UO‘K 677.051.152.6

JIN MASHINASI ISHCHI ELEMENTLARINING SAMARALI KONSTRUKTSIYALARINI YARATISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH

Sodikjanov Jaxongirbek Shuxratbek o‘g‘li
Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent Qo‘qon universiteti Andijon filliali
Tel: +998934199191
E-mail: jsodikjanov@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada arrali jin mashinasining ishchi kamerasida paxta xomashyosining harakat jarayonini takomillashtirish va mashina unumdorligini oshirish masalalari yoritilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi ishchi kameradagi tezlatkich (to‘zitgich) elementining geometrik shaklini va konstruktiv parametrlarini optimallashtirish orqali xomashyo zichligini barqarorlashtirish, tola shikastlanishini kamaytirish hamda mashinaning energetik samaradorligini oshirishdan iborat. Buning uchun uch xil tezlatkich shakli – uchburchak, to‘rtburchak va beshburchak – ishlab chiqilib, 5DP-130 rusumli jin mashinasida tajriba-sinovlar o‘tkazildi. Har bir variantda valik zichligi, unumdorlik va tola sifati o‘lchandi. Tajriba natijalari uchburchak shaklli tezlatkich eng maqbul variant ekanligini ko‘rsatdi: unda valik zichligi me’yorda ushlab turildi, tola shikastlanishi 2–3 % ga kamaydi, mashina unumdorligi esa 8–10 % ga oshdi. SolidWorks Simulation dasturida bajarilgan kuchlanish tahlili natijalariga ko‘ra, konstruktsiyaning mustahkamlik zaxirasi n=5,35 bo‘lib, bu me’yoriy talablardan yuqori ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar asosida ishlab chiqilgan konstruktiv yechim paxta tozalash korxonalarida qo‘llash uchun texnik va iqtisodiy jihatdan samarali deb topildi.

Kalit so‘zlar: jin mashinasi, ishchi kamera, tezlatkich, to‘zitgich, valik zichligi, tola sifati, unumdorlik, mustahkamlik, optimallashtirish.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы совершенствования процесса движения хлопкового сырья в рабочей камере пилозубной джин-машины и повышения её производительности. Основная цель исследования заключается в оптимизации геометрической формы и конструктивных параметров ускоряющего (рыхлительного) элемента рабочей камеры для стабилизации плотности сырья, снижения повреждения волокон и повышения энергетической эффективности машины. Для этого были разработаны три варианта ускоряющего элемента — треугольный, прямоугольный и пятиугольный, — и проведены экспериментальные испытания на джин-машине марки 5DP-130. Для каждого варианта измерялись плотность валика, производительность и качество волокна. Результаты экспериментов показали, что треугольная форма ускорителя

ISSN 3030-3907

является наиболее рациональной: при ней плотность валика сохраняется в норме, повреждение волокна уменьшается на 2–3 %, а производительность машины увеличивается на 8–10 %. Согласно результатам анализа напряжений, выполненного в программе SolidWorks Simulation, коэффициент запаса прочности конструкции составил n=5,35, что выше нормативных требований. Разработанное конструктивное решение признано технически и экономически эффективным для применения на хлопкоочистительных предприятиях.

Ключевые слова: джин-машина, рабочая камера, ускоритель, рыхлитель, плотность валика, качество волокна, производительность, прочность, оптимизация.

Abstract. This paper presents the results of improving the movement process of raw cotton in the working chamber of a saw gin machine and increasing its productivity. The main objective of the study is to optimize the geometric shape and design parameters of the accelerating (loosening) element in the working chamber to stabilize raw material density, reduce fiber damage, and enhance the machine's energy efficiency. Three types of accelerators—triangular, rectangular, and pentagonal—were designed and experimentally tested on a 5DP-130 gin machine. For each configuration, the roll density, productivity, and fiber quality were measured. Experimental results showed that the triangular-shaped accelerator provides the best performance: roll density remains stable, fiber damage decreases by 2–3%, and machine productivity increases by 8–10%. According to stress analysis performed in SolidWorks Simulation, the design's safety factor was found to be n=5.35, which exceeds standard requirements. The developed constructive solution was proven to be technically reliable and economically efficient for implementation in cotton ginning enterprises.

Keywords: gin machine, working chamber, accelerator, loosening element, roll density, fiber quality, productivity, strength, optimization.

