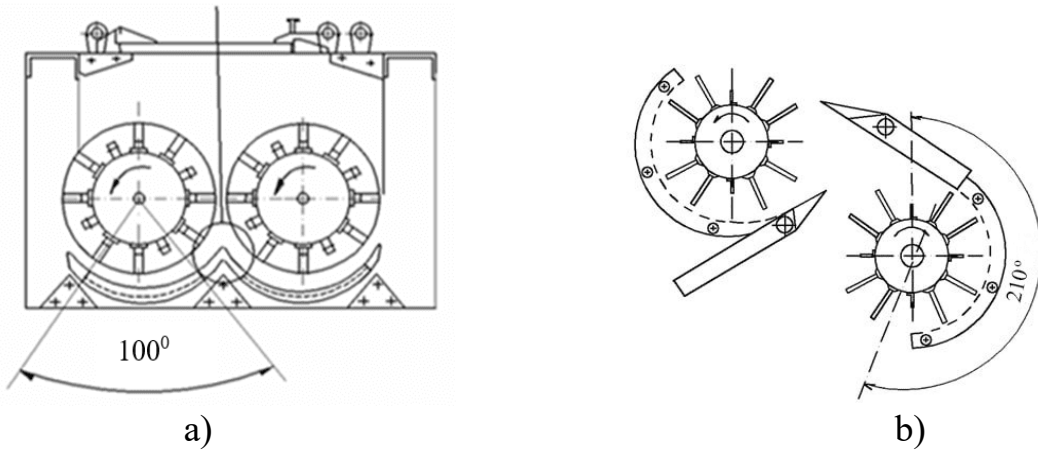
C_1 va C_2 o'zgarmlar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$C_1 = a_0, C_2 = (a_0\alpha_0 + b_0)/\beta_0,$$

Bo'lakchanning to'liq tezligi ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$v = \sqrt{\dot{r}^2 + \omega^2 r^2} \quad (13)$$

Hisoblarda baraban markazidan to'rli sirtgacha (2-rasm) bo'lgan masofa $R_c = 0.106m$ nisbat $\frac{\omega_0}{\omega}$ ikkita va qoziqcha uzunligi $l=AB$ ning turli qiymatlaridagi bo'lakcha to'liq tezligining (15) formula yordamida vaqt t (sek) bo'yicha o'zgarish grafiklari 3-rasmda keltirilgan. Hisoblashda bo'lakcha markaziy nuqtasi qoziqchadan o'tadigan yoyda yotadi deb qabul qilingan va bu nuqtani radius bo'yicha maksimal ko'chishi $r_{max} = 0.192m$ ga teng bo'lishi aniqlangan.



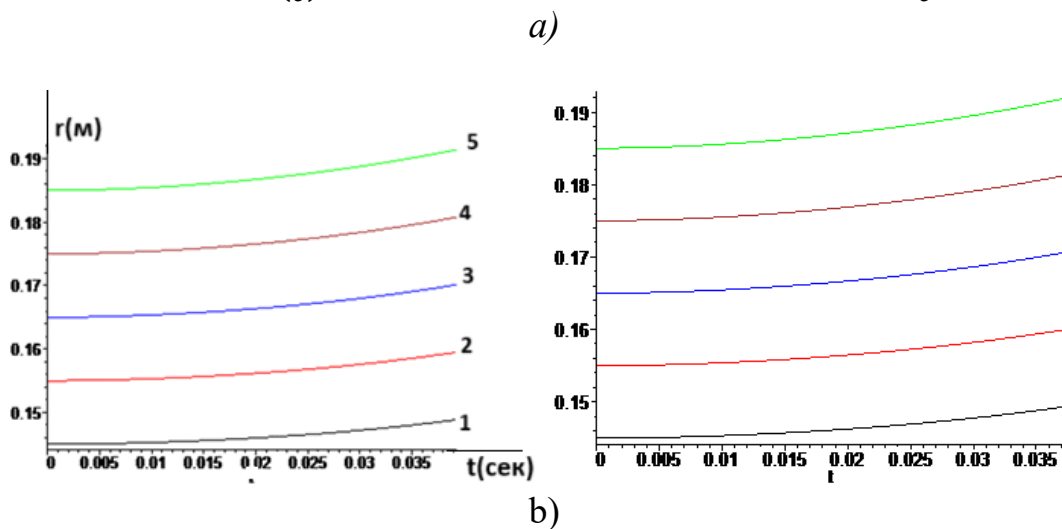
Rasm 2. Mavjud a) hamda taklif etilayotgan b) uskunaning asosiy ishchi organlari sxemasi

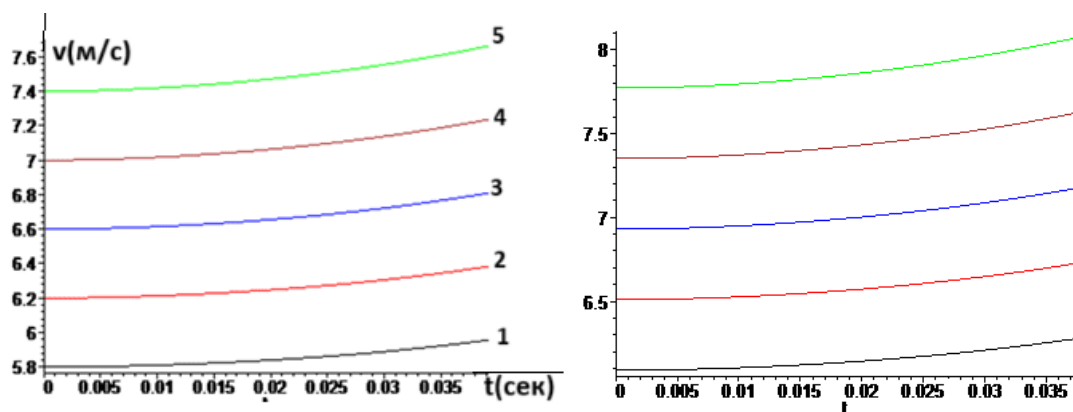
3-rasmda keltirilgan grafiklar tahlilidan masofa r_1 oshsa, uning ko'chishi va tezligi 4-5% oshishi kuzatilyapti, foydalangan fizik kattaliklarda chastotaning $\omega_0 = \sqrt{k/m} \geq 0.965\omega$ qiymatlarida bo'lakchanning markaziga nisbatan maksimal ko'chishi $0.192m$ ga teng bo'lib, bu parametr oshsa, bo'lakchanning ko'chishi va tezligi kamayishi mumkin. Demak, bo'lakcha tozalash zonasida aylanma harakatdan tashqari radial yo'nalishdagi harakat mavjud bo'lsa, to'rtli yuza sirtidan bo'lakchaga ta'sir etadigan normal elastik kuch e'tiborga olinsa, bo'lakcha tezligi elastik kuchning qiymatiga qarab oshishi yoki kamayishi mumkin ekan.

$$\omega_0 = 0.965\omega$$

$$\omega = 40 \left(\frac{1}{c}\right)$$

$$\omega = 42 \left(\frac{1}{c}\right)$$

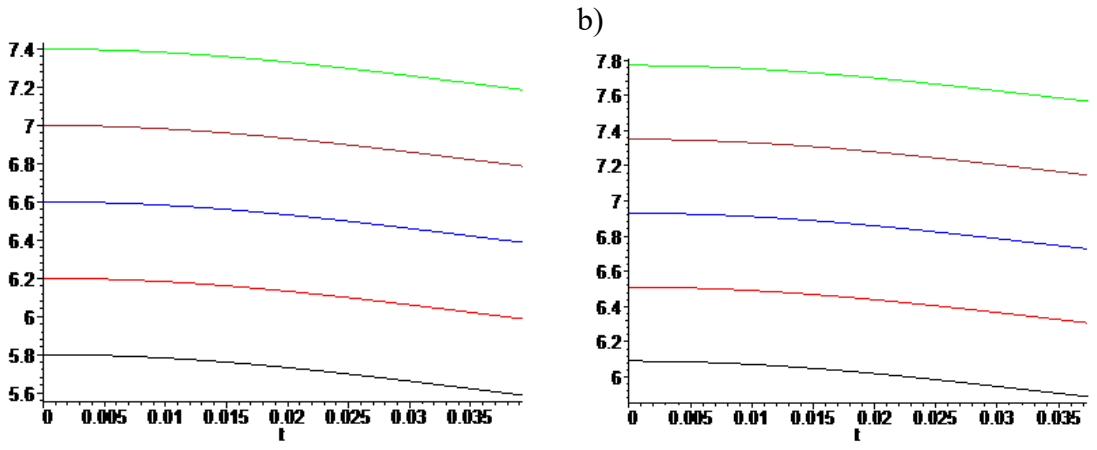
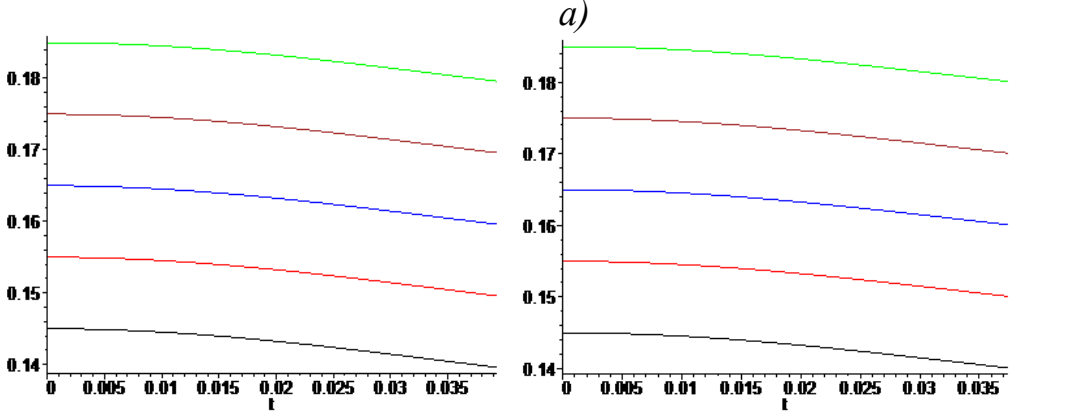




$\omega = 40 \text{ 1/c}$

$\omega_0 = \omega$

$\omega = 42 \text{ 1/c}$

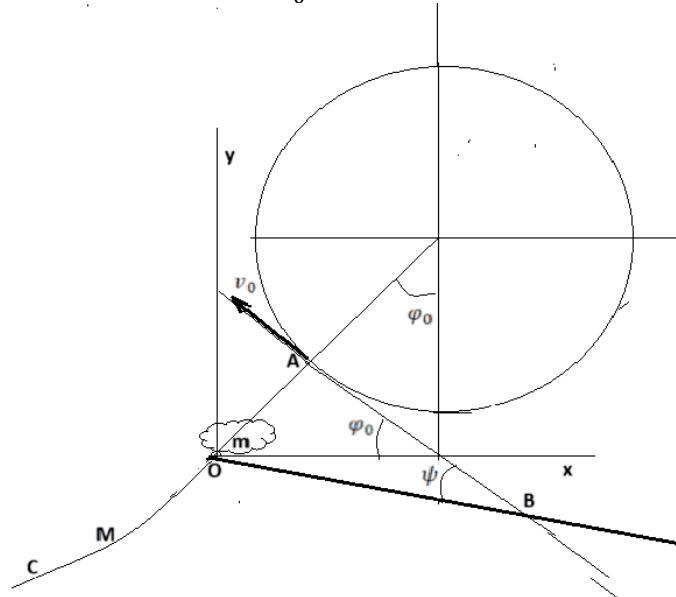


Rasm 3. Paxta bo‘lakchasining ko‘chishi $r(m)$ (a) va tezlining $v(\frac{m}{s})$ (b) baraban tezligi va parametr ($\omega_0 \text{ 1/c}$) larning ikkita, masofa $r_1(m)$ ning turli qiymatlarida vaqt $t(sek)$ ga nisbatan o‘zgarish grafiklari: $1 - r_1 = 0.145$, $2 - r_1 = 0.155$, $3 - r_1 = 0.165$, $4 - r_1 = 0.175$, $5 - r_1 = 0.185$

