

TAKOMILLASHGAN KOLOSNIKLAR TA'SIRIDA TOZALASH SAMARADORLIGINI NAZARIY TAHLILI

Muxamedjanova S.F.¹, Xamroyeva M.F.,

Axmedov M.X.², Tuychiyev T.O.²

1-Buxoro Davlat texnika universiteti,

2-Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta bo'lakchalarini tozalash jarayonida kolosniklarning diametri, oraliq masofasi va oqim tezligi ta'siri nazariy jihatdan tahlil qilindi. Nyuton qonunlari asosida differensial tenglamalar tuzilib, paxta oqimining kolosniklarga ta'siridagi normal bosim kuchi hisoblab chiqildi. Grafik tahlillar shuni ko'rsatadiki, kolosnik diametri va oraliq masofa ortishi bilan bosim kuchi kamayadi, oqim tezligi ortishi bilan esa kuch ortadi. Optimal parametrlar sifatida diametr 25–35 mm, oraliq masofa 40–45 mm va tezlik 7.5–8.0 m/s deb belgilandi. Bu rejim paxtani samarali tozalash bilan birga tolalarning mexanik shikastlanishidan himoya qiladi. Tadqiqot natijalari paxta tozalash mashinalarining konstruktiv takomillashtirilishi va energiya samaradorligini oshirishda muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Аннотация. В статье представлен теоретический анализ влияния диаметра колосников, расстояния между ними и скорости потока на эффективность очистки хлопка. На основе законов Ньютона составлены дифференциальные уравнения, описывающие силы нормального давления при взаимодействии хлопковых частиц с колосниками. Графический анализ показал, что при увеличении диаметра и межосевого расстояния сила давления уменьшается, а при росте скорости — возрастает. Оптимальными параметрами определены диаметр 25–35 мм, расстояние 40–45 мм и скорость 7,5–8,0 м/с. Такой режим обеспечивает высокую эффективность очистки и снижает риск повреждения волокон. Полученные результаты являются важной научной основой для совершенствования конструкций хлопкоочистительных машин и повышения их энергетической эффективности.

Annotation. This article presents a theoretical analysis of the effect of grate diameter, spacing, and flow velocity on cotton cleaning efficiency. Based on Newton's laws, differential equations were derived to calculate the normal pressure forces acting during the interaction of cotton particles with grates. Graphical analysis revealed that increasing diameter and spacing reduces pressure force, while higher velocity increases it. The optimal parameters were identified as a diameter of 25–35 mm, spacing of 40–45 mm, and velocity of 7.5–8.0 m/s. This operating regime ensures effective cleaning while minimizing fiber damage. The findings provide a valuable theoretical basis for improving the design of cotton cleaning machines and enhancing energy efficiency.

Kalit soʻzlar: Paxta, tozalash, kolosnik, bosim kuchi, tezlik, samaradorlik, optimallashtirish

Ключевые слова: Хлопок, очистка, колосник, сила давления, скорость, эффективность, оптимизация

Key words: Cotton, cleaning, grate, pressure force, velocity, efficiency, optimization

Kirish. Paxtani qayta ishlash jarayonida xom ashyoni sifatli tayyorlash muhim bosqichlardan biridir [1]. Chunki tolalarni keyingi bosqichlarda samarali ajratish va qayta ishlash tozalash jarayonining mukammalligiga bogʻliq [2]. Paxta tarkibida mavjud boʻlgan mayda va yirik iflosliklar uning texnologik koʻrsatkichlarini pasaytiradi, energiya sarfini oshiradi va tolalarning sifatini yomonlashtiradi. Shu sababli paxta tozalash mashinalarining konstruksiyasini ilmiy asosda takomillashtirish bugungi kundagi dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi [3].