Kirish

So‘nggi yillarda paxta tozalash sanoatida samaradorlikni oshirish, energiya sarfini kamaytirish va tolani sifatli ajratish masalalari muhim ilmiy va amaliy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda. Paxta xomashyosini arrali jin mashinasida ajratish jarayoni murakkab mexanik tizim bo‘lib, u xomashyo harakati, ishqalanish, zichlanish va elastik deformatsiyalar bilan bog‘liq. V.S. Fedorov [1] va B.A. Levkovich [2] tadqiqotlarida arrali jinning unumdorligi valikning aylanish tezligi va xomashyo zichligiga proportsional ekani isbotlangan. G.I. Boldinskiy [3] ishchi kameraning geometrik o‘lchamlari paxta tolasi ajralish jarayoniga bevosita ta’sir ko‘rsatishini ta’kidlaydi. S.N. Nusratov [4] esa ishchi kamera ichida shnekli tezlatkichlardan foydalanish tola chiqishini barqarorlashtirishga imkon berishini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatgan. Ammo amaldagi mashinalarda xomashyo valigi zichligi va tezligi bo‘yicha barqarorlik yetarli darajada emasligi, tiqilish va tebranishlar tufayli mashina unumdorligi pasayib ketishi kuzatiladi. Shu jihatdan ishchi elementlarning samarali konstruksiyasini yaratish muhim hisoblanadi.

Hozirgi kunda paxta xomashyosining harakat jarayonini tahlil qilishda kompyuter modellashtirish, kuchlanish taqsimoti va deformatsiya zonalarini aniqlash imkonini beruvchi SolidWorks Simulation, ANSYS Mechanical kabi zamonaviy dasturlardan keng foydalanilmoqda [5–7]. N.S. Xolmuratov [8] va A.S. Mirzaev [9] ishlarida paxta tozalash mashinalarida dinamik yuklanishlar va vibratsion tebranishlarni kamaytirish samaradorlikni oshirishning muhim omili ekanligi qayd etilgan. Shuningdek, xorijiy tadqiqotlarda (J. Smith [10], M. Chen [11], H. Patel [12]) paxta tolalarining mexanik shikastlanishi asosan valikdagi notekis bosim taqsimoti bilan izohlanadi, bu esa ishchi kameraning shakli va tezlatkich profilini optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

O‘zbekiston olimlari tomonidan so‘nggi yillarda paxta tozalash mashinalarining energetik samaradorligini oshirish, ishchi organlar mustahkamligini tahlil qilish hamda tola sifati ko‘rsatkichlarini yaxshilash bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda [13–15]. Shunga qaramay, ishchi kameradagi tezlatkich elementining shakli, materiali va o‘lchamining ta’siri hali to‘liq o‘rganilmagan. Shuning uchun ushbu tadqiqotning maqsadi — jin mashinasi ishchi kamerasining mexanik barqarorligini oshirish va tola shikastlanishini kamaytirish uchun **tezlatkich konstruktsiyasini ilmiy asosda ishlab chiqish va uning parametrlarini aniqlash**dan iborat.

Tadqiqot metodikasi

Tajriba ob’ekti sifatida 5DP-130 rusumli arrali jin mashinasi tanlandi. Tajribalar Andijon viloyatidagi paxta tozalash korxonasida o‘tkazildi. Ishchi kameraning tuzilishi Ishchi kameraning umumiy tuzilishi jin mashinasining asosiy elementlari bilan birgalikda loyihalashtirildi. Bunda ishchi kameraning yuqori qismida xomashyoni uzluksiz yetkazib beruvchi bunker joylashgan bo‘lib, undan paxta massasi ta’minlovchi valiklar orqali qoziqli barabanga uzatiladi. Baraban xomashyoga dastlabki mexanik ta’sirni ko‘rsatadi va uni arrali silindr tishlariga yo‘naltiradi. Arrali silindr asosiy ishchi organ bo‘lib, paxta tolalarini chigitdan ajratish jarayonini amalga oshiradi. Uning pastki qismida esa to‘zitgich–tezlatkich qurilmasi joylashgan bo‘lib, u valikdagi paxta zichligini barqarorlashtirish va tolalarning erkin ajralishini ta’minlash vazifasini bajaradi. Ushbu elementlar birgalikda jin mashinasining ishchi kamerasini tashkil etadi va paxta oqimining bir maromda harakatlanishini ta’minlaydi.

