

**LINTER MASHINASIDA CHIGITLI VALIKNI ZICHLIGINI QAYD ETUVCHI  
QURILMA YUZASIDAGI HARAKATINI NAZARIY TADQIQI****t.f.d.DSc. Axmedov Xamidulla Abduxoshimovich**Email: [hamidulla009@inbox.ru](mailto:hamidulla009@inbox.ru)M.T.O'rozboev nomidagi Mexanika va inshootlar  
seysmik mustahkamligi instituti**katta o'qituvchi, Dalibekov Lochinbek Rustambekovich**Email: [dalibekov86@gmail.com](mailto:dalibekov86@gmail.com)

Farg'ona davlat texnika universiteti

**t.f.f.d.PhD.dots. Mallayev Orifjon Samad o'g'li**Email: [orifjonmallayev@gmail.com](mailto:orifjonmallayev@gmail.com)Termiz davlat muxandislik va  
agrotekhnologiyalar universiteti**t.f.f.d.PhD.dots. Abdurahmonov Olim Shoyqulovich**Email: [olim9201@mail.ru](mailto:olim9201@mail.ru)Termiz davlat muxandislik va  
agrotekhnologiyalar universiteti

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada paxtani birlamchi qayta ishlash zanjirining muhim bosqichlaridan biri bo'lgan linter mashinasi ishchi kamerasida joylashgan chigitli valik zichligini qayd etuvchi qurilma yuzasida paxta chigitining harakatlanish qonuniyatlari nazariy jihatdan tadqiq etilgan. Aylanuvchi baraban ichida harakatlanayotgan chigit zarrachasiga ta'sir etuvchi markazdan qochma kuch, og'irlik kuchi tashkil etuvchilari, devor tomonidan yuzaga keluvchi normal reaksiya va ishqalanish kuchlari inobatga olingan holda zarracha harakatining differensial tenglamalari tuzildi. Tenglamalar turli boshlang'ich fazaviy burchaklar ( $\varphi = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ$  va  $60^\circ$ ) uchun sonli yechildi va natijada chigitning radial tebranishi, chiziqli tezligi hamda markazdan qochma kuchining vaqt bo'yicha o'zgarish xarakteristikalarini olindi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, boshlang'ich burchak kattalashgani sari radial tebranish amplitudasi, tezlik va markazdan qochma kuchning maksimal qiymatlari ortib boradi, bu esa qurilma sirtidagi yuklanish xarakterini bevosita belgilaydi. Olingan natijalar zichlik qayd etuvchi qurilmaning konstruktiv-texnologik parametrlarini ilmiy asoslash, uni baraban ichida oqilona joylashtirish hamda linter mashinasining ish unumdorligi va o'lchash aniqligini oshirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda foydalanilishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** paxta chigiti, linter mashinasi, chigitli valik, zichlik qayd etuvchi qurilma, aylanuvchi baraban, markazdan qochma kuch, radial tebranish, boshlang'ich fazaviy burchak, differensial harakat tenglamasi, nazariy dinamik model.

**Аннотация.** В данной статье теоретически исследованы закономерности движения хлопковой семяночки на поверхности устройства для контроля плотности семяночного валика, установленного в рабочей камере линтера — одного из важных звеньев процесса первичной переработки хлопка. С учётом центробежной силы, составляющих силы тяжести, нормальной реакции стенки и силы трения, действующих на частицу семяночки, движущуюся внутри вращающегося барабана, составлены дифференциальные уравнения её движения. Уравнения численно решены для различных начальных фазовых углов ( $\varphi = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ$  и  $60^\circ$ ), в результате чего получены характеристики изменения во времени радиальных колебаний, линейной скорости и центробежной силы семяночки. Анализ показал, что с увеличением начального угла возрастают амплитуда радиальных колебаний, скорость и максимальные значения центробежной силы, что напрямую определяет характер нагрузки на поверхность устройства. Полученные результаты могут быть использованы для научного обоснования конструктивно-технологических параметров устройства контроля плотности,

его рационального расположения внутри барабана, а также при разработке практических рекомендаций по повышению производительности и точности измерения линтера.

