JIN MASHINASI ARRALI SILINDIRIDAGI DINAMIK KUCHLARNI ENERGIYA SARFIGA TA'SIRINI OPTIMALLASH YECHIMLARI

[1]SH.B.Imomqulov, [2]R.R.Rustamov
[1]Namangan davlat texnika universiteti. Mexanika kafedrasi dotsenti, [2]Namangan davlat texnika universiteti. 2-bosqich tayanch doktorant
https://doi.org/10.5281/zenodo.19810879

Annotasiya. *Jin mashinasini samaradorligini va tola sifatini oshirishga sababchi bo'luvchi arrali silindriga qarshilik qiluvchi kuchlarni kamaytirish lozim bo'ladi.*

Jin mashinalarida arrali silindrning aylanish jarayoni eng ko'p energiya talab qiluvchi bosqich hisoblanadi. 75 kVt quvvatga ega elektrodvigatel o'rnatilgan zamonaviy jin mashinalarida energiya sarfining 60-70% arrali silindrning aylanishiga sarflanadi. Shu bilan birga, dinamik qarshilik kuchlarining o'zgarishi tola sifatiga bevosita ta'sir etadi. Buning uchun jin mashinasi arrali silindrida hosil bo'ladigan titrashni kamaytirish ham tola sifatini yaxshilanishiga olib keladi.

Kalit so'zlar: *arrali silindr, muvozanatlovchi disk, Dissipativ funksiya, ishqalanish momenti, vibratsiya, tola sifati.*

Аннотация. *Необходимо уменьшить силы сопротивления, действующие на пильный цилиндр, что приведет к повышению эффективности работы машины и качества волокна.*

В джин-машинах процесс вращения цилиндра пилы является наиболее энергоемким этапом. В современных Джин-машинах, где установлен электродвигатель мощностью 75 кВт, на вращение распилового цилиндра расходуется 60-70% энергии. В то же время изменение динамических сил сопротивления напрямую влияет на качество волокна. Для этого уменьшение вибрации, создаваемой цилиндром чесальной машины, также приводит к улучшению качества волокна.

Ключевые слова: *цилиндр пилы, балансировочный диск, диссипативная функция, момент трения, вибрация, качество волокна.*

Abstract. *It is necessary to reduce the resistance forces acting on the saw cylinder, which will lead to an increase in machine efficiency and fiber quality.*

In gin machines, the process of rotating the saw cylinder is the most energy-intensive stage. In modern Gin machines, where a 75 kW electric motor is installed, 60-70% of the energy is spent on rotating the saw cylinder. At the same time, the change in dynamic resistance forces directly affects the fiber quality. To do this, reducing the vibration generated by the cylinder of the carding machine also leads to improved fiber quality.

Keywords: *saw cylinder, balancing disc, dissipative function, friction moment, vibration, fiber quality.*

1. KIRISH.

Paxta tolalarini ajratish jarayonida energiya sarfi va tola sifatini optimallashtirish zamonaviy paxta qayta ishlash sanoatining asosiy muammolaridan biridir. O'zbekiston Respublikasida yillik 3 million tonnadan ortiq paxta ishlab chiqariladi, bu esa energiya resurslarini tejash va mahsulot sifatini oshirish zaruratini yanada oshirmoqda.

Energiya xarajatlarining yuqoriligi jin mashinalarining energiya sarfi umumiy paxta qayta ishlash xarajatlarining 40-45% ini tashkil etadi. Bunda tola sifatining past bo‘lishiga dinamik qarshilik kuchlarining o‘zgaruvchanligi tolalarning uzilishiga va sifatining pasayishiga olib keladi. Detallarning tez eskirishi o‘zgaruvchan dinamik yuklar asbobning yemirilishini tezlashtiradi. Ekspluatatsiya xarajatlarining oshishi energiya sarfining yuqoriligi va tez-tez ta’mirlash xarajatlari ishlab chiqarish rentabelligini pasaytiradi.