Paxtani iflosliklardan tozalash uskunalarini takomillashtirish boʻyicha koʻplab nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan boʻlib, ularda arrachali va qoziqchali barabanning shakli, diametri [4], qoziqlarining balandligi [5], ogʻish burchagi va shakli, plankaning konstruktiv parametrlarini tozalash jarayoniga taʼsiri, ilashtiruvchi choʻtkaning shakli va uning arrachali barabanga nisbatan ogʻish burchagi [6], ishchi qismlarning oraliq masofalari [7-9], paxta bilan tozalagichni taʼminlash jarayoni, tozalash jarayonida issiq havoni ishtirokini paxtani issiqlik-namlik koʻrsatkichlari jarayonga taʼsiri [10-11], toʻrli yuza [12] yoki kolosnikli panjaralarni shakli [13] va oʻlchamlarini tozalash jarayonida iflosliklarni ajralishiga taʼsiri tadqiq etilgan.

Paxtani tozalashda koʻplab texnologik elementlar ishtirok etsa-da, kolosniklarning oʻrni alohida ahamiyatga ega. Kolosniklarning diametri, oraliq masofasi va joylashishi paxta boʻlakchalari bilan boʻladigan mexanik taʼsir kuchlarini belgilaydi [14]. Aynan shu kuchlar tolalardan iflosliklarni ajratib olish jarayonining intensivligini belgilovchi asosiy omil sanaladi. Agar bosim kuchi yetarlicha boʻlmasa, iflosliklar toʻliq ajralmaydi; kuch haddan tashqari oshsa, tolalarning mexanik shikastlanishi xavfi ortadi [15].

Maqolada paxta oqimining kolosniklarga taʼsiri nazariy jihatdan oʻrganilib, Newton qonunlari asosida differensial tenglamalar tuzildi. Normal bosim kuchining diametr, oraliq masofa va tezlikka bogʻliqligi grafik tahlillar orqali koʻrsatildi. Natijalar shuni tasdiqlaydiki, samarali va energiya tejamkor rejimlarni aniqlash orqali paxtani tozalash jarayonining sifatini oshirish mumkin. Bu oʻz navbatida paxtachilik sanoatida mahsulot sifatini yaxshilash va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

Nazariy tadqiqotlar. Arrachali baraban ostidagi kolosnikning diametri 30 mm va ularning oraliq masofasi 55 mm panjara oʻrnatilganda – asosiy paxtaning 75-80%

umumiy paxta oqimida harakatlanib, tozalash samaradorlikni oshishiga erishishda paxta oqimi doimiy massa va zichlikli muhit sifatida ko'rib chiqamiz.

Kolosnklar diametri $d=30$ mm va oraliq masofalari $L=55$ mm bo'lganda paxta oqimi umumiy yo'nalishda harakatlanadi. Demak oqim yo'nalgan tezlik mavjud.

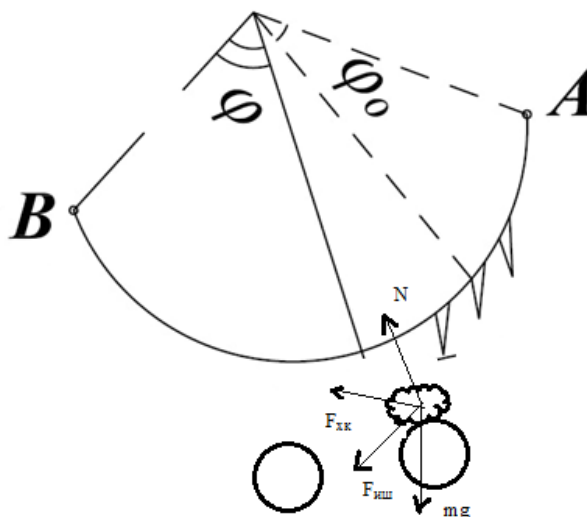
Paxta oqimini $\vartheta(x, t)$ tezlik bilan harakatlanuvchi oqim sifatida qaraymiz.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan quyidagi differensial tenglamani hisoblaymiz.

$$m \frac{d\omega}{dt} = F \quad (1)$$

(1) ifodada m - paxta oqimining kichik qismi massasi, F - umumiy ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar.