**Ключевые слова:** хлопковая семяночка, линтер, семяночный валик, устройство контроля плотности, вращающийся барабан, центробежная сила, радиальные колебания, начальный фазовый угол, дифференциальное уравнение движения, теоретическая динамическая модель.

**Abstract.** This article presents a theoretical study of the motion patterns of a cotton seed on the surface of a density-monitoring device installed in the working chamber of a linter machine — one of the key stages in primary cotton processing. Taking into account the centrifugal force, the components of gravity, the normal reaction of the wall, and the friction force acting on a seed particle moving inside the rotating drum, differential equations of its motion were derived. The equations were numerically solved for various initial phase angles ( $\varphi = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ$ , and  $60^\circ$ ), yielding the time-dependent characteristics of the radial oscillation, linear velocity, and centrifugal force of the seed. The analysis showed that as the initial angle increases, the amplitude of the radial oscillation, the velocity, and the maximum values of the centrifugal force all increase, which directly determines the loading pattern on the device surface. The obtained results can be used to scientifically justify the structural and technological parameters of the density-monitoring device, its rational placement inside the drum, and to develop practical recommendations for improving the productivity and measurement accuracy of the linter machine.

**Keywords:** cotton seed, linter machine, seed roller, density-monitoring device, rotating drum, centrifugal force, radial oscillation, initial phase angle, differential equation of motion, theoretical dynamic model.

**KIRISH:** Paxtachilik O'zbekiston qishloq xo'jaligi va yengil sanoatining ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib, xom paxtani sifatli va samarali qayta ishlash milliy iqtisodiyot uchun katta ahamiyatga ega. Jinlash jarayonidan so'ng chigitda qolgan mayin tolani (momiqni) ajratib olish maqsadida linter mashinalaridan foydalaniladi. Linter mashinasining ishchi kamerasida chigit valik holida to'planib, arrali baraban tishlari yordamida tolasi qirib olinadi. Ushbu jarayonning barqarorligi va sifati ko'p jihatdan chigitli valikning zichligi bir xilligiga, ya'ni valik ichida chigitning teng taqsimlanishiga bog'liq. Valik zichligi me'yorida og'ishi tolaning notekis qirib olinishiga, chigitning shikastlanishiga va energiya sarfining ortishiga olib keladi.

Shu sababli linter mashinalarini zamonaviylashtirish yo'nalishlaridan biri — ishchi kamera ichida chigitli valik zichligini uzluksiz nazorat qiluvchi va real vaqt rejimida qayd etuvchi qurilmalarni joriy etishdir. Bunday qurilmalarni loyihalashda ularning ishchi yuzasi bilan aloqada bo'ladigan chigit zarrachasining harakat qonuniyatlarini oldindan nazariy jihatdan bilish muhim ahamiyat kasb etadi, chunki aynan shu harakat xarakteri qurilmaga tushadigan dinamik yuklanishlarni, uning sezgirligini va o'lchash aniqligini belgilaydi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — linter mashinasining aylanuvchi barabani ichida joylashtirilgan zichlik qayd etuvchi qurilma yuzasida paxta chigitining harakatlanish jarayonini nazariy modellash, turli boshlang'ich burchaklarda uning radial tebranishi, tezligi va markazdan qochma kuchining o'zgarish qonuniyatlarini aniqlashdan iborat. Tadqiqot vazifalari qatoriga quyidagilar kiradi: 1) chigit zarrachasining hisobiy sxemasini tuzish va unga ta'sir etuvchi kuchlarni aniqlash; 2) harakat differensial tenglamalarini keltirib chiqarish; 3) tenglamalarni turli boshlang'ich burchaklar uchun sonli yechish va natijalarni tahlil qilish; 4) olingan natijalar asosida qurilmaning konstruktiv parametrlari bo'yicha tavsiyalar shakllantirish.