Faraz qilaylik, paxta bo‘lakchasi qozichaning A nuqtasidan ajralsin, tozalash zonasi tashqarida harakatlansin. Bo‘lakchaga OY o‘qi bo‘ylab uning faqat og‘irlik kuchi ta’sir etsin. $t = 0$ momentda, A nuqtada, AB yo‘nalishda tezligi (Rasm 4) $v_0 = v(t_0)$ bo‘lgan bo‘lakcha yo‘naltirgich OX ning θ nuqtasidan harakatlansin. Koordinata boshini θ nuqtaga o‘rnatish OX o‘qini gorizont va OY o‘qini unga perpendikulyar qilib yuqoriga yo‘naltiramiz. $t > 0$ momentda

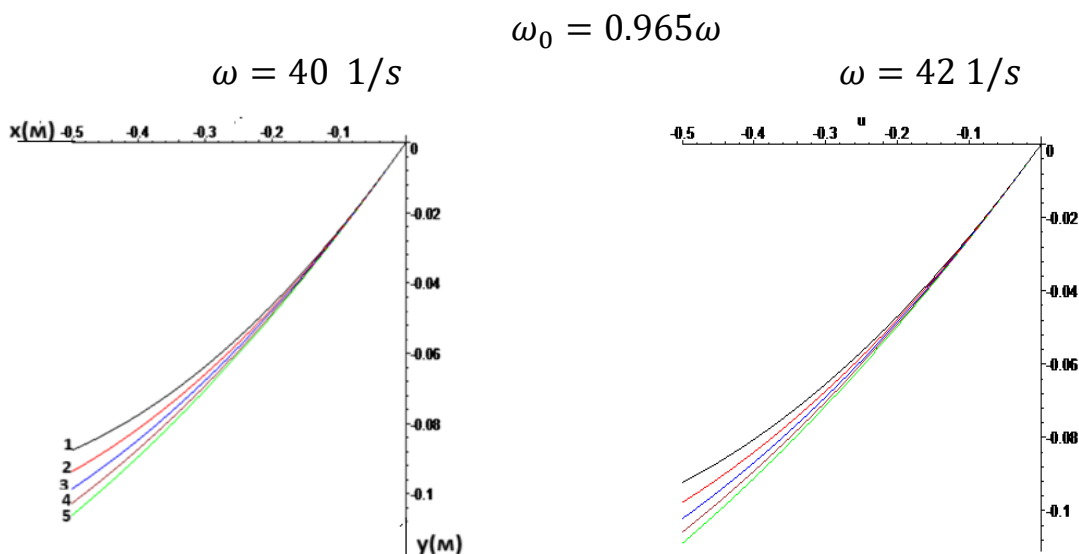
bo‘lakcha yo‘naltirgichda ajralib erkin fazoda OC trayektoriya bo‘ylab harakatlansin va uning ixtiyoriy nuqtasi koordinatalarini $M(x,y)$ belgilaymiz. Tezlikning Ox yo‘nalishdagi proyeksiyalari $v_{OB} = v_0 \cos\psi$ ni e‘tiborga olib, koordinata o‘qlari bo‘ylab uning boshlang‘ich tezliklari ifodasini yozamiz: $\dot{x} = \dot{x}_0 = -v_0 \cos\psi \cos\varphi_0(\varphi_0 - \psi)$, $\dot{y} = \dot{y}_0 = -v_0 \cos\psi \sin\varphi_0(\varphi_0 - \psi)$. Bu holda uning trayektoriyasi quyidagi parabola ko‘rinishida bo‘ladi:

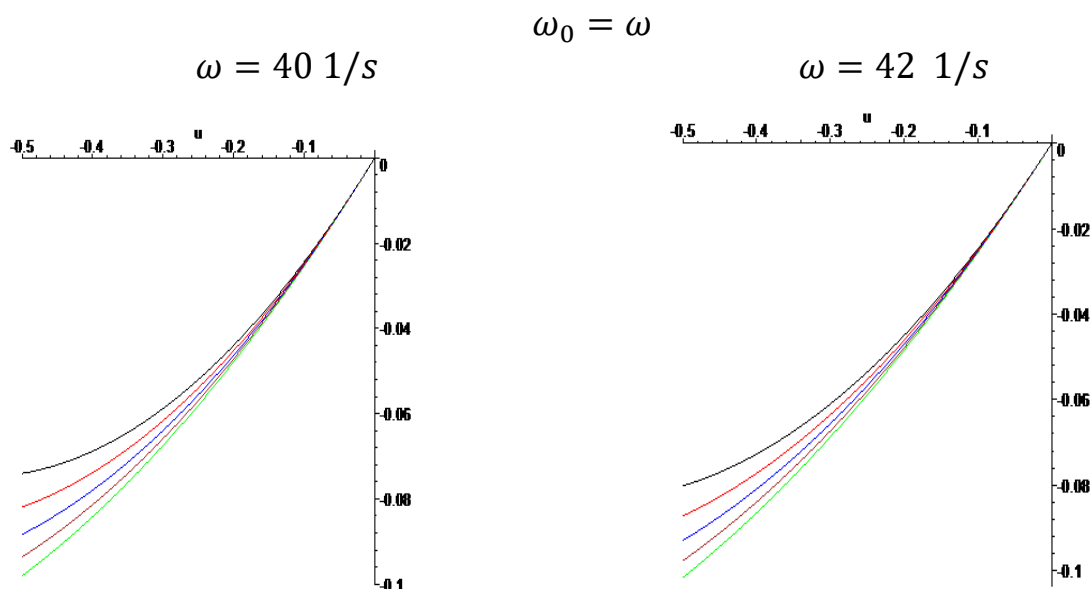
$$y = -\frac{gx^2}{\dot{x}_0^2} + x \operatorname{tg}(\varphi_0 - \psi)$$



Rasm 4. Bo‘lakchanning $t = 0$ yo‘naltirgichda o‘rnashgan holati

5-rasmda paxta bo‘lakchasining erkin fazodagi trayektoriya (ω va ω_0) larining ikkita va masofa $r_1(m)$ ning turli qiymatlarida vaqt $t(sec)$ ga nisbatan o‘zgarish grafiklari keltirigan. Grafiklar tahlilidan bo‘lakchanning fazodagi trayektoriyasi parabola ko‘rinishida bo‘lib, masofa r_1 oshganda uning koordinata o‘qiga teskari harakatlanishi yuqori darajada bo‘lishi mumkinligi aniqlangan





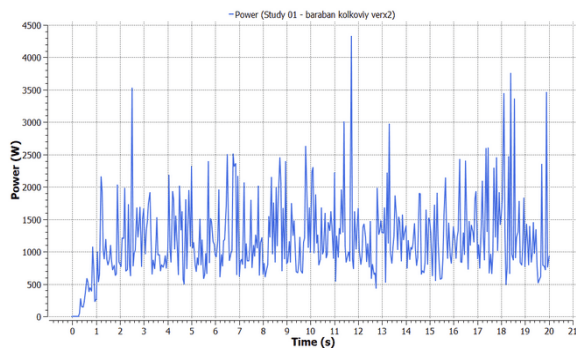
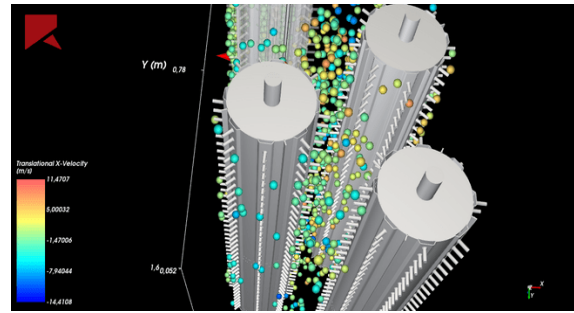
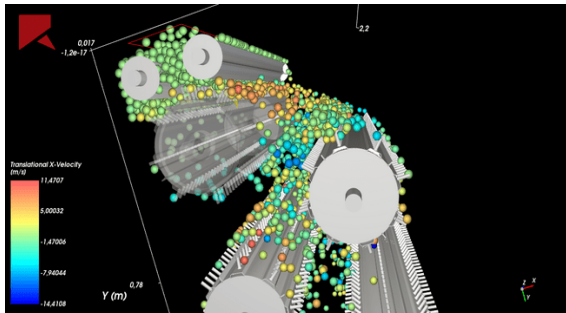
5-rasm. Paxta bo‘lakchasining parametri ($\omega_0 \text{ 1/c}$) ikkita va masofa $r_1(m)$ ning turli qiymatlaridagi $y = f(x)$ trayektoriyalari: $1 - r_1 = 0.145$, $2 - r_1 = 0.155$, $3 - r_1 = 0.165$, $4 - r_1 = 0.175$, $5 - r_1 = 0.185$

O‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar asosida mavjud paxta xomashyosi paxta bo‘lakchalari oqimi harakati modelidan farqli o‘laroq, qutb koordinatalarida murakkab harakatning ikki o‘lchovlilikini hisobga olgan holda, paxta xomashyosi va to‘rli yuzasi o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sirning yanada murakkablashgan modeli taklif etildi. Aniqlanishicha, tozalash zonasida paxta bo‘lakchalari harakatining qo‘shimcha komponentini hisobga olish paxta bo‘lakchalari tezligining 5-8% ga oshishiga olib keladi. Bu esa paxta bo‘lakchasi yoki paxta bo‘lakchalari tizimini iflosliklardan tozalash intensivligini oshirishga sabab bo‘ladi. Radial yo‘nalishda qo‘shimcha oqim tezligining mavjudligi uni keyingi tozalash zonasiga o‘tkazishda bo‘shliqdagi paxta bo‘lakchalari harakatining trayektoriyasiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatishi aniqlandi.

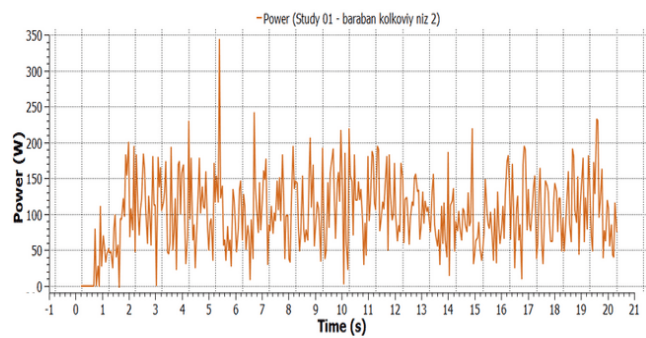
Vertikal paxta tozalash texnologiyasining ushbu kamchiliklariga ta‘sir qiluvchi sabablar va omillarni aniqlash uchun Rocky DEM dasturidan foydalangan holda ishchi organlarning vertikal joylashuvi bilan paxtadan mayda iflosliklarni tozalash uchun modernizatsiya qilingan paxta tozalash mashinasida sodir bo‘ladigan jarayonlarni 3D modellashtirishdan foydalangan holda dinamik tahlil o‘tkazildi va vertikal paxta tozalagichning ish unumdorligi 57 foizgacha kamaygan taqdirda ham, yakka chigitli paxtaning ma‘lum qismi oldingi barabanga qaytish holatini isbotlagan. Bu esa paxta tozalashga salbiy ta‘sir qilishiga olib kelgan. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida, ishlab chiqarishdagi mavjud diametri 400 mm va qoziqchalarning balandligi 50 mm bo‘lgan ketma-ket qoziqli barabanlarda tashilgan va tozalangan paxta hajmi yetarli emasligi hamda qoziqchalarni uzaytirish zaruriyati borligi aniqlangan.