(2)



1-rasm. Paxta oqimini kolosniklarga ta'sir sxemasi

Paxta bo'lakchalarini kolosniklarga ta'siri natijasida hosil bo'ladigan tashqi kuchlar bo'yicha harakat differensial tenglamasini tuzamiz.

$$m \cdot R \cdot \ddot{\varphi} = -m \cdot R \cdot g \cdot \sin\varphi - F_{ish} - F_{xk} \quad (2)$$

(2) differensial tenglamada $N = m \cdot R \cdot \ddot{\varphi}^2 + m \cdot g \cdot \cos\varphi$ - normal bosim kuchi $F_{ish} = \mu \cdot N \cdot \sin\varphi$ - ishqalanish kuchi, $F_{xk} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C \cdot A \cdot (R \cdot \dot{\varphi})^2 \cdot \sin\varphi$ - havoning qarshilik kuchi, bu kuchlarni qiymatlarini (2.) ifodaga qo'yib hisoblaymiz:

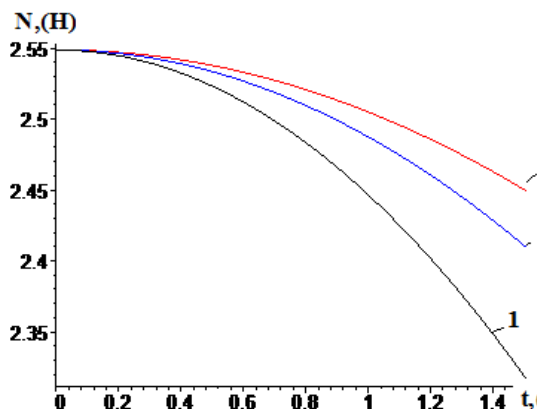
$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{R} \cdot \sin\varphi - \frac{1}{m \cdot R} \cdot \left(\mu \cdot N + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C \cdot A \cdot (R \cdot \dot{\varphi})^2 \right) \cdot \sin\varphi \quad (3)$$

(3) differensial tenglamani sonli yechimda aniqlab kolosnikka paxta bo'lakchasi ta'siri natijasidagi normal bosim kuchini aniqlaymiz.

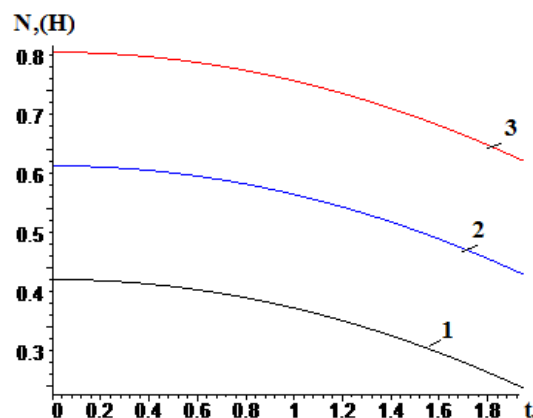
Boshlang'ich shartdan foydalanib paxta bo'lakchasini o'zgaruvchan φ burchak bo'yicha tahlil qilamiz. $\varphi(0) = \varphi_0$ va $\dot{\varphi} = \omega = \frac{\vartheta}{R}$ $\ddot{\varphi} = 0$ shartlardan foydalanib (3) differensial tenglamadan normal bosim kuchini aniqlaymiz

$$N = \frac{g \cdot m}{\mu} - \frac{1}{2 \cdot \mu} \cdot \rho \cdot C \cdot A \cdot \frac{\vartheta^2}{R} \quad (4)$$

(4) tenglikdan normal bosim kuchini o'zgarishini kolosnikka ta'sir qilayotgan paxta bo'lakchalarini massalari va tezliklari hamda kolosnik diametrlari oraliq masofalarini turli xil qiymatlarida o'zgarishini grafiklarda tahlillari keltirilgan.