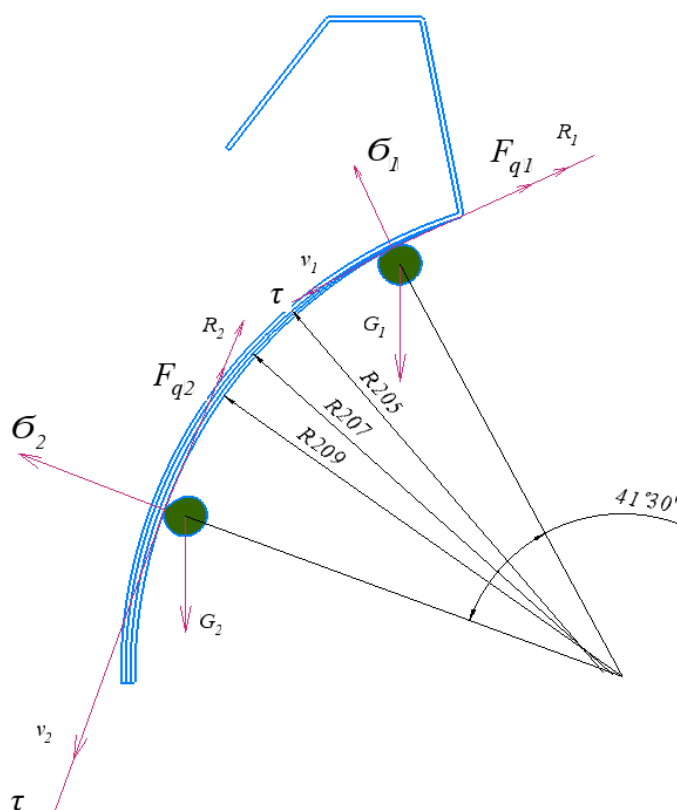
**TADQIQOT METODOLOGIYASI.** Paxta chigitining texnologik mashinalar ichidagi harakati va bunga bog'liq jarayonlar bo'yicha bir qator tadqiqotlar olib borilgan. Xususan, J. Ergashev va boshqalar tomonidan paxta zarrachasining arrali baraban yuzasidagi harakat qonuniyati va uning arra tishlari bilan o'zaro ta'siri nazariy jihatdan o'rganilgan, shuningdek ishchi kameradagi havo oqimi tezligi va panjara qiyalik burchagining optimal qiymatlarini aniqlashning nazariy asoslari ishlab chiqilgan. E3S Web of Conferences (IPFA-2023) materiallarida chop etilgan tadqiqotda esa

chigitning arrali silindr bilan o'zaro ta'sir zonasini hisobiy sxemasi asosida tahlil qilinib, 5LP linter mashinasi unumdorligini oshirish yo'llari ko'rib chiqilgan.

S.Z. Yunusov va hammualliflarining ishida linter mashinasi tarmoq mexanizmining burchak tezligi uning kinematik va energetik ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganilgan bo'lib, aralashtirgich parragi konsol nurga o'xshatilgan hisobiy model orqali tahlil qilingan; bunda chigitli valikning notekis massa va zichlik taqsimoti natijasida yuzaga keladigan o'zgaruvchan yuklanishlar hisobga olingan. O'zbekiston to'qimachilik jurnalida chop etilgan tadqiqotda chigit oqimining ta'minlagichning to'rtinchi yuzasidagi tezligi va zichligining taqsimlanish qonuniyati aniqlangan, unda so'ruvchi bosim, qiyalik burchagi va tajribaviy parametrlarning tozalash samaradorligiga ta'siri ko'rsatilgan. NamDTI ilmiy jurnalining 2024-yilgi sonida esa linter mashinasidagi aralashtirgich parraklarining maqbul o'lchamlarini ko'p omilli tajribalar asosida aniqlashga bag'ishlangan ish e'lon qilingan, unda chigit tukdorligi va shikastlanish ko'rsatkichlari baholash mezonini sifatida qo'llanilgan.