Paxtani mayda iflosliklardan tozalashda ketma-ket qoziqchali baraban konstruksiyasining nomukammalligi tufayli vertikal paxta mayda iflosliklardan tozalash jarayonida barcha barabanlarda tozalanayotgan paxta qatlamidan hosil bo‘lgan kuch (bosim) ning sezilarli ta‘siri mavjud bo‘lib, uskunaning ish unumdorligi maksimal 7 t/soat bo‘lganda paxtani mayda iflosliklardan tozalash va tashishda

asosiy kuch (bosim) birinchi barabanga (3000 W) tushadi. Uchinchi barabandan chiqqanda u 15 martaga kamayganligi hamda 200 W ni (6-7 rasmlar) tashkil qilganligi aniqlangan. Uskunaning ish unumdorligi minimal 4 t/soat bo'lganda paxtani tashish va mayda iflosliklardan tozalashda u birinchi barabanda kuch (bosim) (350 W) paydo bo'lishi va uchinchi barabandan chiqqanda 6 marta kamayishi hamda bu ko'rsatkich 60 W ni tashkil etishi kuzatilgan. Vertikal paxta tozalagichning samarali hamda paxtani vertikal usulda to'liq ishlashini va mayda iflosliklardan tozalashni ta'minlaydigan uzaytirilgan qoziqchali barabanning takomillashtirilgan konstruksiyasining yaratilish zaruriyati borligi isbotlangan.



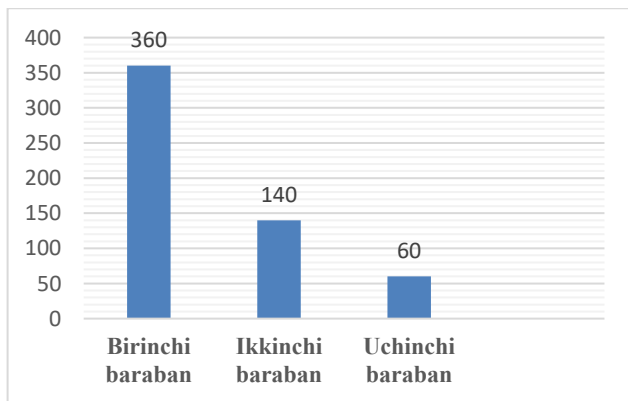
6-rasm. Birinchi qoziqli barabanning ishlash modeli:
 $P = 7 \text{ t / soat}$, $W = 3000 P_a$ va
 $\Delta Q = 18\%$ da



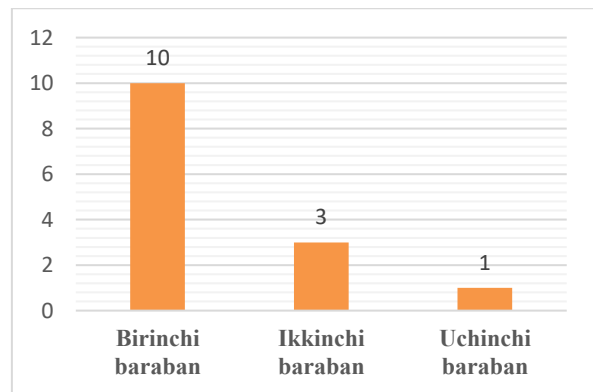
7-rasm. Uchinchi qoziqli barabanning ishlash modeli:
 $P = 7 \text{ t / soat}$, $W = 200 P_a$ va
 $\Delta Q = 3\%$ da

Takomillashtirilgan qoziqchali barabanlarda tozalanayotgan paxta qatlamidan hosil bo'lgan kuch (bosim) ning minimallashtirilishi va paxtani tozalashda mayda iflosliklardan tozalash samaradorligini oshirishga erishilishi isbotlangan. Takomillashtirilgan qoziqchali barabanlarda tozalanayotgan paxta qatlamidan hosil bo'lgan kuch (bosim)ni minimallashtirilish evaziga elektr energiyasi sarfi 1-1,5 foizga kamayishi aniqlangan.

Mashinaning minimal quvvati 4 t/soat bo'lgan (8, 9-rasmlar) vertikal paxta tozalagich qoziqchali barabanlarini mayda iflosliklardan tozalashdagi o'zgarishlar shuni ko'rsatadiki, vertikal tozalagichning minimal ish rejimlarida tozalangan paxta qatlami va tozalanayotgan paxtaga qaytgan paxtaning ma'lum bir foizi borligi kuzatildi. Bu vertikal paxta tozalagichning ish unumdorligi 57 foizgacha kamaygan taqdirda ham yakka chigitli paxtani ma'lum qismi avvalgi barabanga qaytish holatini isbotladi, bu esa paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayoniga salbiy ta'sir qilishini isbotlaydi.



8-rasm. Minimal 4 t/soat mashina ish unumdorligidagi paxtani mayda iflosliklardan tozalovchi mashinaning qoziqchali barabanlaridagi paxta qatlami tomonidan ta'sir etuvchi kuch (bosim) o'zgarishi ko'rsatkichlari



9-rasm. Minimal 4 t/soat mashina ish unumdorligidagi paxtani mayda iflosliklardan tozalovchi mashinaning qoziqchali barabanlaridagi oldingi barabanga qaytadigan tozalangan paxta foizining o'zgarish ko'rsatkichlari

Dissertatsiyaning “Vertikal agregatning takomillashtirilgan ishchi qismlarini ishlab chiqish, tajriba-sinovlarini o'tkazish va iqtisodiy samaradorlik hisobi” deb nomlangan uchinchi bobida vertikal agregatdagi mayda iflosliklardan tozalash seksiyadagi to'rtli yuzaning konstruktiv ko'rsatkichlari va tozalash samaradorligiga ta'siri o'rganilgan. Tajribalar 10,11-rasmlarda ko'rsatilgan laboratoriya stendida o'tkazildi. Tajriba uchun ikkitadan to'rtta qoziqchali baraban (mavjud va takomillashtirilgan) uchun mavjud vertikal va gibrid shaklda bo'lgan to'rtli yuzalar tayyorlandi (12-rasm).

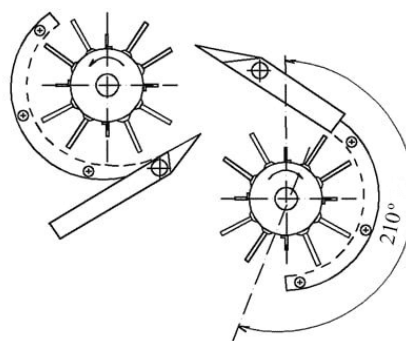
Laboratoriya uskunasiidagi arrachali va qoziqchali baraban va boshqa ishchi elementlarning geometrik o'lchamlari tezliklari 1 XK uskunasini qoziqchali baraban seksiyalari kabi bo'lib, faqat barabanlar uzunligi 300 mm ni tashkil etgan.

Tajriba quyidagi tartibda o'tkazildi. Inventer yordamida uskunaning 6 t/soat va 4 t/soat paxta o'tkazishini belgilovchi ta'minlagich valiklari aylanish sonlari aniqlandi.

Vertikal usulda ishlovchi takomillashtirilgan paxta tozadagichning ishlab chiqarish sharoitida olingan ko'rsatkichlari Buxoro-10 seleksion navi, I sanoat navi, 1 – sinf va I nav 2 - sinf qo'l terimida olingan. Qayta ishlanayotgan paxtaning boshlang'ich ko'rsatkichlari quyidagilarni tashkil etgan: keltirilgan ketma-ketlikda - iflosligi 2,98% va 6,42%, namligi 8,16% va 8,67% ni tashkil etgan. Vertikal usulda ishlovchi takomillashtirilgan paxta tozadagichning ishlab chiqarish sharoitida olingan ko'rsatkichlari 1 - jadvalda keltirilgan.



10-rasm. Vertikal iflosliklardan tozalovchi agregatning ko‘rinishi



11-rasm. Paxtani mayda iflosliklardan tozalovchi tajriba o‘tkazish standining sxemasi



Mavjud setkaning ko‘rinishi



Teshiklari vertikal joylashgan setkaning ko‘rinishi



Teshiklari gibrud joylashgan setkaning ko‘rinishi

12-rasm. Mavjud, vertikal va teshiklari gibrud shaklda joylashgan to‘rli yuzalarning umumiy ko‘rinishi

Paxta tozalashning mavjud (vertikal) va takomillashtirilgan (vertikal) agregatlari yordamida tozalash natijasida iflosliklardagi tolali chiqindilarning oshish miqdori qiyosiy jadvali shuni ko‘rsatadiki, I nav, I va II sinf paxtani tozalash paytida paxtani oldingi barabanga qaytishini kamaytirish, qoziqchali-plankali baraban hamda to‘rli yuza takomillashtirilganligi hisobiga paxta iflosligi mos ravishda (2,98% dan 0,65 % ga va 6.42 % dan 0,98% ga) kamaygan.

Vertikal usulda ishlovchi takomillashgan paxta tozalagichning ishlab chiqarish sharoitida olingan ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Seleksion navi, sanoat navi, sinf va paxtani yig'ib olish usuli			
	Buxoro-10, I nav 1-sinf, qo'l terimi		Buxoro-10, I nav 2-sinf, qo'l terimi	
	Vertikal tozalash agregati	Takomillashgan agregat ko'rsatkichlari	Vertikal tozalash agregati	Takomillashgan agregat ko'rsatkichlari
Tozalashgacha bo'lgan boshlang'ich sifat ko'rsatkichlari:				
- namligi, %	8,16	8,16	8,67	8,67
- iflosligi, %	2,98	2,98	6,42	6,42
- chigit shikastlanishi, %	0,2	0,2	0,3	0,3
- iflosliklardagi tolali chiqindilar miqdori, %	0,12	0,12	0,14	0,14
Tozalashdan keyingi sifat ko'rsatkichlari:				
- namligi, %	8,04	8,04	8,4	8,4
- iflosligi, %	0,71	0,65	1,1	0,98
- chigit shikastlanishi, %	0,7	0,5	0,9	0,7
- iflosliklardagi tolali chiqindilar miqdori, %	0,33	0,3	0,36	0,31
Tozalagichning texnologik ko'rsatkichlari:				
- namlik pasayish miqdori, %	0,12	0,12	0,27	0,27
- umumiy tozalash samaradorligi, %	76,2	83,5	89,3	95,8
- chigit shikastlanishining oshish miqdori, %	0,5	0,3	0,6	0,4
- iflosliklardagi tolali chiqindilarning oshish miqdori, %	0,21	0,19	0,22	0,20

Umumiy xulosalar

Vertikal usulda ishlayotgan tozalash agregati mavjud hamda takomillashtirilgan to'rtli yuzalarining mavjud va takomillashtirilgan qoziqchali-plankali barabanlardagi paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta'siri o'rganilganda quyidagi ijobiy natijalar olindi:

1. O'tkazilgan tadqiqotlar tahlili mavjud uskunalardagi o'rnatilgan qoziqchali-plankali baraban va to'rtli yuza konstruksiyasi xususida etarlicha izlanishlar olib borilmaganligini ko'rsatdi. Yuqori navli paxtani tozalash uchun ishlab chiqilgan vertikal agregatdagi mavjud diametri 400 mm va qoziqchalarning balandligi 50 mm bo'lgan ketma-ket qoziqchali-plankali barabanlarda tozalanayotgan paxtaning ma'lum qismi oldingi barabanga qaytayotganligi kuzatildi.

2. Mavjud paxta xomashyosi paxta bo‘lakchalari oqimi harakati modelidan farqli o‘laroq, qutb koordinatalarida murakkab harakatning ikki o‘lchovlilikini hisobga olgan holda, paxta xomashyosi va to‘rli yuzasi o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sirning yanada murakkablashgan modeli taklif etildi. Tozalash zonasida paxta bo‘lakchalari harakatining qo‘shimcha komponentini hisobga olish evaziga paxta bo‘lakchalari tezligi 5-8% ga oshdi hamda paxta yakka bo‘lakchasi yoki paxta bo‘lakchalarini iflosliklardan tozalash intensivligi oshishiga olib keldi.