2-rasm. Paxta bo'lakchasini normal bosim kuchini o'zgarishi kolosnik orasidagi masofalarni turli xil $L_1 = 45$ mm, $L_2 = 50$ mm va $L_3 = 55$ mm qiymatlarida vaqtga bog'liq grafigi

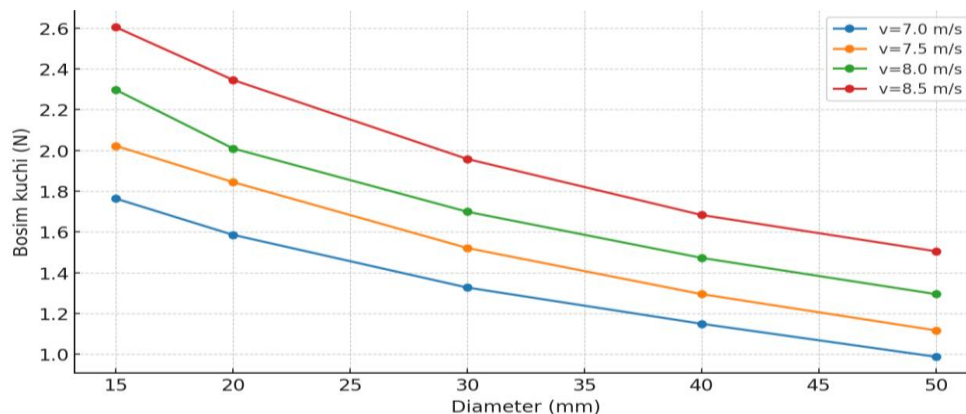


3-rasm. Paxta bo'lakchasini normal bosim kuchini o'zgarishi kolosnik diametrlarini turli xil $d_1 = 20$ mm, $d_2 = 25$ mm va $d_3 = 30$ mm qiymatlarida vaqtga bog'liq grafigi

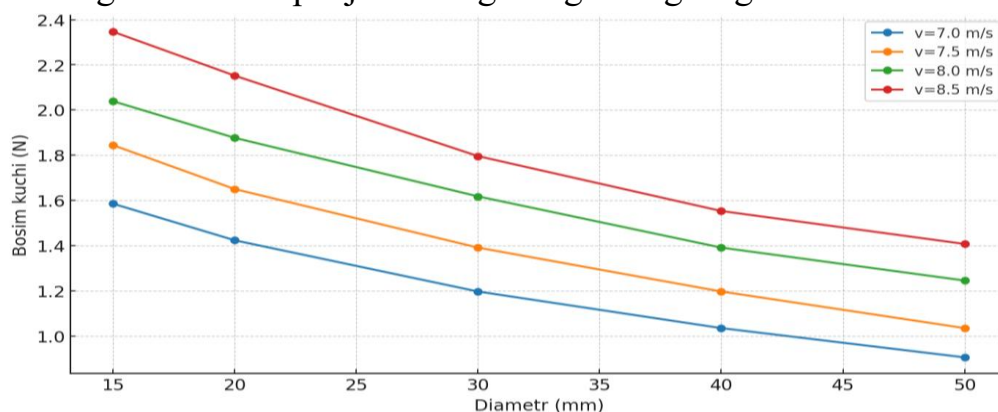
Yuqoridagi grafiklar tahlilidan paxta bo'lakchalarini turli xil diametrdagi kolosniklarga ta'siri natijasidagi normal bosim kuchini tahlili keltirilgan. Normal bosim kuchini qiymati kamaysa kontakt kamayadi natijada kolosnik sirtida sirpanib tushish tugaydi buning natijasida iflosliklardan tozalash kamayadi. Grafiklardagi normal bosim kuchini trayektoriyasidan kolosnik diametrini $d_3 = 30$ mm qiymatida va kolosnik orasidagi masofani $L_3 = 55$ mm qiymatida normal bosim kuchi ortishini ko'rishimiz bu esa tozalash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Paxta bo'lakchasini normal bosim kuchi o'zgarishiga kolosnik orasidagi masofalarni turli xil $L_1 = 30$ mm, $L_2 = 35$ mm, $L_3 = 40$ mm, $L_4 = 45$ mm, $L_5 = 50$ mm, va $L_6 = 55$ mm qiymatlarida kolosnikning turli diametrlarini ta'siri 4-rasmda aks ettirilgan.