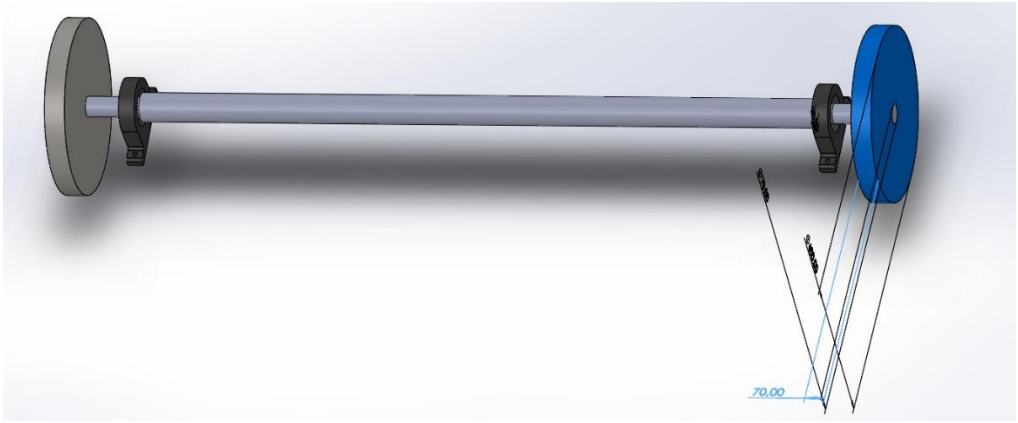
Mavjud paxta tozalash korxonalaridagi jin mashinalarida nominal quvvati 75 kVt, aylanish tezligi 730 ayl/min bo‘lgan elektrodvigateli o‘rnatilgan. Jin mashinasini ishlash jarayonida homashyo valigi aylanish jarayonida arrali silindrga bo‘ladigan bosim hisobiga sodir bo‘ladigan titrash tolani chigitdan ajratib olishda kalta tolalar hajmini ortishiga sabab bo‘ladi.

2. Tadqiqotni olib borish metodi.

Arrali silindrning dinamik qarshilik kuchlarini hisoblash uchun matematik model ishlab chiqildi.

O‘zbekistonda jin mashinalarining asosiy ishlab chiqaruvchisi "Paxtamash" korxonasi hisoblanadi. Korxona tomonidan ishlab chiqarilgan jin mashinalari mamlakat ichki ehtiyojlarini qondiradi, lekin energiya samaradorligi va sifat jihatidan xalqaro standartlardan ortda qolmoqda.

Arrali silindr quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan: Material -40X legirlangan po‘lat, diametri 100 mm, uzunligi 2850 mm. Soni 130 ta, material U8 po‘lat, tashqi diametri 320 mm, ichki diametri 100 mm, qalinligi 0.95 mm. **Qistirma disklar:** soni 131 ta, material alyuminiy, tashqi diametri 130 mm, ichki diametri 100 mm, qalinligi 10 mm. **Muvozanatlovchi disklar:** 2 ta, tashqi diametri 300 mm, ichki diametri 70 mm, qalinligi 40 mm. bitta disk massasi 18 kg ga teng.



1-rasm. Muvozanatlovchi disk arrali silindr sxemasi.

Arrali silindrni Dinamik tizimni tahlil qilish uchun Lagranj tenglamalari qo‘llanilgan:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}\right) - \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial R}{\partial \dot{q}_i} = Q_i \qquad (1)$$

bu yerda: $L=T-V$- Lagranj funktsiyasi; T- kinetik energiya; V- potensial energiya; R- dissipativ funktsiya; $\dot{Q}_i$- umumiy kuchlar

Tenglamalar sistemasi Runge-Kutta 4-tartibli usuli yordamida yechilgan:

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \qquad (2)$$

Jin mashinasini samaradorligini oshirish 1 kg paxta qayta ishlash uchun sarflanadigan energiya (kWh/kg) ga foydali ishning sarflangan energiyaga nisbati asos bo‘lib hisoblanadi. Mashinani dvigatelining quvvatdan foydalanish darajasi Xalqaro Standartlar bo‘yicha ISO 50001:2018-Energiya boshqaruv tizimlari xalqaro standarti bo‘yicha energiya samaradorligi

baholanadi. Tola sifatini baholashda o‘rtacha uzunlik va uzunlik bir xilligini aniqlashda tolaning uzilish kuchi (cN/tex) da aniqlanadi.