3. Takomillashtirilgan qoziqchali barabanlarda tozalanayotgan paxta qatlamidan hosil bo‘lgan kuch (bosim)ning minimallashtirilishi evaziga elektr energiya sarfi 1-1,5 foizga kamaydi. O‘tkazilgan ko‘p omilli tajribalar natijasi bo‘yicha X_1 – qoziqchanning uzunligi - 80 mm, X_2 – uskunaning ish unumdorligi – 4 t/soat, X_3 - paxta iflosligi - 10 % tashkil etganda, vertikal tozalash agregatining paxtani mayda iflosliklardan tozalash seksiyasida tozalanayotgan paxtaning oldingi barabanga qaytish foizi 0,01% ni - eng past ko‘rsatkichni tashkil etdi.

4. Qo‘lda terilgan paxtani tozalash natijalariga ko‘ra 4 t/soat ish unumdorligida takomillashtirilgan paxta tozalash agregatida turli shakldagi to‘rli yuzalar bilan jihozlangan paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalash seksiyalarida eng yuqori tozalash samaradorligiga gibrid shakldagi to‘rli yuza va 80 mm lik qoziqchalar bilan jihozlangan qoziqchali-plankali barabanlarda erishildi. Ushbu ko‘rsatkich agregatning ish unumdorligi 4 t/soat bo‘lganda 92,8% ni tashkil etdi, bu esa mavjud to‘rli yuza va mavjud qoziqchali-plankali barabanlardagi tozalash samaradorligiga (88,3%) nisbatan 4,5 % ga yuqoriligini ko‘rsatdi.

5. O‘tkazilgan sinovlar natijalariga ko‘ra past (3 t/soat), o‘rta (5 t/soat) va yuqori (7 t/soat) unumdorlikda qoziqchali barabanlardagi oldingi barabanga qaytadigan paxta foizi qiyosiy tahlili bo‘yicha takomillashtirilgan vertikal joylashuvga ega tozalagichda paxtaning oldingi qoziqchali-plankali barabanda mavjud vertikal tozalagichga nisbatan o‘rtacha 22 barobar kamayishiga erishildi.

6. Takomillashtirilgan qoziqchali baraban ishlab chiqarishga tatbiq etilganda qayta ishlanayotgan paxta xomashyosidan olinayotgan tolaning sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanishi va elektr energiya tejalishi hisobiga 1 tonna paxta uchun 78519 so‘m iqtisodiy samaraga erishildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.T.21.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АБДУЛЛАЕВ ЯШИН БАХРОМОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО
АГРЕГАТА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ВЫСОКИХ СОРТОВ
ХЛОПКА**

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

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

Бухоро – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № В2025.3.PhD/Г5924

Диссертация выполнена в Бухарском государственном техническом университете.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (www.titli.uz) и на Информационно-образовательном портале "Ziyouet" (www.ziyouet.uz).

Научный консультант:

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бахадиров Гайрат Агаханович
доктор технических наук, профессор

Ибрагимов Фарход Хайруллоевич
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Джиззахский политехнический институт

Защита диссертации состоится на заседании Научного совета DSc.03/2025.27.12.1.21.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности 14 мая 2026 года в 10:00. (Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, здание 1, аудитория 222. Тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08; факс: 253-36-17; e-mail: titli_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована под № 293). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5. Тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан 28 апреля 2026 года
(протокол реестра № 293 от 28 апреля 2026 года).



Х.Х. Камиллова
член диссертационного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

А.З. Мамагов
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мировой практике на предприятиях первичной переработки хлопка одной из наиболее актуальных задач является эффективная очистка хлопка от примесей и получение высококачественного волокна. Ежегодно в мире производится около 24 млн. тонн хлопкового волокна, в связи с чем требуется внедрение в производство современных установок, обеспечивающих эффективную, энерго- и ресурсосберегающую очистку хлопка от имеющихся загрязнений и дефектов. В этой связи особое значение приобретает обеспечение устойчивого развития хлопководства, внедрение на предприятиях отрасли современных энергосберегающих технологических средств, а также увеличение выхода семян хлопчатника и короткого пуха, получаемых из семенного хлопка. Исходя из указанных задач, на предприятиях мировой хлопкоочистительной промышленности уделяется особое внимание модернизации высокоэффективного оборудования для очистки хлопка, а также рациональному использованию ресурсосберегающих компактных конструктивных решений.

В мировом масштабе проводятся научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование техники и технологии первичной переработки хлопка, внедрение современных технических средств и технологий, а также повышение эффективности использования производственного потенциала. В данных направлениях, в частности, актуальными являются исследования по совершенствованию оборудования для очистки хлопка от примесей, а также модернизации ресурсосберегающих вертикальных агрегатов. При этом особое внимание уделяется разработке эффективных устройств для очистки хлопка от загрязнений, созданию ресурсосберегающих конструкций рабочих органов, а также внедрению современных вертикальных методов в технологический процесс очистки хлопка.

В Республике Узбекистан реализуется комплекс мер, направленных на развитие отрасли первичной переработки хлопка, модернизацию хлопкоочистительных предприятий, внедрение современных форм организации производства и обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы, в частности, в направлении ускоренного развития национальной экономики и обеспечения высоких темпов роста определены следующие приоритетные задачи: «...двукратное увеличение объемов производства продукции текстильной промышленности, а также широкое внедрение программ по повышению производительности труда в отраслях промышленности».

В реализации указанных задач, в частности, важное значение имеет совершенствование технологических процессов первичной переработки хлопка, разработка и внедрение высокоэффективных машин и оборудования для переработки хлопка, модернизация используемой техники, а также совершенствование рабочих органов вертикального агрегата при эффективной

очистке высокосортного хлопка. В том числе актуальными являются разработка штифтово-планчатого барабана, а также рациональных конструкций сетчатых поверхностей, предназначенных для очистки хлопка от мелких примесей.

Настоящее диссертационное исследование в определённой степени направлено на реализацию задач, установленных в нормативно-правовых актах Республики Узбекистан, в частности в Указе Президента Республики Узбекистан от 22 июля 2024 года № УП-103 «О мерах по улучшению экономического и финансового состояния предприятий хлопководческой отрасли», Указе от 10 января 2023 года № УП-2 «О мерах по поддержке деятельности хлопково-текстильных кластеров, коренному реформированию текстильной и швейно-трикотажной промышленности, а также дальнейшему увеличению экспортного потенциала отрасли», а также в Постановлении Кабинета Министров от 22 июня 2020 года № 397 «О мерах по дальнейшему развитию хлопково-текстильного производства» и других нормативно-правовых документах, регулирующих данную сферу.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное научное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики — II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Вопросам совершенствования хлопкоочистительного оборудования и питающих устройств посвящён ряд научных исследований, выполненных зарубежными учёными, такими как W.S. Anthony, R.M. Sutton, D.W. Van Doorn, B.M. Norman, R.V. Baker, P.A. Boving, J.W. Laird, T.S. Manojkumar, V.G. Arude, S.K. Shukla и другими.

Исследованиям, связанным с техникой и технологией очистки хлопка от мелких и крупных примесей, определением параметров и режимов работы основных рабочих органов, а также совершенствованием хлопкоочистительных агрегатов, посвящены труды ряда учёных, в том числе G.I. Мирошниченко, G.I. Болдинский, R.V. Корабельников, A. Расулов, B.M. Марданов, A.E. Лугачёв, A. Джураев, Y.S. Сосновский, A.A. Сафаев, X.T. Ахмадхожайев, R.M. Муродов, I.D. Мадумаров, Ш.Ш. Хакимов, X.S. Усманов, R.X. Расулов, F.N. Сирожиддинов, A.П. Мавлянов и другие, внесшие значительный вклад в развитие данной области.

Вместе с тем анализ показал, что используемое на зарубежных и отечественных хлопкоочистительных предприятиях оборудование, в особенности вертикальные очистительные агрегаты, предназначенные для высокосортного хлопка, а также их рабочие органы, не обеспечивают в полной мере требуемого повышения эффективности очистки, что свидетельствует о нерешённости задачи поиска рациональных конструктивных и технологических решений.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ вуза, в котором выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках государственных научно-технических программ в соответствии с приложением 7 к Постановлению Президента Республики

Узбекистан от 6 июля 2022 года № ПП-307.

Цель исследований - Повышение эффективности очистки установки за счет усовершенствования рабочих органов вертикального агрегата и определения их оптимальных параметров для эффективной очистки хлопка высоких сортов.

Задачи исследования:

проведение анализа научно-технических разработок по созданию эффективного оборудования для очистки хлопка, а также проведенных в этом направлении научно-исследовательских работ;

анализ влияния рабочих органов вертикального агрегата на эффективность очистки хлопка от мелких сорных примесей при очистке хлопка высоких сортов;

изучение влияния конструкции колково-планчатого барабана на процесс очистки путем изучения различных его конструкций;

обоснование параметров усовершенствованного колково-планчатого барабана в технологии вертикальной очистки хлопка;

проведение производственных испытаний усовершенствованного колково-планчатого барабана и сетчатой поверхности, а также расчет экономической эффективности.

В качестве объекта исследования были взяты секции очистки хлопка от мелких сорных примесей вертикального агрегата для эффективной очистки хлопка.

Предметами исследования являются параметры, конструкция и геометрические размеры секции очистки хлопка от мелких сорных примесей вертикального агрегата.

Методы исследования. В ходе исследования использовались методы теоретической и прикладной механики, математической статистики, методы сравнения, оценки и оптимизации с использованием целевых электронных программ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

конструкция секции очистки от мелких примесей вертикального агрегата усовершенствована на основе разработки нового колково-планчатого барабана и сетчатой поверхности, что позволяет повысить эффективность очистки;

Определены значения параметров усовершенствованного колково-планчатого барабана с учётом сил, воздействующих на сжатие хлопка в зоне его действия;

Установлены зависимости эффективности очистки хлопка от мелких примесей от воздействия удлинённых колков усовершенствованного колково-планчатого барабана;

Построена регрессионная модель основных параметров колково-планчатого барабана и сетчатой поверхности, а также показателей качества усовершенствованного очистителя с использованием метода наименьших квадратов.

Практические результаты исследования следующие:

разработаны усовершенствованный штифтово-планчатый барабан и сетчатая поверхность, направленные на повышение эффективности очистки мелких примесей в составе хлопка;

определены параметры конструкции штифтов усовершенствованного штифтово-планчатого барабана;

проведены производственные испытания усовершенствованного вертикального агрегата в секции очистки от мелких примесей с целью определения эффективности очистки высокосортного хлопка.

Достоверность результатов исследований объясняется практической проверкой результатов теоретических исследований усовершенствованной секции очистки хлопка в вертикальном агрегате, их логическим соответствием существующей и современной фундаментальной теории, использованием стандартизированных методов и инструментов при проведении вычислительных работ, а также внедрением полученных результатов в производство с реальной экономической эффективностью.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что была создана модель существующей и предлагаемой секции очистки хлопка от мелких сорных примесей, определено движение хлопка, проходящего через колково-планчатый барабан в зоне удара колка, и определены параметры секции очистки хлопка от мелких сорных примесей.

Внедрение результатов исследований. На основе установки усовершенствованного штифтово-планчатого барабана и сетчатой поверхности с вертикальным способом очистки хлопкового сырья на вертикальный агрегат:

Усовершенствованное хлопкоочистительное оборудование внедрено на хлопкоочистительных участках предприятий ООО «Когон пахта тозадаш», входящего в ООО «Бухоро Агрокластер» Бухарской области, а также ООО «Зархал текс» (согласно справке Ассоциации «Ўзтўқимачиликсаноат» Республики Узбекистан от 12 ноября 2025 года № 02/06-2681).

В результате внедрения усовершенствованного хлопкоочистителя, работающего по вертикальному принципу, в производственных условиях достигнуто повышение показателя очистки хлопка сортов Бухоро-10, I сорта, 1 и 2 класса на 7,3% и 6,5% соответственно. Также установлено снижение уровня повреждения семян в очищенном хлопке на 0,2% и 0,25%, а уменьшение содержания волокнистых отходов в примесях — соответственно на 0,02% и 0,03%.