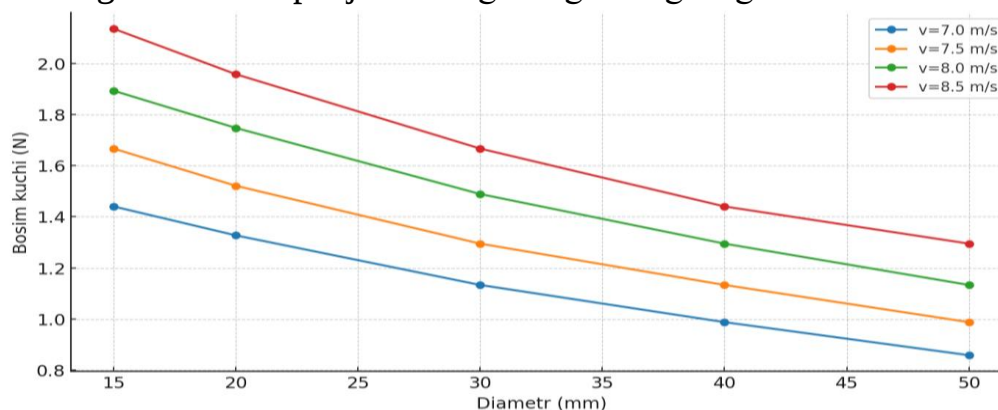
Sun'iy intellekt (ChatGPT Plus pulli versiyasi)dan foydalanib, normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosniklarda va arrali silindrning turli chiziqli tezliklaridagi o'zgarish grafiklari qurildi.



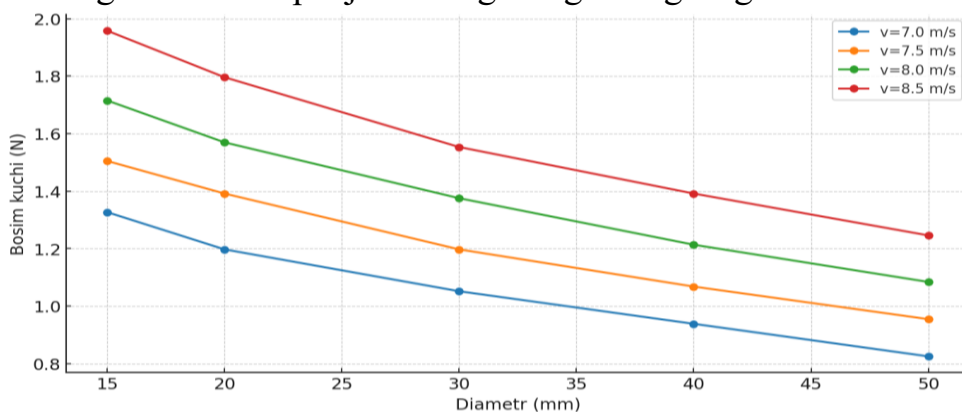
4-rasm. Kolosniklar oraliq masofasi 30 mm bo'lganda normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosnikli panjaralardagi o'zgarish grafigi.