Tolani chigitdan yechib olish jarayonini matematik modelini ishlab chiqish uchun zarur qiymatlarni ketirib o‘tamiz: **Gravitatsiya kuchi** $P = mg$, **Normal kuch** N=320×9.81=3139.2N, **Ishqalanish kuchi** $F_{ish}=fN$, **Aerodinamik kuch** $F_{aero} = 1/2C_d\rho Av^2$, **dvigatel momenti** $M_{motor} = \omega P = 982\ N \cdot m$ orqali dvigatelning q**arshilik momenti quyidagicha aniqlanadi:**

$$M_{qar} = M_{ish} + M_{aero} + M_{defor} \quad (3)$$

Valni ishlash jarayonida val va undagi arra disklari hosil bo‘ladigan kinetik energiya qiyidagicha aniqlanadi:

$$T = \frac{1}{2}m_v(\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2) + \frac{1}{2}J_v\dot{\gamma}^2 + \frac{1}{2}J_s\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}J_d\dot{\theta}_d^2 \quad (4)$$

bu yerda: x_c-valik markazining gorizontal koordinatasi; y_c-valik markazining vertikal koordinatasi; γ-valikning aylanish burchagi; θ-arrali silindrning aylanish burchagi; $m_v = 320\ kg$-valik massasi; $J_v = 5.8\ kg \cdot m^2$-valik inersiya momenti; $J_s = 15.8\ kg \cdot m^2$-arrali silindr inersiya momenti; $J_d = 2.4\ kg \cdot m^2$-muvozanat disk inersiya momenti.

Muvozanatlovchi diskni potensial energiyasini quyidagicha aniqlanadi:

$$V = m_v g y_c + V_e$$

Deformatsiya energiyasi:

$$V_e = \frac{1}{2}\int_{\xi_1}^{\xi_2} Ku^2(\xi)b\,d\xi$$

Dissipativ funktsiya keltirib chiqaramiz:

$$R = \frac{1}{2}c_1(\dot{x}_c - v_a)^2 + \frac{1}{2}c_2(\dot{\gamma} - \omega)^2 \quad (5)$$

Paxtani tasirlashish hududini ta’sirlashish zona modellari kontakt bosimi deformatsiyaga proporsional:

$$p(\xi) = Ku(\xi) \quad (6)$$

Botish chuqurligi:

$$u(\xi) = u_0 - \frac{\xi^2}{2R_e} - \frac{\xi^2}{2R_a} \quad (7)$$

Bikirlik koeffitsienti:

$$K = 45000\ N/m^3$$

Arrali silidrning dinamik qarshiliklarni aniqlash uchun ishqalanish qarshilik momenti va aerodinamik qarshilik momentini aniqlash lozim.

Ishqalanish qarshiligi ishqalanish momenti:

$$M_{friction} = fNR_a \quad (8)$$

Ishqalanish koeffitsientlari: disk bilan f=0.12, disksiz f=0.18

Aerodinamik qarshilik aerodinamik moment:

$$M_{aero} = \frac{1}{2}C_d\rho AR_a^3\omega^2 \quad (9)$$

bu yerda: $C_d = 1.2$, $\rho = 1.225\ kg/m^3$, $A = 2\pi R_a L = 3.18\ m^2$

Deformatsiya qarshiligi deformatsiya momenti:

$$M_{deform} = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \xi p(\xi)b\,d\xi \quad (10)$$

Umumiy qarshilik moment:

$$M_{umumiy} = M_{ish} + M_{aero} + M_{deform} \quad (11)$$

Arrali silindrning harakat tenglamasini keltirib chiqaramiz, unga ko‘ra differensial tenglamasi qiyidagicha aniqlanadi:

Valik harakati:

$$\begin{matrix} m_v\ddot{x}_c = F_x \\ m_v\ddot{x}_c = F_y - m_v g \end{matrix} \quad (12)$$

Arrali silindr aylanishi:

$$J_S\ddot{\theta} = M_{motor} - M_{umumiy} \quad (13)$$

Boshlang‘ich shartlar:

$$t = 0: x_c = 0,\ y_c = 0.18\,m,\ \theta = 0,\ \dot{x}_c = 0,\ \dot{y}_c = 0,\ \dot{\theta} = 0.$$

1-jadval

Qadam o‘lchamini kamaytirish orqali yechimning qiymatlari.

Qadam o‘lchami (s)	Energiya xatoligi (%)	Vaqt (s)
0.01	0.12	45.2
0.005	0.05	89.7
0.001	0.01	448.3

Arrali silindrga ta’sir etuvchi qarshilik kuch ta’sirida energiya balansi formulasi quyidagicha:

Kirish energiyasi=Chiqish energiyasi+Yo‘qotishlar

$$E_{kirish} = E_{chiqish} + E_{yoqotish} \quad (14)$$

Xatolik: <0.5%

2-jadval

Model natijalari eksperimental o‘lchovlari.

Parametr	Model	Eksperiment	Xatolik (%)
Quvvat (kW)	65.2	63.8	2.2
Tezlik (rad/s)	76.1	75.9	0.3
Moment (N·m)	856	842	1.7

Arrali silindrdagi qarshilik kuchi xisobiga sarf bo‘ladigan energiya sarfini kamaytirish uchun qo‘yilgan muvozanatlovchi disk bilan ishlagandagi energiya sarfi 5DP-130 jin mashinasida sinalgandigi qiymatlar **quvvat o‘lchagich** Fluke 435-II, qavvat oraligi 0-100 kVt, aniqligi ±0.5%, t**ekshirish sensori** PCB 352C33 qurilmasida olingan. Aniqlash oraligi ±50 g, chastota oralig‘i 0.5-10,000 Hz da aniqlangan.

Burchak tezligi sensorini Omron E6C3-AG5C qirilmasida aniqligi ±0.1% da olingan bo‘lib, tizimni ishga tushirish 5 daqiqa ishlab barqaror holatga kelishini kuzatiladi. Natija qiymatlari 10 daqiqa davomida ma’lumotlarni yig‘ish orqali har 2 soatda takrorlash bilan aniqlandi.

Tadqiqot natijalarini tahlil qilish uchun kuchlanish (V), tok kuchi (A), quvvat koeffitsienti, faol quvvat (kVt), reaktiv quvvat (kVAr) orqali vibratsiya o‘lchamlarilarini o‘lchash uchun arrali silindr validagi titrashni va muvozanat disk bilan ishlagandadi holatni aniqlandi.

Tola sifatini baholash **namuna olish** har 30 daqiqada 100 g, har bir ish oralig‘ida uchun 10 ta takrorlandi. **Tola uzunligi** HVI 1000 asbobi yordamida sifati aniqlandi. Unda eksperimental tadqiqot natijalari muvozanat disk o ‘rnatilgandagi holat uchun

3-jadval

Muvozanat diskining energiya sarfiga ta’siri

Ko‘rsatkich	Disk bilan	Disksiz	O‘zgarish (%)
O‘rtacha quvvat (kVt)	65.2	78.5	-17.1
Maksimal quvvat (kVt)	71.8	86.3	-16.8
Quvvat o‘zgarishi (kVt)	3.2	8.7	-63.2
Energiya sarfi (kWh/kg)	0.85	1.03	-17.5
Samaradorlik (%)	87.3	73.6	+13.7