Апробація результатов исследования. Результаты исследования были представлены и обсуждены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации в общей сложности опубликовано 13 научных работ. Из них 7 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов

диссертаций, в том числе 2 статьи — в зарубежных научных журналах. Кроме того, получено 1 свидетельство о регистрации авторского права на программный продукт, выданное Агентством интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 109 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость проведенных исследований, описывает цель и задачи исследований, объекта и предмета, описывает научную новизну и практические результаты исследований, раскрывает научную и практическую значимость полученных результатов, внедрение результатов исследования в практику, предоставляет информацию о структуре опубликованных научных работ и объема диссертаций.

В первой главе диссертации, озаглавленной «Анализ литературы», рассматривается анализ оборудования, используемого в отечественных и зарубежных технологиях очистки хлопка, который показывает, что одним из способов повышения эффективности очистки хлопка от мелких примесей является применение технологии последовательной очистки. Анализ проведенных исследований показал, что недостаточно изучена конструкция установленной сетчатой поверхности в существующем оборудовании. Анализ используемых в настоящее время хлопкоочистительных машин для очистки от мелких примесей показал, что рабочая площадь сетчатой поверхности с решетчатыми барабанами не превышает 100 градус. Несмотря на проведенные исследования, было установлено, что конструкция и форма рабочей зоны сетчатой поверхности, установленной в существующем отечественном и зарубежном оборудовании, не изменились, то есть остались прежними, и было отмечено высокое энергопотребление. Было обнаружено, что рабочие части вертикального агрегата оказывают определенное частичное негативное влияние на эффективность очистки хлопка от мелких примесей при очистке хлопка высоких сортов.

Во второй главе диссертации, заглавленной «Теоретические исследования динамических процессов, возникающих в колково-планчатом барабане вертикального агрегата» согласно допущенным предположениям, летучка хлопка помещена между двумя колками, вращающимися с постоянной скоростью, и, помимо той же скорости вращения, что и колки, летучка также движется в радиальном направлении вдоль поверхности штифта (рис. 1). На деталь действуют следующие силы: mg , — сила тяжести хлопкового клочка, $Q_r^{(3)}$ — упругая сила $Q_r^{(2)}$ — сила Кориолиса, $Q_r^{(4)}$ — сила упругости пружины N — нормальная сила, действующая на летучку.

Полярные координаты летучки в плоскости дуги:

$$x = r \sin(\omega t + \varphi_0), y = r \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Здесь $r=r(t)$ — центр летучки, M — перемещение летучки вдоль радиуса летучки, ω — угловая скорость барабана, φ_0 — начальный угол, образованный колком с вертикальной осью.

Мы определяем кинетическую энергию летучки массой m :

$$T = \frac{m}{2}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) = \frac{m}{2}(\dot{r}^2 + r^2\omega^2) \quad (1)$$

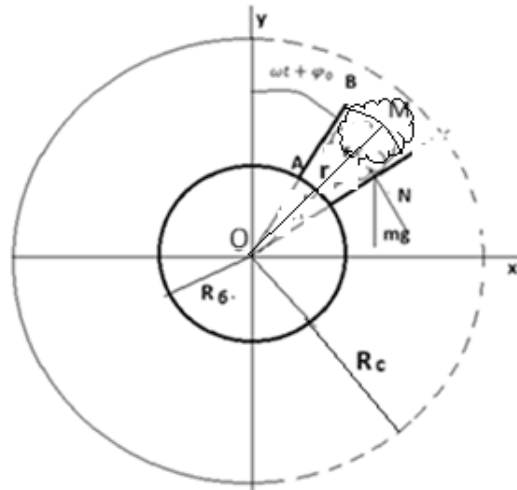


Рис. 1. Схема движения куска хлопка между колками.

Принимаем r в качестве обобщенной координаты и определяем силы, действующие в ее направлении.

1. Сила тяжести и силы трения под ее воздействием:

$$Q_r^{(1)} = -mg[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] \quad (2)$$

2. Сила Кориолиса направлена перпендикулярно радиус-вектору и, согласно закону Кулона, создает силу трения, действующую на летучку.

$$Q_r^{(2)} = -2fm\dot{r}\omega \quad (3)$$

3. Упругая сила взаимодействия между летучкой и поверхностью сетки с коэффициентом жесткости k_0 :

$$Q_r^{(3)} = -k_0r \quad (4)$$

$r = r(t)$ для определения этой функции мы формулируем уравнение Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}}\right) - \frac{\partial T}{\partial r} = Q_r^{(1)} + Q_r^{(2)} + Q_r^{(3)} \quad (5)$$

Подставляя выражения (1)-(4) в уравнение (5), получаем дифференциальное уравнение второго порядка относительно функции $r(t)$:

$$m\ddot{r} - mr = -mg[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] - 2fm\dot{r}\omega \quad (6)$$

Приводим уравнение (5) к следующей формуле ($\omega_0 = \sqrt{k_0/m}$)

$$\ddot{r} + 2f\dot{r}\omega - (\omega^2 - \omega_0^2)r = -g[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] \quad (7)$$

Уравнение (7) является линейным, и мы ищем его общее решение в виде следующей суммы:

$$r = \bar{r}(t) + \hat{r}(t) \quad (8)$$

Здесь функция $\bar{r}(t)$ является однородной:

$$\ddot{\bar{r}} + 2f\dot{\bar{r}}\omega - (\omega^2 - \omega_0^2)\bar{r} = 0 \quad (9)$$

Это решение функции, функция $\hat{r}(t)$ является неоднородной:

$$\ddot{\hat{r}} + 2f\dot{\hat{r}}\omega - (\omega^2 - \omega_0^2)\hat{r} = -g[\cos(\omega t + \varphi_0) + f\sin(\omega t + \varphi_0)] \quad (10)$$

частное решение уравнения и его форма представлены ниже:

$$\hat{r} = A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\text{Здесь } A = g \frac{2f^2\omega^2 - \omega_0^2 + 2\omega^2}{(\omega_0^2 - 2\omega^2)^2 + 4f^2\omega^4}, B = \frac{fg(4\omega^2 - \omega_0^2)}{(\omega_0^2 - 2\omega^2)^2 + 4f^2\omega^4} \quad (11)$$

Общее решение уравнения (9) зависит от физических величин ω , ω_0 и f . Мы ищем его решение в форме $\bar{r} = \exp(\lambda t)$. Если мы подставим это выражение в уравнение (9), мы получим квадратное уравнение относительно λ :

$$\lambda^2 + 2f\omega\lambda - (\omega^2 - \omega_0^2) = 0$$

Решение этого уравнения выглядит следующим образом:

$$\lambda_1 = -\omega(f + \sqrt{f^2 + (1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2})}), \lambda_2 = -\omega(f - \sqrt{f^2 + (1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2})})$$

Натуральное или комплексное значение числа λ – зависит от значения $\frac{\omega_0}{\omega}$

Поэтому рассмотрим следующие случаи:

$\frac{\omega_0}{\omega} < 1$. В этом случае выражения под корнем являются положительными. $\lambda_1 < 0$, условия $\lambda_2 > 0$ выполнены, $\lambda_1 = -\alpha$, ($\alpha > 0$) и $\lambda_2 = \beta > 0$ определены, и общее решение уравнения (9) получаем следующим образом:

$$\bar{r} = C_1 \exp(-\alpha t) + C_2 \exp(\beta t)$$

Таким образом, общее решение уравнения (7) имеет следующий вид:

$$r = C_1 \exp(-\alpha t) + C_2 \exp(\beta t) + A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0) \quad (12)$$

Мы используем эти начальные условия для определения констант C_1 и C_2 .

$$r_1, \dot{r}(0) = 0$$

В этом случае C_1 и C_2 удовлетворяют этим уравнениям:

$$\begin{aligned} C_1 + C_2 &= r_1 - A\cos\varphi_0 - B\sin\varphi_0 \\ -\alpha C_1 + \beta C_2 &= \omega (A\sin\varphi_0 - B\cos\varphi_0) \end{aligned}$$

Из этих систем определяем постоянные C_1 и C_2 :

$$C_1 = \frac{a_0\beta - b_0}{\alpha + \beta}, C_2 = \frac{b_0 + a_0\alpha}{\alpha + \beta}$$

$$a_0 = r_1 - A\cos\varphi_0 - B\sin\varphi_0, b_0 = \omega (A\sin\varphi_0 - B\cos\varphi_0)$$

$$1 < \frac{\omega_0}{\omega} < 1 + f^2$$

В этом случае уравнение (11) имеет вид:

$$\lambda_1 = -\omega(f + \sqrt{f^2 - (\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1)}), \lambda_2 = -\omega(f - \sqrt{f^2 - (\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1)})$$

Корни выбираются случайным образом $\lambda_1 = -\alpha_1$, $\lambda_2 = -\beta_1$ ($\alpha_1 > 0$, $\beta_1 > 0$).

Уравнение(7) имеет вид:

$$r = C_1 \exp(-\alpha_1 t) + C_2 \exp(-\beta_1 t) + A\cos(\omega t + \varphi_0) + B\sin(\omega t + \varphi_0) \quad (12)$$

Постоянные C_1 и C_2 имеют следующий вид:

$$C_1 = \frac{a_0\beta_1 + b_0}{\beta_1 - \alpha_1}, C_2 = \frac{b_0 + a_0\alpha_1}{\alpha_1 - \beta_1}$$

$$\frac{\omega_0}{\omega} > 1 + f^2$$

В этом случае решения уравнения (11) будут комплексными корнями:

$$\lambda_1 = -\omega(f + i\sqrt{(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1) - f^2}), \lambda_2 = -\omega(f - i\sqrt{(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1) - f^2})$$

Принимаем следующие обозначения:

$$\lambda_1 = -\alpha_0 - i\beta_0, \quad \lambda_2 = -\alpha_0 + i\beta_0$$

С помощью их находим решение уравнения(7)

$$r = \exp(-\alpha_0 t)(C_1 \cos\beta_0 t + C_2 \sin\beta_0 t) + A \cos(\omega t + \varphi_0) + B \sin(\omega t + \varphi_0)$$

при этом постоянные C_1 и C_2 приобретает следующий вид

$$C_1 = a_0, C_2 = (a_0 \alpha_0 + b_0)/\beta_0,$$

Полная скорость летучки рассчитывается по следующей формуле.

$$v = \sqrt{\dot{r}^2 + \omega^2 r^2} \quad (13)$$

В расчетах расстояние от центра барабана до поверхности сетки (рис. 2) $R_c=0,106$ м, отношение $\frac{\omega_0}{\omega}$ и длина насыпи $l=AB$ рассчитываются по формуле (15), а графики изменения полной скорости летучки относительно времени t (сек) представлены на рис. 3. В расчетах предполагалось, что центр летучки лежит на дуге, проходящей через насыпь, а максимальное смещение этой точки вдоль радиуса определяется как $r_{\max}=0,192$ м

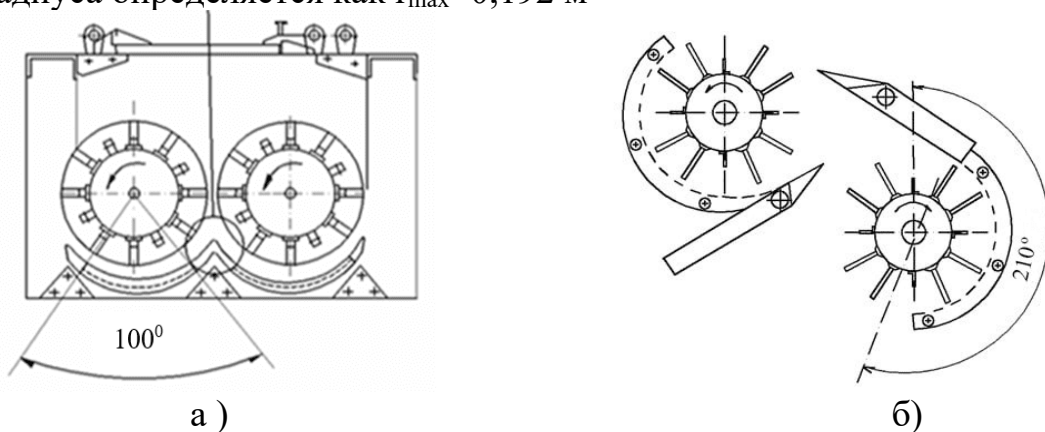


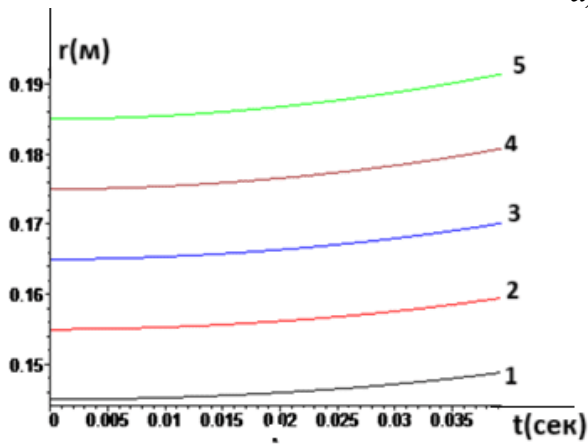
Рис. 2. Схема основных рабочих органов существующего а) и предлагаемого б) очистителя хлопка от мелких сорных примесей

Из анализа графиков, представленных на рисунке 3, видно, что при увеличении расстояния r_1 его перемещение и скорость увеличиваются на 4-5%. В используемых физических величинах максимальное перемещение летучки относительно центра при частоте $\omega_0 = \sqrt{k/m} \geq 0.965\omega$ составляет 0,192 м, и увеличение этого параметра может уменьшить перемещение и скорость летучки. Следовательно, если летучки имеет радиальное движение в зоне очистки, помимо вращательного движения, и если учитывается нормальная упругая сила, действующая на летучку со стороны поверхности сетки, скорость летучки может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от значения упругой силы.