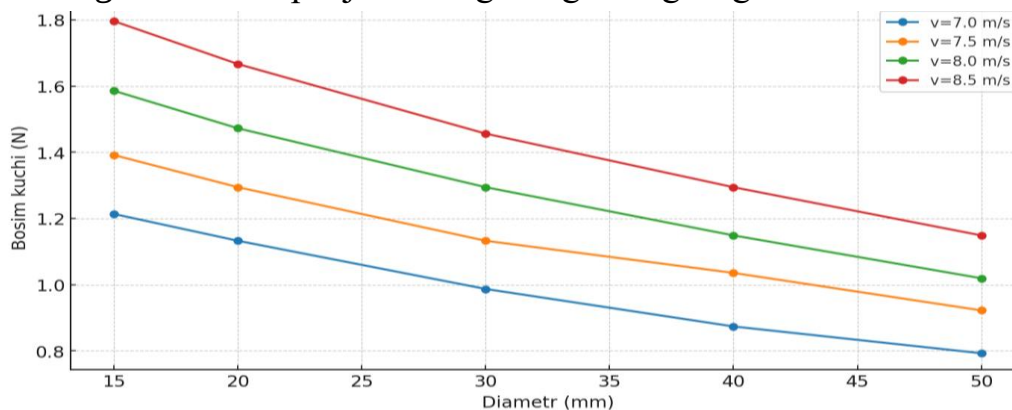
5-rasm. Kolosniklar oraliq masofasi 35 mm bo'lganda normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosnikli panjaralardagi o'zgarish grafigi.



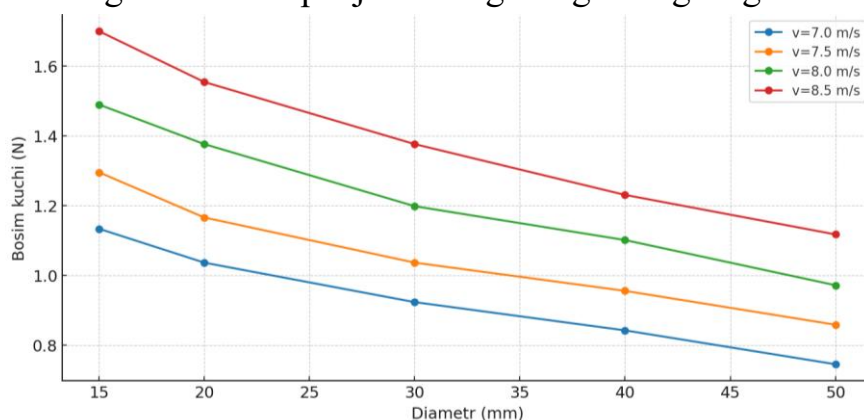
6-rasm. Kolosniklar oraliq masofasi 40 mm bo'lganda normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosnikli panjaralardagi o'zgarish grafigi.



7-rasm. Kolosniklar oraliq masofasi 45 mm bo'lganda normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosnikli panjaralardagi o'zgarish grafigi.



8-rasm. Kolosniklar oraliq masofasi 50 mm bo'lganda normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosnikli panjaralardagi o'zgarish grafigi.



9-rasm. Kolosniklar oraliq masofasi 55 mm bo'lganda normal bosim kuchining turli diametrdagi kolosnikli panjaralardagi o'zgarish grafigi.

Ushbu hisobotda normal bosim kuchining kolosnik diametri (d) va kolosniklar orasidagi masofa (S) qiymatlariga bog'liqligi tahlil qilindi. Grafik natijalar asosida quyidagi ilmiy-texnik xulosalar berildi.

Diametr (d) ta'siri: Har bir grafikda $d=15$ mm $\rightarrow$ $d=50$ mm oralig'ida bosim kuchi izchil kamayib borgan. Kichik diametrlarda ($d=15-20$ mm) bosim kuchi yuqoriroq bo'lib, tolalarga kuchliroq ta'sir ko'rsatadi. Diametr ortishi bilan kolosnik va paxta tolalari orasidagi aloqa yuzasi kengayadi, lekin urilish chastotasi kamaygani uchun bosim kuchi pasayadi.