Keltirilgan tadqiqotlarni umumlashtirish shuni ko'rsatadiki, mavjud ilmiy ishlarning asosiy qismi chigitning arrali baraban, ta'minlagich yoki aralashtirgich parraklari bilan o'zaro ta'siriga, shuningdek linter mashinasi umumiy unumdorligini oshirish masalalariga bag'ishlangan. Biroq chigitli valik ichida joylashtiriladigan zichlik qayd etuvchi (o'lchov) qurilmaning ishchi yuzasida chigit zarrachasining trayektoriyasi, tezligi va unga ta'sir etuvchi dinamik kuchlarning nazariy tavsifi bo'yicha alohida tadqiqotlar yetarli emas. Aynan mana shu bo'shliq mazkur maqolaning ilmiy yangiligini va dolzarbligini belgilaydi.

Zichlik qayd etuvchi qurilma linter mashinasining aylanuvchi barabani ichki devoriga o'rnatilgan bo'lib, chigitli valik massasi bilan bevosita aloqada bo'ladi. Qurilma yuzasidagi bitta chigit zarrachasi (massasi  $m$ ) ning harakatini o'rganish uchun 1-rasmda keltirilgan hisobiy sxemadan foydalanildi. Sxemaga ko'ra zarracha barabanning  $\omega$  burchak tezligi bilan aylanishi natijasida qutb koordinatalar tizimida  $r$  (qutb markazidan zarrachagacha bo'lgan masofa) va  $\varphi$  (boshlang'ich yo'nalishdan hisoblangan fazaviy burchak) parametrlari bilan tavsiflanadi. Zarrachaga quyidagi kuchlar ta'sir etadi: og'irlik kuchi  $mg$ , uning radial va tangensial tashkil etuvchilari  $mg \cdot \cos \varphi$  va  $mg \cdot \sin \varphi$ ; qurilma yuzasi tomonidan yuzaga keluvchi normal reaksiya kuchi  $N$ ; ishqalanish kuchi  $F_i = \mu \cdot N$  ( $\mu$  — ishqalanish koeffitsienti); hamda aylanma harakat natijasida yuzaga keladigan markazdan qochma kuch  $F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r$ .



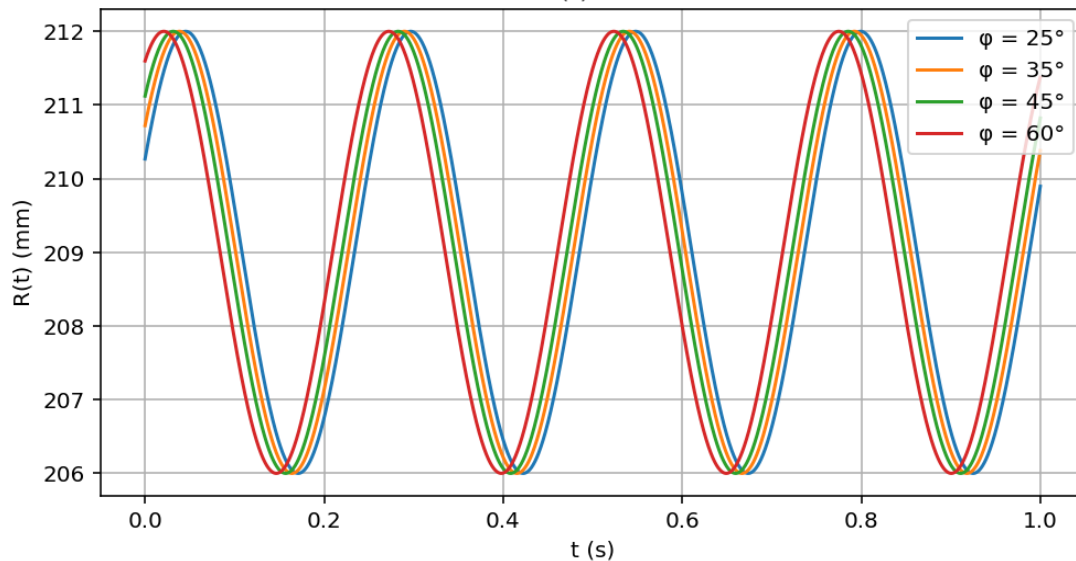
**1-rasm. Qurilma devoridagi chigitning harakatini hisobiy sxemasi**