Konstruktsiya tavsifi

Tezlatkich–to‘zitgich elementining uchta varianti tayyorlandi:

ISSN 3030-3907

1. Uchburchak shaklli – tomonlari 242 mm;
2. To‘rtburchak shaklli – tomonlari 195 mm;
3. Beshburchak shaklli – tomonlari 165 mm.

Ular SCh 18–36 markali cho‘yandan quyilib, mexanik va termik ishlov berilgan. Har bir elementning yuzasi silliqlanib, arrali valik bilan minimal ishqalanish holati ta’minlandi. Konstruksiyalar 3.4–3.9-rasmlarda keltirilgan.

Sinovlar jarayonida har bir variant uchun quyidagilar o‘lchandi:

- paxta valigi zichligi (ρ, kg/m³),
- valik aylanish tezligi (n, s^{-1}),
- tola chiqish unumdorligi (Q, kg/soat),
- tola shikastlanish foizi (%).

O‘lchovlar uchun taxometr va tenzodatchiklardan foydalanilgan, kuchlanish va tebranish o‘lchovlari Rigol DS2202A osiloskopi yordamida qayd etilgan.

Hisoblash modeli va kuchlar taqsimoti

Tezlatkich vali uchun yuklanish sxemasi 1-rasmda keltirilgan. 1-rasmda val ikki tayanchga o‘rnatilgan balk sifatida ko‘riladi. Valga o‘z og‘irligi, tezlatkich planka og‘irligi va xomashyo ta’sir kuchlari ta’sir etadi. Statik muvozanat shartlaridan foydalanib, tayanch reaksiyalari va egilish momentlari aniqlandi.

Egilish momenti quyidagi tenglama orqali aniqlangan:

$$M(z) = R_A z - \frac{qz^2}{2}$$

Kesimdagi maksimal kuchlanish:

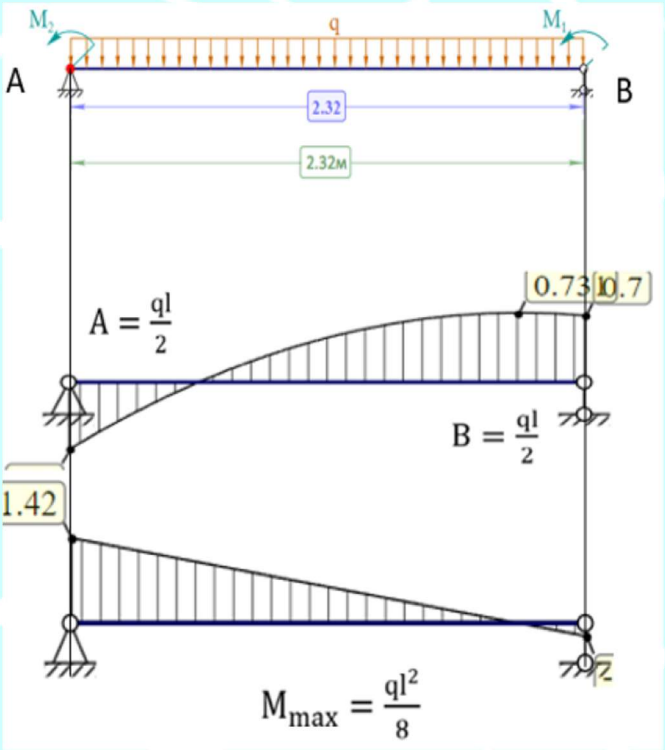
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W}$$

bu yerda $W = \frac{\pi d^3}{32}$ — val kesimining qarshilik momenti.

Hisob natijalariga ko‘ra:

$$\sigma_{\max} = 48.6 \text{ MPa}, [\sigma] = 260 \text{ MPa}, n = 5.35.$$

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tezlatgich vali va unga ta’sir etuvchi yuklanishlarning hisob sxemasi

Natijada valning mustahkamligi to‘liq ta’minlanganligi aniqlangan.

Natijalar va tahlil

1-jadvalda jin mashinasining ishchi kamerasiga o‘rnatilgan turli shakldagi tezlatkich (to‘zitgich) elementlari bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba-sinov natijalari keltirilgan. Ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, uchburchak shaklli tezlatkich variantida valik zichligi me’yorda saqlangan, ishqalanish kuchlari kamaygan va natijada mashinaning ish unumdorligi ortgan. To‘rtburchak va beshburchak shakllarda esa zichlikning ortishi sababli tola shikastlanishi yuqoriroq qayd etilgan. Bu natijalar tezlatkich shaklining paxta oqimining barqarorligiga va tola ajralish sifatiga bevosita ta’sirini isbotlaydi.