Oraliq masofa (L) ta'siri: $L=30$ mm dan $L=55$ mm gacha bo'lgan grafiklarda bosim kuchi bosqichma-bosqich kamaygan. Kichik L qiymatlarida bosim kuchi yuqori, chunki tolalar kolosnikka yaqin joylashib, urilish kuchi kuchayadi. L ortishi oqimning yoyilib ketishiga va bosimning kamayishiga olib keladi. Bu paxtani ortiqcha shikastlanishdan himoya qiladi, ammo tozalash samaradorligini pasaytirishi mumkin.

Tezlik (v) ta'siri: Har bir L qiymatida tezlik ortishi bilan bosim kuchi sezilarli darajada oshgan. Masalan, $v=7.0$ m/s da bosim kuchi 1.0–1.8 N diapazonida bo'lsa,

$v=8.5$ m/s da bu qiymatlar 1.5–2.6 N oralig'iga yetadi. Bu shuni ko'rsatadiki, tezlik paxta oqimiga ta'sir etuvchi asosiy omillardan biridir va yuqori tezlikda iflosliklarning samarali ajralishi kuzatiladi. Biroq haddan tashqari tezlik tolalarning shikastlanish xavfini oshiradi.

Umumiy tendensiyalar: Diametr ortishi $\rightarrow$ bosim kuchi kamayadi. Oraliq masofa ortishi $\rightarrow$ bosim kuchi kamayadi. Tezlik ortishi $\rightarrow$ bosim kuchi ortadi. L va d ning katta qiymatlarida ($L=55$ mm, $d=50$ mm) bosim kuchi minimal bo'lib, oqim yumshoq rejimda harakatlanadi. Aksincha, kichik L va d hamda katta v qiymatlarida bosim kuchi maksimal bo'lib, tozalash samaradorligi yuqori, ammo tolalarning mexanik shikastlanishi ehtimoli ham ortadi.

Amaliy ahamiyat: Optimal ish rejimi sifatida o'rtacha diametr (25–35 mm), o'rtacha oraliq masofa (40–45 mm) va tezlik 7.5–8.0 m/s tanlanishi mumkin. Bu rejim tozalash samaradorligi va tolalarning butligini muvozanatda ushlab turadi. Natijalar paxta tozalash uskunalarini konstruktiv takomillashtirish va energiya samaradorligini oshirish uchun muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar paxta tozalash mashinalarining samaradorligini oshirishda kolosniklarning geometrik o'lchamlari va oqim tezligi muhim omil ekanligini ko'rsatdi. Grafik tahlillar asosida diametr va oraliq masofa ortishi bilan bosim kuchi izchil kamayishi, tezlik ortishi bilan esa keskin o'sishi aniqlangan. Bu holat shuni ko'rsatadiki, optimal parametrlarni tanlash paxtani sifatli tozalash bilan birga tolalarning mexanik butligini ham saqlab qolish imkonini beradi.

Natijalardan ko'rinadiki, kolosnik diametri 25–35 mm, oraliq masofa 40–45 mm va tezlik 7.5–8.0 m/s bo'lganda tozalash jarayoni muvozanatli bo'ladi. Bunday sharoitda bosim kuchi yetarli darajada bo'lib, iflosliklar samarali ajraladi, tolalarning shikastlanish xavfi esa kamayadi. Bu, o'z navbatida, yakuniy mahsulot sifatini oshirishga, energiya sarfini kamaytirishga va mashinalarning ishlash muddatini uzaytirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning ilmiy-amaliy ahamiyati shundaki, paxta tozalash uskunalarini ishlab chiqishda va modernizatsiya qilishda bu nazariy natijalar konstruktiv qarorlar qabul qilishda asosiy yo'nalish bo'lib xizmat qiladi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish korxonalarida energiya samaradorligini oshirish orqali iqtisodiy foyda keltirishi, ekologik ta'sirni kamaytirishga erishiladi.