Nyuton ikkinchi qonunini aylanuvchi qutb koordinatalar tizimida qo‘llab, zarracha harakatining radial va tangensial yo‘nalishlar bo‘yicha differensial tenglamalari quyidagi ko‘rinishda yozildi:

$$\begin{aligned} m \cdot (r'' - r \cdot \omega^2) &= N - m \cdot g \cdot \cos \varphi \\ m \cdot (r \cdot \varphi'' + 2 \cdot r' \cdot \varphi') &= -m \cdot g \cdot \sin \varphi - \mu \cdot N \end{aligned} \quad (1)$$

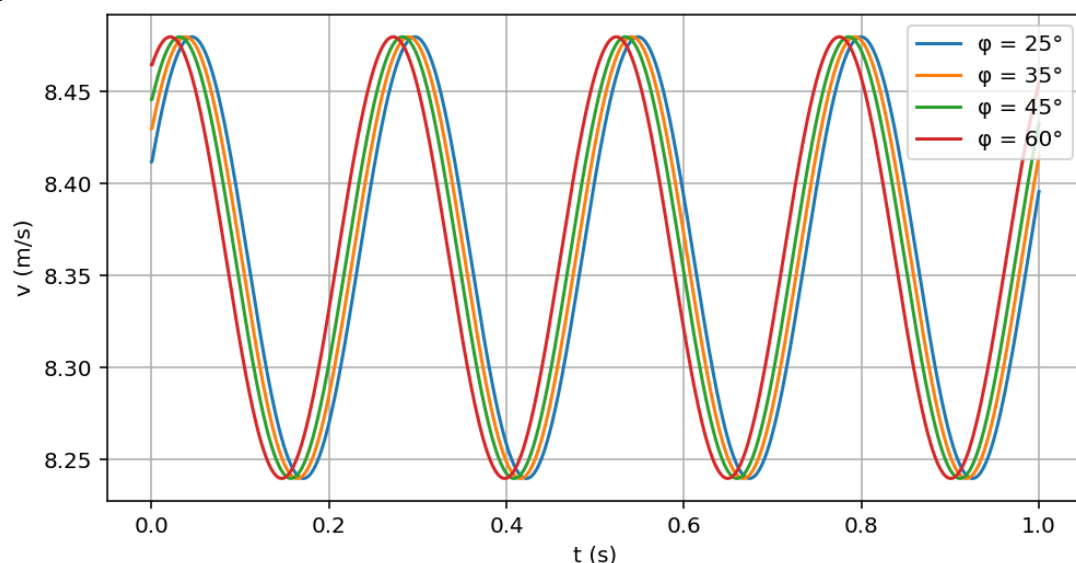
bu yerda  $r''$  — zarrachaning radial tezlanishi,  $r'$  — radial tezligi,  $\varphi' = \omega$  — barabanning burchak tezligi (statsionar rejimda o‘zgarish deb qabul qilindi). Boshlang‘ich shartlarda zarracha turli fazaviy burchaklarda ( $\varphi_0 = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ ) qurilma yuzasiga tegib turgan deb faraz qilindi. Tenglamalar tizimini sonli integrallash natijasida  $r(t)$  va tegishli tezlik  $v(t) = \omega \cdot r(t)$  funksiyalari, shuningdek markazdan qochma kuch  $F_c(t) = m \cdot \omega^2 \cdot r(t)$  qiymatlari aniqlandi.