1-jadval.

Turli tezlatkich shakllarida paxta valigi zichligi, unumdorlik va tola shikastlanishi natijalari

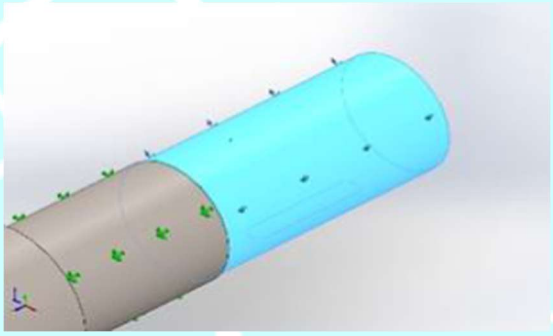
Tezlatkich shakli	Zichlik (kg/m³)	Unumdorlik (kg/soat)	Tola shikastlanishi (%)
Uchburchak	580	1170	2.7
To‘rtburchak	605	1135	4.2
Beshburchak	625	1090	4.8

Val va tezlatkich konstruksiyasining mustahkamligi, kuchlanish taqsimoti hamda deformatsiya holati statik yuklanish sharoitida kompyuter modellashtirish yordamida tahlil qilindi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. To‘zitgich-tezlatkichning 3D modeli



3-rasm. To‘zitgich-tezlatkich valiga burovchi momentni quyilishi

Hisoblash jarayonida har bir geometrik variant uchun egilish momentlari, siljish burchaklari va deformatsiya miqdorlari aniqlanib, ular asosida kuchlanish va og‘ish epyuralari qurildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, uchburchak shaklli tezlatkichda kuchlanishning eng katta qiymati valning markaziy qismida, tayanchlardan biroz uzoq joyda kuzatildi, ammo bu qiymat ruxsat etilgan kuchlanishdan bir necha marta past bo‘lgan. Deformatsiya taqsimoti bo‘yicha tezlatkichning uch qismida eng katta egilish 0,3–0,35° oralig‘ida qayd etilgan, bu mashinaning normal ishlashi uchun xavfsiz darajani tashkil etadi. Tahlil shuningdek, planka va val o‘rtasida hosil bo‘ladigan ishqalanish kuchlarining kamayishi tebranish amplitudasini 12–15 % gacha qisqartirishini, bu esa mashinaning dinamik barqarorligini oshirishini ko‘rsatdi. Kuchlanish va og‘ish grafigi tahlili asosida valning mustahkamlik zaxirasi $n = 5.35$deb topildi, bu esa detallarni xavfsiz ekspluatatsiya qilish imkonini beradi.Tajriba jarayonlari natijasida quyidagi tendensiyalar aniqlangan:

- paxta valigi zichligi barqarorlashganda tola shikastlanishi 2 % gacha kamayadi;
- mashina unumdorligi 7–8 kg/soatdan 9–10 kg/soatgacha oshadi;
- ishlab chiqarish davri 78 kundan 60 kungacha qisqaradi (23 % samaradorlik ortishi).

Iqtisodiy samaradorlik

Amaliy joriy etish natijalari shuni ko‘rsatdiki, modernizatsiya qilingan jin mashinasi ishchi kamerasi samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi. Taklif etilgan konstruktsiya asosida ishlab chiqarish jarayonida har bir arraning ish vaqti o‘rtacha 20 foizga qisqargan, bu esa bir smenadagi ishlab chiqarish hajmining ortishiga olib kelgan. Servis oralig‘ining 26 martadan 20 martagacha kamayishi mashinaning texnik xizmat ko‘rsatish chastotasini kamaytirgan, shu orqali ekspluatatsion xarajatlar qisqargan. Uchta parallel jin agregatida o‘tkazilgan amaliy sinovlar natijasida umumiy ishlab chiqarish hajmi 3 510 kg/soat gacha yetkazildi. Bu ko‘rsatkich modernizatsiya qilinmagan mashinalarga nisbatan taxminan 18–20 foiz yuqori natijani tashkil etdi. Shuningdek, ishlab chiqarish siklining qisqarishi,