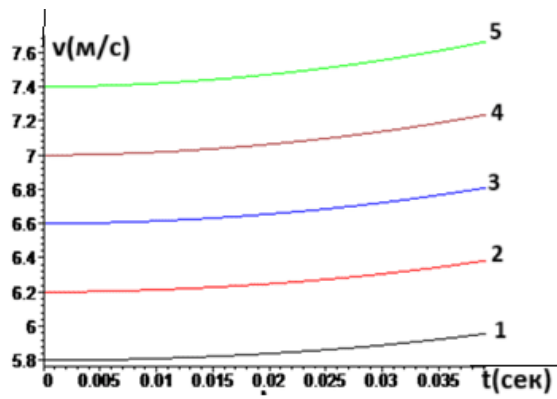
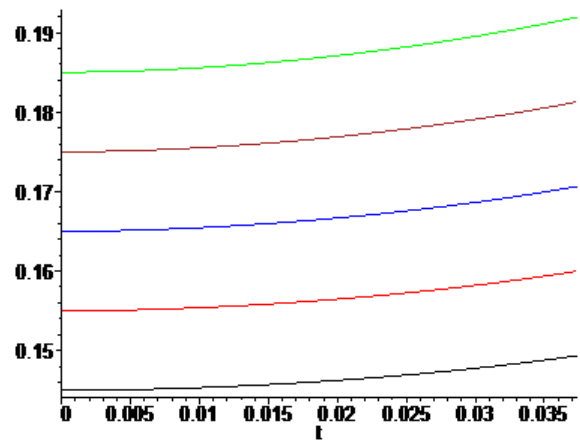
$$\omega = 40 \left(\frac{1}{c}\right)$$

$$\omega_0 = 0.965\omega$$

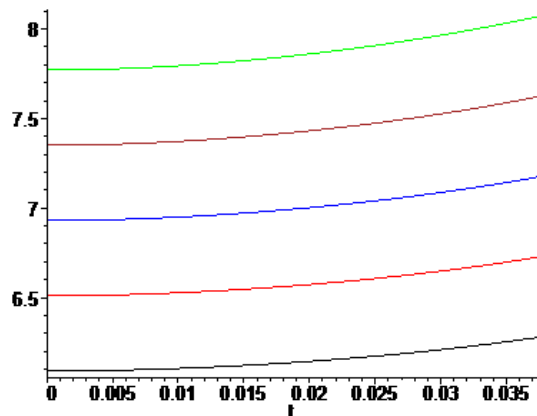
$$\omega = 42 \left(\frac{1}{c}\right)$$



a)



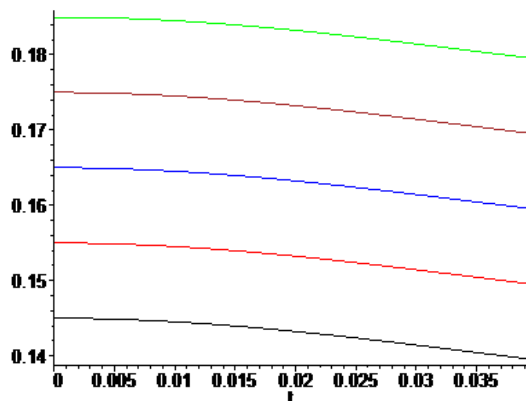
б)



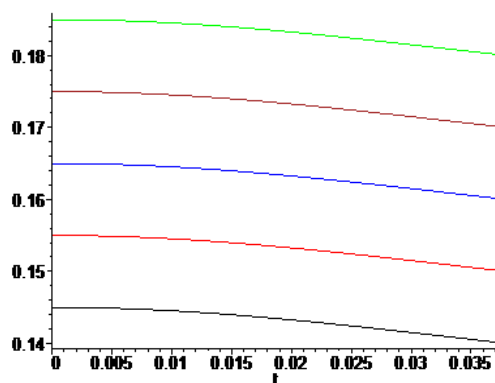
$$\omega = 40 \text{ 1/c}$$

$$\omega_0 = \omega$$

$$\omega = 42 \text{ 1/c}$$



б)



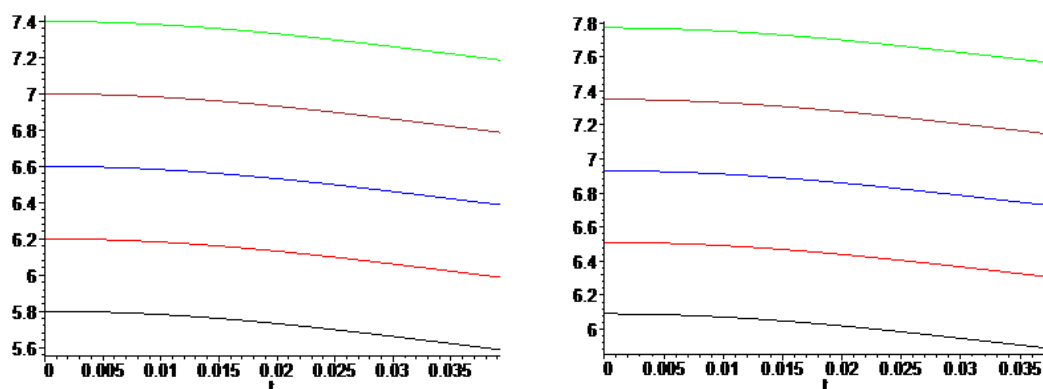


Рис. 3. Графики изменения смещения летучек хлопка r (м) (а) и скорости v (м/с) (б) в зависимости от времени t (сек) при двух различных значениях скорости вращения барабана и параметра (ω_0 1/с) и расстояния r_1 (м):
 1- $r_1=0,145$, 2- $r_1=0,155$, 3- $r_1=0,165$, 4- $r_1=0,175$, 5- $r_1=0,185$

Предположим, что летучка отделена от колка в точке А, а зона очистки перемещается наружу. Единственная сила, действующая на летучку вдоль оси ОУ, — это его гравитация. В момент времени $t = 0$ шарик находится в точке А со скоростью $v_0 = v(t_0)$ в направлении АВ (рисунок 4) и движется из точки 0 направляющей ОУ. Мы устанавливаем начало координат в точке 0, делая ось ОХ горизонтальной, а ось ОУ перпендикулярной ей и направляя ее вверх. В момент времени $t > 0$ пусть летучка движется по траектории ОХ в пространстве, отделенная от направляющей, и обозначим координаты ее произвольной точки через М(х,у). Учитывая проекции скорости в направлении ОХ в $v_{OB} = v_0 \cos \psi$, запишем выражения для её начальных скоростей вдоль координатных осей $\dot{x} = \dot{x}_0 = -v_0 \cos \psi \cos \varphi_0 (\varphi_0 - \psi)$, $\dot{y} = \dot{y}_0 = -v_0 \cos \psi \sin \varphi_0 (\varphi_0 - \psi)$. В этом случае её траектория будет иметь форму параболы. $y = -\frac{g x^2}{x_0^2} + x \operatorname{tg}(\varphi_0 - \psi)$

а)

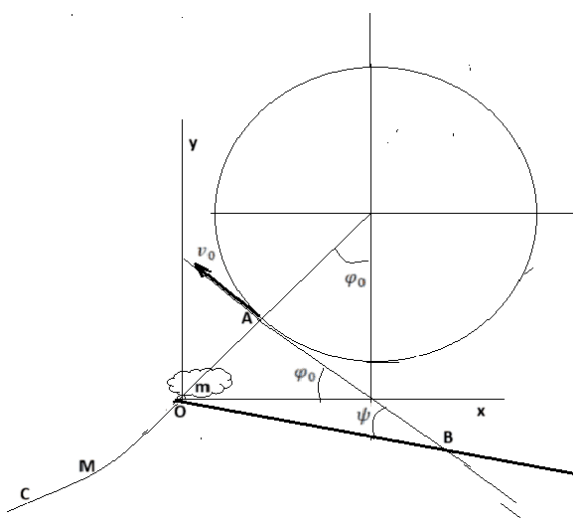


Рис. 4. Положение летучки в направляющей при $t=0$

На рис.5 показаны графики траекторий движения летучки в свободном пространстве в зависимости от времени t (сек) для двух различных значений расстояния r_1 (м) и траекторий ω и ω_0 . Анализ графиков показал, что траектория летучки в пространстве имеет вид параболы, и при увеличении расстояния r_1

его движение в направлении, противоположном оси ординат, может быть очень интенсивным.