4-jadval

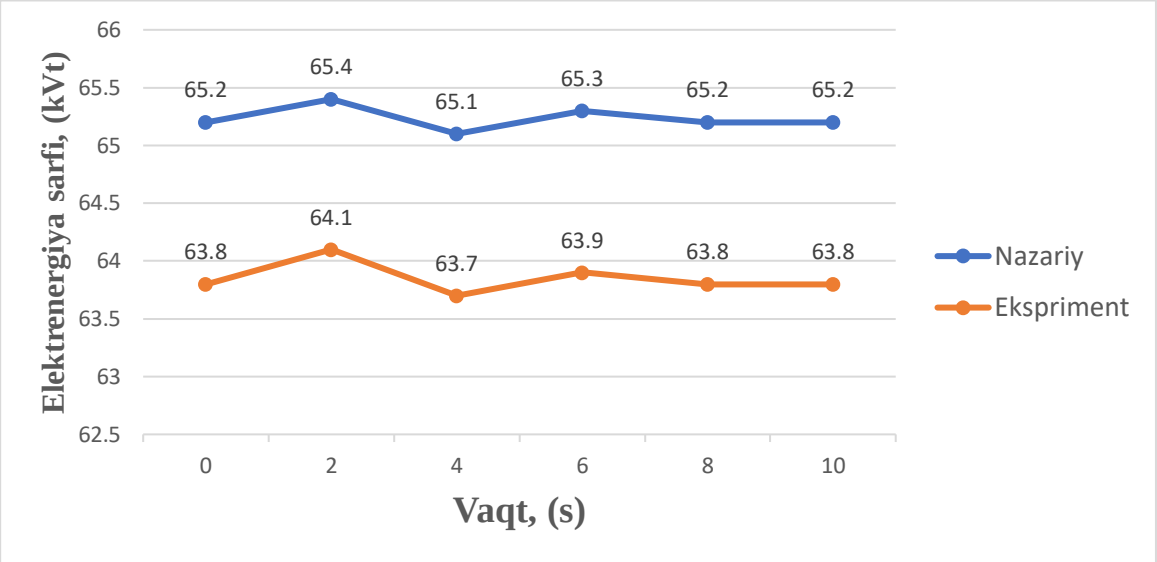
Vibratsiya darajasining o‘zgarishi.

O‘lchash nuqtasi	Disk bilan (m/s^2)	Disksiz (m/s^2)	Kamayish (%)
Arrali silindr	3.2	5.8	44.8
Val markazi	2.1	4.3	51.2
Disk	1.8	-	-
Asos	0.9	1.7	47.1

5-jadval

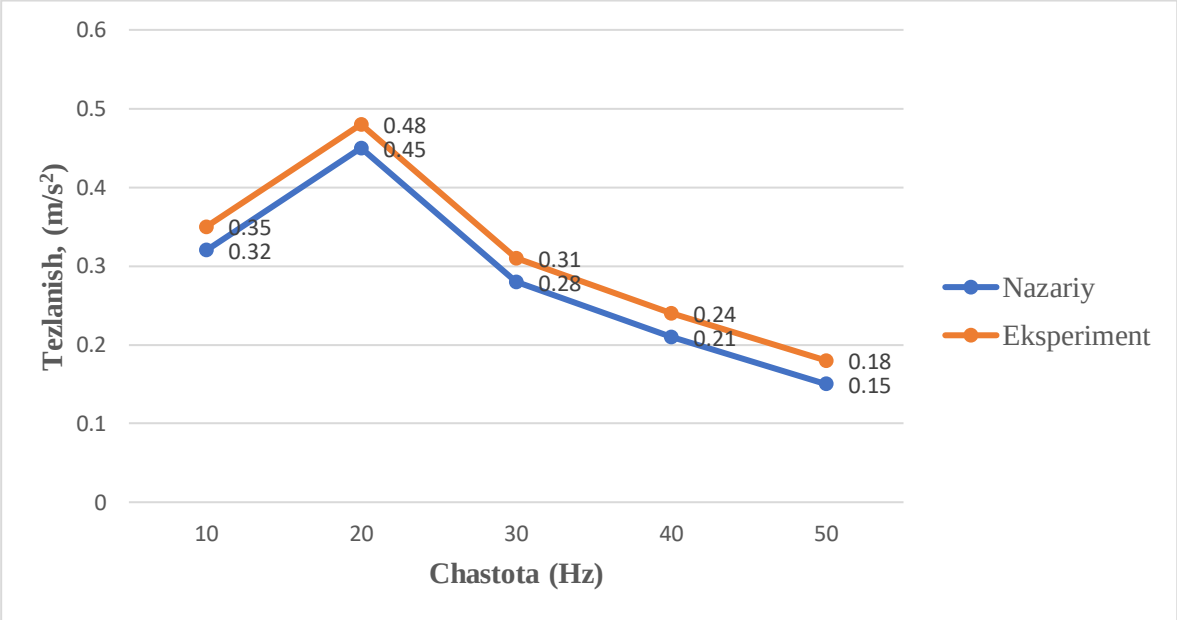
Tola sifatining o‘zgarishi.