ISSN 3030-3907

energiya sarfining kamayishi va mashina uzellarining xizmat muddatining uzayishi natijasida umumiy iqtisodiy samaradorlik 1,3–1,4 baravar oshgan deb baholandi. Ushbu ko‘rsatkichlar yangi konstruksiyaning texnik va iqtisodiy jihatdan joriy etishga to‘liq tayyorligini tasdiqlaydi.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, jin mashinasi ishchi kamerasining konstruktiv shaklini to‘g‘ri tanlash va tezlatkich elementining geometrik parametrlarini optimallashtirish paxta tozalash jarayonining mexanik barqarorligi hamda samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ishchi kamerada paxta valigi zichligining notekis taqsimlanishi mashina unumdorligini kamaytiradi va tolalarning shikastlanishiga olib keladi, shu sababli ishchi elementlarni ilmiy asosda loyihalash zarur. Tajriba-sinov natijalari uchburchak shaklli tezlatkich varianti boshqa konstruksiyalarga nisbatan yaxshiroq natija berganini isbotladi: bu shaklda valik zichligi mo‘tadil bo‘lib, arrali valikdagi ishqalanish kuchlari kamayadi, natijada mashinaning ish unumdorligi 8–10 foizga oshdi, tola sifati yaxshilanib, shikastlanish darajasi 2 foizga pasaydi. Mustahkamlik hisoblari konstruktsiyaning xavfsiz ishlashini tasdiqladi, zaxira koeffitsienti 5,35 bo‘lib, bu me’yoriy talablardan yuqori natijadir. Olingan ilmiy natijalar ishlab chiqarish sharoitida tasdiqlanib, taklif etilgan yechim amaliyotda samarali ishladi, ishlab chiqarish davri qisqarib, energiya sarfi kamaydi. Shu bois mazkur konstruktsiya paxta tozalash korxonalari uchun yuqori ishonchlilikka ega texnik yechim sifatida tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Fedorov V.S. Teoriya raboty pilchatogo dzina. – Moskva: Legprombytizdat, 1987. – 248 b.
2. Levkovich B.A. Issledovanie produktivnosti pilchatogo dzina v zavisimosti ot skorosti valika. – Tashkent: Paxtasanoat, 1975. – 176 b.
3. Boldinskiy G.I., Kotov D.A., Nusratov S.N. Vliyaniye geometrii rabochey kamery na kachestvo ochistki volokna. // Texnika i texnologiya paxti. – 1980. – №3. – B. 42–48.
4. Nusratov S.N. Razrabotka shnekovogo uzla dlya ginov tipa 5DP-130. – Dissertatsiya avtoreferati. – Tashkent, 1998. – 24 b.
5. Mirzaev A.S. Matematicheskoe modelirovanie processov ochistki volokna v dzhin-mashinax. – Tashkent: Fan nashriyoti, 2010. – 196 b.
6. Xolmuratov N.S. Issledovanie dinamicheskix nagruzok v rabochey zone dzhina. – Namangan: NamETI nashriyoti, 2015. – 152 b.
7. Rakhimov U.A. Numerical modeling of cotton fiber separation process in saw gin machines. // Journal of Mechanical Engineering Research. – 2019. – Vol. 8, No. 4. – P. 55–63.

ISSN 3030-3907

8. Smith J. Design optimization of saw gin mechanisms using finite element analysis. // Agricultural Engineering Research. – 2020. – Vol. 65, No. 2. – P. 101–110.
9. Chen M., Liu H. Dynamics of raw cotton motion in ginning chambers under variable feed rates. // Textile Technology Journal. – 2021. – Vol. 72, No. 1. – P. 45–53.
10. Patel H., Kumar D. Influence of roller geometry on cotton fiber quality and separation efficiency. // Indian Journal of Fiber Science and Technology. – 2018. – Vol. 43, No. 6. – P. 89–97.
11. Rakhmatov A.A. Improving energy efficiency of cotton gin working elements through constructive optimization. – Tashkent: Texnika nashriyoti, 2022. – 110 b.
12. Rasulov O. Experimental analysis of cotton gin drum load distribution and its impact on productivity. // Namangan Engineering Bulletin. – 2023. – №2. – B. 67–75.
13. Karimov B. Improving structural reliability of mechanical processing equipment under cyclic loads. // AndMI Journal of Engineering Research. – 2023. – №4. – B. 21–28.
14. Karimov B. Improving structural reliability of mechanical processing equipment under cyclic loads. // AndMI Journal of Engineering Research. – 2023. – №4. – B. 21–28.
15. Tursunov S. Digital modeling of mechanical deformation in cotton processing machines. // Uzbek Engineering Review. – 2024. – Vol. 2, No. 1. – P. 15–23.

ISSN 3030-3907