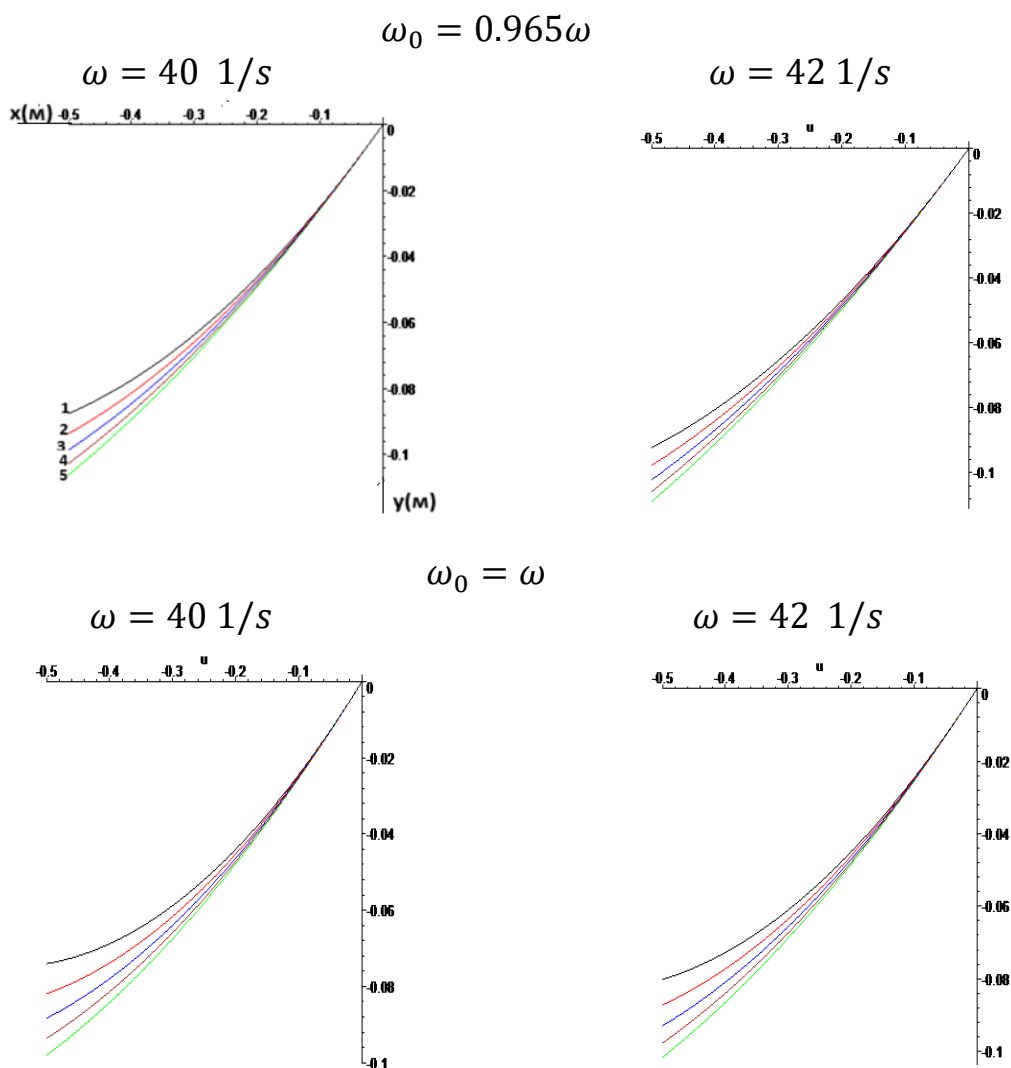


Рис. 5. Траектории летучки $y=f(x)$ при различных значениях параметра (ω_0 1/с) и расстояния r_1 (м): 1- $r_1 = 0,145$, 2- $r_1 = 0,155$, 3- $r_1 = 0,165$, 4- $r_1 = 0,175$, 5- $r_1 = 0,185$

На основе проведенных теоретических исследований, в отличие от существующей модели потока хлопковых летучек в хлопковом сырье, была предложена более сложная модель взаимодействия хлопкового сырья с поверхностью сетки, учитывающая двумерность комплексного движения в полярных координатах. Было выявлено, что наличие дополнительной скорости потока в радиальном направлении оказывает существенное влияние на траекторию движения хлопковых летучек в свободном пространстве при их перемещении в следующую зону очистки.

Для выявления причин и факторов, влияющих на эти недостатки технологии вертикальной очистки хлопка, был проведен динамический анализ с использованием 3D-моделирования процессов, происходящих в модернизированной хлопкоочистительной машине с вертикальным расположением рабочих органов для очистки хлопка от мелких примесей с помощью программы Rocky DEM. Было доказано, что даже при снижении

эффективности вертикальной хлопкоочистительной машины (до 57%) определенное количество летучек хлопка возвращается в предыдущий барабан, что негативно сказывается на очистке хлопка. В результате проведенных исследований было установлено, что объем транспортируемого и очищенного хлопка в существующих в производстве колково-планчатых барабанах с последовательно расположенными колками диаметром 400 мм и высотой колков 50 мм недостаточен, и существует необходимость удлинения колков.

Из-за несовершенства конструкции колково-планчатых барабанов с последовательно расположенными колками при очистке хлопка от мелких примесей во всех барабанах вертикальной хлопкоочистительной машины наблюдается значительное влияние силы (давления), создаваемой очищаемым слоем хлопка.

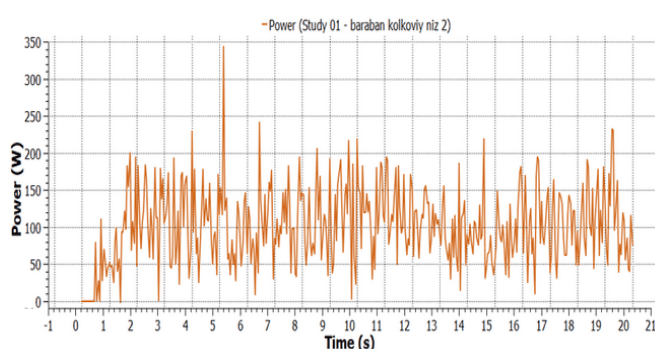
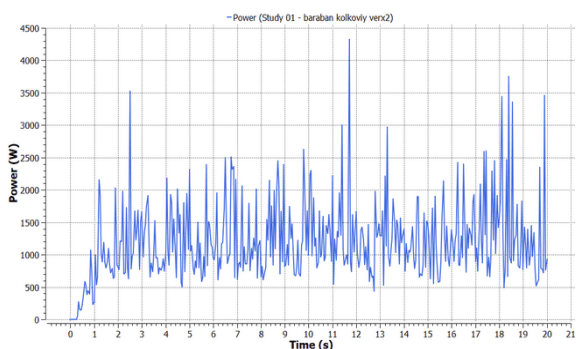
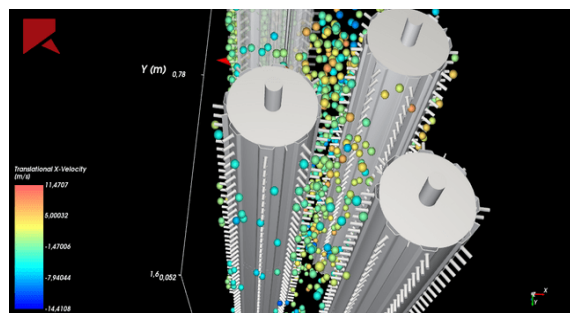
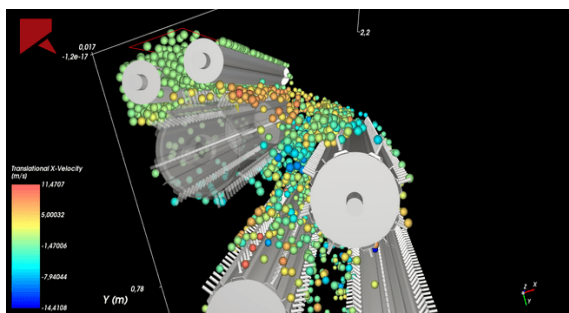


Рис. 6. Модель работы первого барабана колково-планчатого $P = 7$ т/час, $W = 3000$ Ра и $\Delta Q = 18\%$

Рис. 7. Модель работы третьего колковго планчатого барабана $P = 7$ т/час, $W = 200$ Ра и $\Delta Q = 3\%$

При максимальной производительности оборудования 7 т/ч основная сила (давление) при транспортировке и очистке хлопка от мелких примесей приходится на первый барабан (3000 W), а при выходе из третьего барабана она уменьшается в 15 раз и составляет 200 W (рисунки 6-7). Модернизация конструкции вертикального хлопкоочистителя, обеспечивающая эффективную и полную работу хлопка в вертикальном положении и очистку от мелких примесей, доказала необходимость создания улучшенной конструкции барабана с удлиненными колками. Доказано, что усовершенствованные барабаны минимизируют усилие (давление), создаваемое очищаемым слоем хлопка, и повышают эффективность очистки от мелких примесей при хлопкоочистке, что снижает потребление электроэнергии на 1-1,5%.

Изменения в очистке от мелких примесей в барабанах вертикального хлопкоочистительного агрегата с минимальной производительностью 4 т/ч

(рис. 8, 9) показывают, что в минимальных режимах работы вертикального агрегата наблюдался возврат определенного процента очищаемого хлопка и в предыдущий очищающий барабан. Это доказывает, что даже при снижении производительности вертикального агрегата до 57 процентов определенный процент очищаемого хлопка возвращается в предыдущий барабан, что негативно влияет на процесс очистки хлопка от мелких примесей.

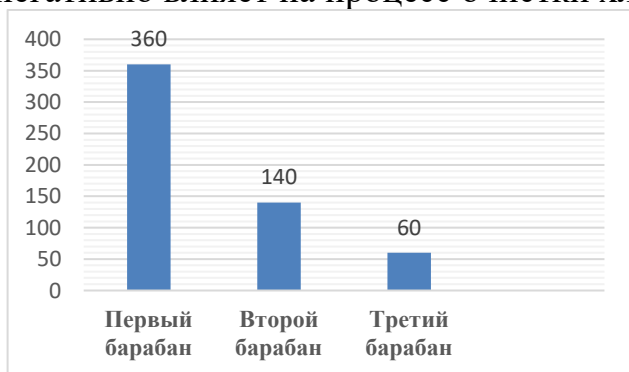


Рис. 8. Показатели изменения силы (давления), оказываемого слоем хлопка на колково-планчатые барабаны с минимальной производительностью 4 т/ч



Рис. 9. Показатели изменения процента очищенного хлопка, возвращающегося на предыдущий барабан хлопкоочистительной машины с минимальной производительностью 4 т/ч

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Разработка усовершенствованных рабочих органов вертикального блока, проведение экспериментальных испытаний и расчет экономической эффективности**», были изучены параметры поверхности сетки в секции очистки вертикального агрегата от мелких сорных примесей и их влияние на эффективность очистки. Эксперименты проводились на лабораторном стенде, показанном на рис.10 и Для эксперимента были подготовлены сетчатые поверхности существующей, вертикальной и гибридной формы для двух-четырех барабанов (существующих и усовершенствованных) (рис.12).

Лабораторное оборудование по своим геометрическим параметрам и скоростным режимам пыльчатого и колкового барабанов, а также других рабочих органов, соответствует секциям колкового барабана оборудования типа 1 ХК, при этом длина барабанов составляет 300 мм.

Эксперимент проводился в следующем порядке. С помощью инвертора были определены частоты вращения питающих валиков, обеспечивающих производительность по хлопку 6 т/ч и 4 т/ч.

Геометрические размеры пыльчатых и колково-планчатых барабанов и других рабочих элементов лабораторного оборудования были такими же, как у секций очистки хлопка от мелких сорных примесей очистителя марки 1 ХК, только длина барабанов составляла 300 мм.

Показатели работы усовершенствованного хлопкоочистителя вертикального типа, полученные в производственных условиях, определены при переработке хлопка селекционного сорта Бухара-10, I промышленного сорта, 1-го класса и 2-го класса I сорта, собранного вручную.

Исходные показатели перерабатываемого хлопка составили: в приведённой последовательности — засорённость 2,98% и 6,42%, влажность 8,16% и 8,67% соответственно.

Показатели работы усовершенствованного хлопкоочистителя вертикального типа, полученные в производственных условиях, приведены в таблице 1.



Рис. 10. Общий вид экспериментального стенда для очистки хлопка от мелких и крупных примесей

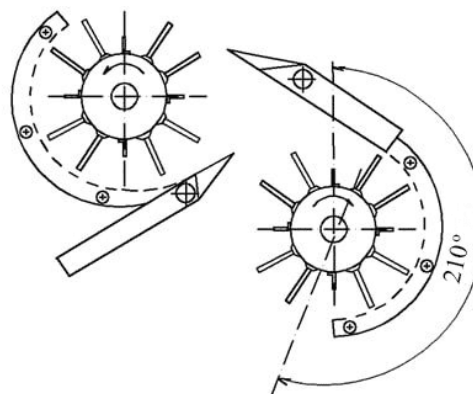


Рис. 11. Схема экспериментального стенда для очистки хлопка от мелких примесей



Вид существующей сетчатой поверхности



Вид сетки с вертикальными отверстиями



Вид сетки с гибридными отверстиями

Рис.12. Вид сетчатой поверхности с вертикальными отверстиями

Таблица 1

Показатели, полученные в условиях работы усовершенствованной хлопкоочистительной машины вертикального типа.