Xulosa qilib aytganda, maqolada ishlab chiqilgan nazariy model va grafik tahlillar paxta tozalash jarayonida optimal rejimlarni aniqlashda muhim qadam bo'lib, sohaning keyingi rivoji uchun ilmiy asos yaratadi.

Reference:

1. Hardin IV R.G., Byler R.K. Evaluation of seed cotton cleaning equipment performance at various processing rates // Applied Engineering in Agriculture. – 2013. – T. 29. – №. 5. – C. 637-647.

2. Veliev F. et al. Development of a procedure for determination of damage to seeds and cotton fibers in cotton cleaning machines //EUREKA: Physics and Engineering. – 2021. – №. 4. – С. 125-133.

3. Джураев А. и др. Колосники на упругих опорах очистителя хлопка-сырца //Качество в производственных и социально-экономических системах. – 2016. – С. 147-149.

4. Хакимов Ш. Создание эффективной технологии очистки хлопка-сырца от сорных примесей и рациональной конструкции рабочих органов очистителей //Каталог авторефератов. – 2016. – Т. 1. – №. 1. – С. 1-76.

5. Туйчиев Т.О., Хамроева М.Ф. Пахтани майда ифлосликлардан тазалашдаги қозикчали барабан диаметрларини ўзгаришини пахта оқимиға таъсири //Yangi O'zbekiston, yangi tadqiqotlar jurnali. – 2024. – Т. 1. – №. 3. – С. 291-296.

6. Murodov O.J. et al. Influence of parameters of a plastic multi-face grate on elastic supports in a cotton cleaner on the frequency of system vibrations and the effect of cleaning fiber mass from weed and hardimpurities //Proceedings of higher education institutions. – 2022. – Т. 171.

7. Туйчиев Т.О., Мухамеджанова С.Ф. "Пахтани ифлосликлардан тазалаш машиналари колосникли панжараларининг конструктив-технологик хусусиятлари." Yangi O'zbekiston, yangi tadqiqotlar jurnali 1.3 (2024): 297-305.

8. Madumarov I.D., Tashpulatov D.S. Sovershenstvovaniye klassifikatsii kolosnikovix reshetok ochistiteley xlopka ot krupnogo sora //Universum: texnicheskiye nauki. – 2020. – №. 9-1 (78). – С. 59-61.

9. Жураев А.Д., Холмирзаев Ж.З., Хайдаров Б.А. Разработка эффективной конструктивной схемы колосников на упругих опорах и оптимизация параметров очистителя хлопка //Механика и технология. – 2022. – №. Спецвыпуск 2. – С. 9-15.

10. Мадумаров И. Д. Пахтани иссиқлик-намлик ҳолатини муқобиллаштириш ва бир текис таъминлаш асосида тазалаш жараёнининг самарадорлигини ошириш //Техн. фан. докт. Тошкент. – 2019. – С. 115-132.

11. Berdanov E., Parpiev A., Tuychiev T. To study the effect of cotton heat on cleaning efficiency //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2022. – Т. 12. – №. 5. – С. 712-717.

12. Shoraxmedova M.D. Improving cleaning efficiency based on improving cotton transmission //Textile Journal of Uzbekistan. – 2020. – Т. 10. – №. 1. – С. 32-39.

13. Ташпулатов Д.С., Джамолов Р.К. Теоретические основы совершенствования машин для очистки хлопка-сырца от мелкого и крупного сора //Universum: технические науки. – 2023. – №. 3-2 (108). – С. 66-69.

14. Нуруллаева Х.Т., Ортиков О.А. Исследование процесса ударного взаимодействия летучки хлопка-сырца с многогранным колосником очистителя //Universum: технические науки. – 2021. – №. 12-3 (93). – С. 68-71.

15. Росулов Р.Х. Исследование взаимодействия летучек с колосниками очистителя //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности//Россия, г. Иваново. – 2022. – №. 4-С. – С. 166-171.