**TAHLILLAR:** Paxta chigitining baraban ichidagi harakati yuqorida qayd etilgan to‘rtta boshlang‘ich burchak ( $\varphi = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ ) bo‘yicha tahlil qilindi. 2-rasmda radial tebranishning vaqt bo‘yicha o‘zgarish grafigi keltirilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, chigitning radial masofasi vaqt bo‘yicha sinusoidal tebranmoqda, bu esa  $r(t)$  yechimining periodik, gravitatsiya tashkil etuvchisi bilan majburiy tebranish xarakteriga ega ekanligini tasdiqlaydi. Turli burchaklarda boshlang‘ich faza farqi sababli radial tebranish egri chiziqlari bir-biriga nisbatan siljigan ko‘rinishga ega, ya’ni  $\varphi_0$  ning kattalashishi bilan tebranish amplitudasi va cho‘qqi qiymatlarining vaqt bo‘yicha joylashuvi o‘zgaradi. Ushbu natija radial tebranishning amplituda va faza xususiyatlarini, demak qurilma sirtiga tushadigan davriy yuklanish xarakterini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.



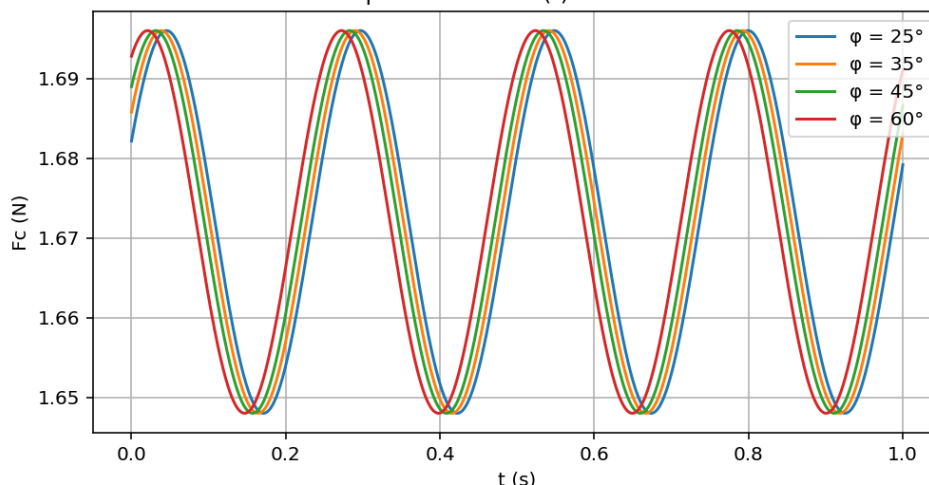
**2-rasm. Radial tebranishning vaqt bo'yicha o'zgarishi**

3-rasmda chigitning chiziqli tezligi  $v(t) = \omega \cdot r(t)$  ning vaqt bo'yicha o'zgarishi keltirilgan. Boshlang'ich burchak  $\varphi_0$  oshishi bilan tezlikning maksimal qiymati ham ortadi, chunki katta burchakda zarracha katta radial masofada tebranadi. Bu bog'lanish chigitning barqaror aylanishini ta'minlash va harakat jarayonida yuzaga keladigan energiya tarqalishini (ishqalanish natijasida yo'qotiladigan energiyani) baholashda muhim parametr hisoblanadi — tezlik qancha katta bo'lsa, ishqalanish kuchi ustidan bajariladigan ish va shunga mos issiqlik ajralishi ham shuncha yuqori bo'ladi.