Показатели	Селекционный, промышленный сорт, класс и вид сбора хлопка			
	Вихоро-10, I- сорт I-класс, ручной сбор		Вихоро-10, I- сорт II-класс, ручной сбор	
	Вертикальный агрегат	Модернизированный вертикальный агрегат	Вертикальный агрегат	Модернизированный вертикальный агрегат
Качественные показатели хлопка до очистки:				
- влажность, %	8,16	8,16	8,67	8,67
-засоренность, %	2,98	2,98	6,42	6,42
- поврежденность семян, %	0,2	0,2	0,3	0,3
- содержание волокнистых отходов в сорных примесях, %	0,12	0,12	0,14	0,14
Качественные показатели хлопка после очистки:				
- влажность, %	8,04	8,04	8,4	8,4
-засоренность, %	0,71	0,65	1,1	0,98
- поврежденность семян, %	0,7	0,5	0,9	0,7
- содержание волокнистых отходов в сорных примесях, %	0,33	0,3	0,36	0,31
Технологические показатели очистителей:				
- снижение влажности, %	0,12	0,12	0,27	0,27
- общий очистительный эффект, %	76,2	83,5	89,3	95,8
- поврежденность семян, %	0,5	0,3	0,6	0,4
- содержание волокнистых отходов в сорных примесях, %	0,21	0,19	0,22	0,20

Общие выводы:

При изучении влияния существующих и усовершенствованных сетчатых поверхностей вертикально - очистительного агрегата на эффективность очистки хлопка от мелких и крупных примесей в существующих и усовершенствованных барабанах с удлиненными колками были получены следующие положительные результаты:

1. Анализ проведенных исследований показал, что в существующем оборудовании недостаточно изучена конструкция колково-планчатого барабана и сетчатой поверхности. Было отмечено, что в существующих колково-планчатых барабанах диаметром 400 мм и высотой колка 50 мм в вертикальном агрегате, предназначенном для очистки хлопка высоких сортов, определенная часть очищенного хлопка возвращается в предыдущий барабан.

2. В отличие от существующей модели потока хлопковых летучек в хлопковом сырье, была предложена более сложная модель взаимодействия хлопкового сырья с поверхностью сетки, учитывающая двумерность сложного

движения в полярных координатах. С учетом дополнительной составляющей движения хлопковых летучек в зоне очистки скорость хлопковых летучек увеличилась на 5-8%, что привело к повышению интенсивности очистки отдельных хлопковых летучек или частиц от примесей.

3. Согласно прогнозам, благодаря минимизации силы (давления), создаваемой слоем очищенного хлопка в усовершенствованных колково-планчатых барабанах, ожидается снижение энергопотребления на 1-1,5 процента. По результатам многофакторных экспериментов, при X_1 – длина колка – 80 мм, X_2 – производительность оборудования – 4 т/ч, X_3 – содержание сорных примесей в хлопке – 10%, процент хлопка, очищаемого в секции очистки хлопка от мелких примесей вертикального агрегата, процент возвращаемого на предыдущий барабан хлопка был наименьшим и составил – 0,01%.

4. Результаты очистки хлопка, собранного вручную, в усовершенствованном хлопкоочистительном агрегате производительностью 4 т/ч. В секциях очистки хлопка от мелких и крупных примесей, оснащенных сетчатыми поверхностями различной формы, наибольшая эффективность очистки достигается в колково-планчатых барабанах, оснащенных гибридной сетчатой поверхностью и колком размером 80 мм. Этот показатель составил 92,8% при производительности агрегата 4 т/ч, что на 4,5% выше, чем эффективность очистки хлопка на существующих агрегатах (88,3%).

5. По результатам лабораторных испытаний сравнительный анализ процента хлопка, возвращающегося на предыдущий барабан в колково-планчатых барабанах при низкой (3 т/ч), средней (5 т/ч) и высокой (7 т/ч) производительности, показал, что в усовершенствованном вертикальном очистителе процент хлопка, возвращающегося на предыдущий колково-планчатый барабан, снизился в среднем в 22 раза по сравнению с существующим вертикальным очистительным агрегатом.

6. Внедрение в производство усовершенствованных барабанов с удлиненными колками и очистителя с сетчатой поверхностью позволило получить экономическую эффективность в размере 78 519 сумов за тонну хлопка за счет улучшения качества волокна, полученного из переработанного хлопкового сырья.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/2025.27.12.T.21.01AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND
LIGHT INDUSTRY**

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

ABDULLAEV YASHIN BAXROMOVICH

**IMPROVEMENT OF WORKING PARTS OF VERTICAL UNIT FOR
EFFICIENT CLEANING OF HIGH-GRADE COTTON**

**05.02.03 – Technological machines. Robots. Mechatronics and robotic
systems**

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) IN
TECHNICAL SCIENCES**

Bukhara – 2026

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 B2025.3.PhD/T5924

The dissertation was conducted at Bukhara State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council at the address www.titli.uz and on the web site of "Ziyonet" information and education portal (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser:

Usmanov Khayrulla

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Baxadirov Gayrat

doctor of technical sciences, professor

Ibragimov Farxad

doctor of technical sciences, docent

Leading organization:

Jizzakh polytechnic institute

The defense of the dissertation will be held at a meeting of the Scientific Council DSc.03/2025.27.12.T.21.01 under the Tashkent Institute of Textile and Light Industry on May 14, 2026, at 10:00. (Address: 100100, Tashkent city, Shohjahon-5, Building 1, Room 222. Tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08; Fax: 253-36-17; e-mail: titli_info@edu.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registered under № 293). Address: 100100, Tashkent city, Shohjahon-5. Tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

The dissertation abstract was distributed on April 28, 2026
(Record protocol № 293 dated April 28, 2026).



Kh.Kh.Kamilova

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

A.Z.Mamatov

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

Sh.Sh.Xakimov

Deputy Chairman of the scientific seminar at the scientific council by the award of scientific degrees, doctor of the technical sciences professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research is to improve the working parts of the vertical unit for effective cleaning of high-grade cotton and to increase the cleaning efficiency of the unit based on the determination of their optimal values.

The object of the research is the section for cleaning fine impurities of the vertical unit for effective cleaning of high-grade cotton.

The subject of the research is the parameters, design and geometric dimensions of the section for cleaning fine impurities of the vertical unit.

Research methods. In the course of the research, theoretical and applied mechanics, mathematical statistics methods, methods of comparison, evaluation and optimization using targeted electronic programs were used.

The scientific novelty of the research consists in the following:

The design of the fine-impurity cleaning section of the vertical unit has been improved through the development of a new peg-and-slat drum and a mesh surface, enabling an increase in cleaning efficiency;

The parameter values of the improved peg-and-slat drum have been determined, taking into account the forces affecting cotton compression within the drum's zone of action;

The relationships between the cleaning efficiency of cotton from fine impurities and the effect of the extended pegs of the improved peg-and-slat drum have been established;

A regression model of the main parameters of the peg-and-slat drum and the mesh surface, as well as the quality indicators of the improved cleaner, has been developed using the least squares method.

Implementation of the research results. Based on the installation of an improved peg-and-slat drum and a mesh surface, designed for a vertical cotton cleaning method, into a vertical apparatus:

The improved cotton-cleaning equipment has been implemented at the cotton processing departments of "Kogon Cotton Cleaning" enterprise under "Bukhara Agrocluster" LLC in Bukhara region, as well as at "Zarxal Teks" LLC (reference No. 02/06-2681 dated November 12, 2025, issued by the "Uztextile Industry" Association of the Republic of Uzbekistan).

As a result, under production conditions, the performance of the improved vertical cotton cleaner increased the cleaning efficiency for Bukhara-10, Grade I, Classes 1 and 2 cotton by 7.3% and 6.5%, respectively. At the same time, the level of seed damage in cleaned cotton decreased by 0.2% and 0.25%, and the content of fibrous waste in impurities decreased by 0.02% and 0.03%, respectively.

Structure and volume of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of used literature and applications. The volume of the dissertation is 109 pages.

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

1-bo'lim. Раздел-1. Part-1

1. Abdullayev Ya.B., Usmanov X.S., A.E.Tangriyev., R.A. Saburov Анализ очистительных агрегатов хлопка и поиск инновационных решений по их совершенствованию. Universum: технические науки публикации в выпуске 2(131), Научный журнал, 2025 г, -С. 5-10. (02.00.00; №1)
2. Abdullayev Y.B., Usmanov X.S. Plankali qozichali barabanlarda paxta bo'lakchasiining to'rtli yuza bo'ylab murakkab harakatining tadqiqi // Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali. Namangan: 2025. №3 (20), 100-108 b. (05.00.00; № 312/5)
3. Abdullayev Y.B., Usmanov X.S. Paxtani mayda iflosliklardan tozalashda vertikal agregatda uskunaning tozalash samaradorligini oshirishda regression modelini qurish // Ta'lim, fan va innovatsiya. Ma'naviy-uslubiy, ilmiy-uslubiy jurnal. Toshkent 2025. №5 185-192 b. (05.00.00; №365).
4. X.S.Usmonov., Y.B.Abdullayev Paxtani tozalashda chet el texnologiyasi va jihozlari // Namangan muhandislik-qurilish instituti "Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali, 2025 yil №1, 238-245 b.(05.00.00;№1)
5. X.S.Usmonov., Y.B.Abdullayev Paxtadan mayda iflosliklarni ajratish jarayoni mavjud texnika va texnologiyalar uskunalari tahlili // "Namangan muhandislik-qurilish instituti "Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali 2025 y. №1, 246-251b. (05.00.00; №1)
6. E.X. Nematov, N.O. Kalandarov, Y.B. Abdullayev Material and strength characteristics of shafts used in rotary milling machines // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnali. 2024 yil, №2, 27-32 b. (05.00.00; №24)
7. Абдуллаев Я.Б., Усманов Х.С., Теоретическое исследование движения летучки хлопка между колками очистительного барабана // Universum: технические науки : 3(144). научн. журн. 2026 г, 84-89 с. (02.00.00; №1)

2-bo'lim. Раздел -2. Part-2

8. Гувохнома №DGU 47862. Paxtadan iflosliklarni ajratish mashinasi vertikal agregatning ishchi organlari // Абдуллаев Я.Б., Усманов Х.С., // - 2025.
9. Abdullayev Y.B., Usmanov X.S. Foreign technologies and equipment in cotton cleaning // European science international conference, 2025, 144-148 b.
10. Abdullayev Y.B., Usmanov X.S. Paxtadan mayda iflosliklarni tozalash bo'yicha olib borilgan nazariy va amaliy izlanishlar tahlili // "Tanqidiy nazar, tahliliy tafakkur va innovatsion g'oyalar" Respublika ilmiy-amaliy konferensiya, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, 2025, 260-265 b.
11. X.S.Usmanov., Y.B.Abdullayev. Агрегаты хлопка и анализ их совершенствования // "Xalqaro tajriba: ta'limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo'nalishida yuqori malakali kadrlar

tayyorlash istiqbollari” Xalqaro miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani, 2025, Toshkent, 234-237 b.

12. Abdullayev Y.B., Usmanov X.S. Paxtadan mayda iflosliklarni tozalash texnologik japyonida takomillashtirilgan uskunaning geometrik o‘lchamlarini tadqiq qilish // To‘qimachilik va engil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarishda konseptual yondashuvlar, innovatsion echimlar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2025 Urganch, O‘zbekistan 160-166 b.

13. Y.B.Abdullayev., Paxtadan iflosliklarni ajratish mashinasi vertikal agregatining ishchi organlari // O‘zbekiston Respublikasining "Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturlar va ma’lumotlar bazalarining huquqiy himoyasi to‘g‘risida"gi Qonuniga asosan elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur № DGU 47862, (2025).

14. Y.B.Abdullayev., Paxtani mayda iflosliklardan tozalash seksiyalardagi qoziqchali-plankali barabanlarni takomillashtirish bo‘yicha tadqiqotlar tahlili // “XXI asrda global muammolarni bartaraf etish: yashil iqtisodiyot va texnik taraqqiyotni rivojlantirishga qaratilgan fanlararo ilmiy izlanishlar” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman 2026 Navoiy, O‘zbekiston 174-180 b.

Avtorefrat «O'zbekiston to'qimachilik jurnali» ilmiy-texnik jurnal
tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlar mosligi
(27.04.2026 yil) tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 27.04.2026 yil.
Bichimi 60x45 ¹/₈, «Times New Roman»
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3,25. Adadi: 60. Buyurtma №-25
TTESI bosmaxonasida chop etildi. Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani,
Shohjahon ko'chasi ko'chasi, 5-uy.