Ko‘rsatkich	Disk bilan	Disksiz	Yaxshilanish (%)
O‘rtacha uzunlik (mm)	28.3	26.5	+6.8
Uzunlik bir xilligi (%)	85.2	68.7	+16.5
Mustahkamlik (cN/tex)	35.2	28.7	+22.6
Elastiklik (%)	72.4	61.3	+18.1
Toza tola ulushi (%)	92.8	86.5	+7.3



1-grafik. Nazariy va eksperimental quvvat taqqoslamasi.

Silindrning paxta bilan ishlash jaranida elektrenergiya sarfi bo‘yicha olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, chatlashishdagi o‘rtacha xatolik 2.2% ni, maksimal xatolik 3.1% ni, standart og‘ish 0.8% ni tashkil etdi.



2-grafik. Vibratsiya tezlanishining taqqoslamasi

Silindrning titrashidagi tebranish chastotasi oralig‘i me’yorida bo‘lishi tola sifatini belgilaydi. Tolani chigitdan ajratib olishdagi titrash chastotasidagi o‘rtacha xatolik 8.3% ni tashkil etdi, ruxsat etilgan xatolikesa ±15% gacha bo‘lishi lozim.

XULOSA

Jin mashinasini arrali silidridagi titrash, qarshilik kuchlari ta’sida hosil bo‘lishi tolani ajratib olishda uning sifatini saqlab qolish muhim. Shuning uchun yuqorida o‘tkazilgan tadqiqotlat natijasida shuni ko‘rsatadiki, arrali silindrda o‘rnatilgan muvozanatlovchi disk yordamida energiya sarfini kamatirish va tolani sifatini saqlab qolishga erishish mumkinligini ko‘rish mumkin. Kelajakda shu jarayon bo‘yicha tadqiqotlarni davom ettirish lozim.

ADABIYOTLAR

1. Sulaymonov, R., Yuldashev, A.. Study on vibration of the saw cylinder and its critical speed. *E3S Web of Conferences*, 434, 2023. 02027.
2. Ryszard M., Kozlowski R. Handbook of natural fibres. Volume 2: Processing and applications. Woodhead Publishing Limited, 2012.
3. Byler R.K. 2005. The effect of modest moisture addition to seed cotton before the gin stand on fiber length. Journal of Cotton Science. 9: C.145-154. Available at http:// *www.cotton.org./journal/2005-09/3/145.cfm.*
4. **M.A.Berdaliyeva, O.Sh.Sarimsakov,** Improving Product Quality through the Control of Technological Parameters of the Saw Ginning Machine. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(5), 2025. 1250-1252.
5. **Sh.R.Qurbonov.** Jin mashinalarida energiya samaradorligini oshirish yo‘llari. *Energiya va resurs tejamkorligi*, 4(1), 2022. 22-28.
6. **N.I.Toshpulatov, S. M.Yusupov.** Arrali disklarning tola sifatiga ta’sirini o‘rganish. *To‘qimachilik sanoati texnologiyasi*, 2(1), 2023. 33-39.
7. Sh.Imomqulov, R.Rustamov. The Effect of Vibrations in the Cylinder of the Gin Machine Saw on Power Consumption and Optimization Pathways. American Journal of Technology Advancement Vol.2, No.8 (Aug, 2025). 86-92 p.