**3-rasm. Chigitning tezligi vaqt bo'yicha o'zgarishi**

4-rasmda markazdan qochma kuch  $F_c(t) = m \cdot \omega^2 \cdot r(t)$  ning vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, markazdan qochma kuch chigitning massasi, barabanning burchak tezligi va radial masofasiga bevosita bog'liq holda o'zgaradi. Boshlang'ich burchak  $\varphi_0$  oshishi bilan markazdan qochma kuchning maksimal qiymati ham ortib boradi. Bu natija chigitning baraban ichidagi harakatida yuzaga keladigan kuchlar balansini, shu jumladan zichlik qayd etuvchi qurilma yuzasiga tushadigan konstruksion yuklarni to'g'ri baholash uchun zarur bo'lgan asosiy ma'lumotlardan biri hisoblanadi.



**4-rasm. Markazdan qochma kuchning vaqt bo'yicha o'zgarishi**

Olingan natijalarni umumlashtirish shuni ko'rsatadiki, chigitning radial va burchak harakati boshlang'ich burchak va baraban parametrlari (radius, burchak tezligi, ishqalanish koeffitsienti) bilan sezilarli darajada bog'liq. Boshlang'ich fazaviy burchakning oshishi radial tebranish amplitudasini, chiziqli tezlikni va markazdan qochma kuchni bir vaqtda o'zgartiradi, bu esa uchala parametr o'rtasida chambarchas dinamik bog'liqlik mavjudligidan dalolat beradi. Ushbu tahlil chigit trayektoriyasini optimallashtirish, baraban va zichlik qayd etuvchi qurilma dizaynini takomillashtirish hamda linter mashinasining energiya samaradorligini baholashda muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

**XULOSA.** Linter mashinasi barabani ichida joylashtirilgan zichlik qayd etuvchi qurilma yuzasida paxta chigitining harakati nazariy jihatdan tadqiq etilib, quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Chigit zarrachasiga ta'sir etuvchi markazdan qochma, og'irlik va ishqalanish kuchlarini hisobga olgan holda uning radial va tangensial harakatini tavsiflovchi differensial tenglamalar tizimi tuzildi va turli boshlang'ich burchaklar uchun sonli yechildi.

2. Chigitning radial masofasi vaqt bo'yicha sinusoidal xarakterda tebranishi, bunda boshlang'ich burchak  $\varphi_0$  ortishi bilan tebranish egri chizig'ining fazasi va amplitudasi mos ravishda o'zgarishi aniqlandi.

3. Chigitning chiziqli tezligi va markazdan qochma kuchi boshlang'ich burchak kattalashgan sari monoton ortib borishi, bu esa qurilma yuzasidagi maksimal dinamik yuklanish aynan katta boshlang'ich burchaklarda ( $\varphi_0 = 45-60^\circ$ ) yuzaga kelishini ko'rsatdi.

4. Olingan natijalar zichlik qayd etuvchi qurilmaning mustahkamlik zaxirasini va sezgir elementining joylashuv burchagini asoslashda, shuningdek linter mashinasining chigit valik zichligini nazorat qilish tizimini loyihalashda amaliy qo'llanilishi mumkin.

Kelgusi tadqiqotlarda ishqalanish koeffitsienti va baraban burchak tezligining o'zgaruvchan qiymatlari, shuningdek chigitlar orasidagi o'zaro ta'sirni hisobga oluvchi ko'p zarrachali modelni ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

#### **ADABIYOTLAR:**

1. Ergashev J. va boshq. Studying the Law of the Movement of Cotton Particle on a Saw Cylinder and the Interaction with Saw Teeth // ResearchGate, 2019.

2. Analytical studies of the cotton seed linting process // E3S Web of Conferences, IPFA-2023, maqola №01034, 2023.

3. Yunusov S.Z. va boshq. Influence of angular speed of tedder on kinematic parameters of linter machine drive // Extrica, maqola №25405, 2025.

4. Paxta chigiti oqimining turli qiya tekisligidagi harakati va zichligini taqsimlash qonuniyatlari // O'zbekiston to'qimachilik jurnali.

5. Linter mashinasida chigitdan momiqni ajratib olishni takomillashtirish // NamDTI ilmiy jurnali, 2024, №3.