

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.08.01  
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI**

**DUSTOVA FIRUZA XAMROYEVNA**

**FRIKSION MUFTALI TIKUV MASHINALARI DINAMIK  
TAVSIFLARINING TEXNOLOGIK JARAYONGA TA’SIRI**

**05.02.03-“Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va  
robototexnika tizimlari”**

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

**Toshkent–2025**

**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**

<b>Dustova Firuza Xamroyevna</b> Friksion muftali tikuv mashinalari dinamik tavsiflarining texnologik jarayonga ta’siri..	3
<b>Дустова Фируза Хамроевна</b> Влияния динамических характеристик швейных машин с фрикционными муфтами на технологический процесс.....	23
<b>Dustova Firuza Xamroyevna</b> The influence of the dynamic characteristics of sewing machines with friction clutches on the technological process .....	43
<b>E’lon qilingan ishlar ro‘yxati</b> <b>Список опубликованных работ</b> <b>List of published works</b> .....	46

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.08.01  
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI**

**DUSTOVA FIRUZA XAMROYEVNA**

**FRIKSION MUFTALI TIKUV MASHINALARI DINAMIK  
TAVSIFLARINING TEXNOLOGIK JARAYONGA TA’SIRI**

**05.02.03-“Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va  
robototexnika tizimlari”**

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

**Toshkent – 2025**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.PHD/T4887 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengashning veb-sahifasida (<http://www.ttyesi.uz>) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Babadjanov Sabit Xusanovich**  
texnika fanlari nomzodi, dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Jumaniyazov Qadam Jumaniyazovich**  
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 ilmiy darajalar beruvchi DSc 03/30.12.2019.T.08.01–raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «22» yanvar soat 10<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, faks: (+99871) 253-36-17; e-mail: ([pochta@ttyesi.uz](mailto:pochta@ttyesi.uz)), Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ma'muriy binosi, 221-xona).

Dissertatsiya ishi bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin ("219" raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «8» yanvar kuni tarqatildi.  
(2025 yil «8» yanvar 219 - raqamli reestr bayonnomasi).



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

**A.Z.Mamatov**  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash 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.** Yengil sanoat korxonalarida turli xil tikuv mashinalaridan keng foydalaniladi. Sifatli mahsulot olish maqsadida samaradorligi yuqori mashinalarni yaratish va takomillashtirilgan texnologiyalarni qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Tikuv korxonalarida energiyatejamkor texnologiyalarni yaratish bo'yicha, qator davlatlar, jumladan, Xitoy, Turkiya, Rossiya, Germaniya, Yaponiya olimlari tomonidan salmoqli ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Gazlamadagi tikilayotgan chokning sifati, ip uzilishlarining soni tikuv jarayonida mashinani ishga tushirish va to'xtatish vaqtidagi friksion muftani ishlashiga ko'p jihatdan bog'liq bo'lib, undan foydalanishga alohida e'tibor berilmoqda. Shu jihatdan, mavjud mashinalarni takomillashtirish, tikuv mahsulotlari sifatini oshirib, tannarxini kamaytirish imkoniyatini beruvchi takomillashtirilgan, resurstejamkor texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda tikuvchilik sanoatidagi ilm-fan va texnikaning zamonaviy yutuqlaridan samarali foydalanishni ta'minlovchi innovatsion texnika va texnologiyalar hamda ularning ilmiy asoslarini takomillashtirish, shuningdek, yuqori yuklanish qobiliyatiga ega bo'lgan friksion muftalarni ishlab chiqish bo'yicha keng miqyosda ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Friksion muftalarning ish samaradorligi aylanish momentining barqarorligini oshirishga asoslanadi, bu esa ularni ishga tushirish aniqligi mezoni bo'yicha baholash imkonini beradi. Ushbu yo'nalishda, jumladan, ishqalanish koeffitsiyenti hamda yuklamaga qarab ishqalanuvchi yuzalarda bosim avtomatik tarzda o'zgaruvchi, yuqori aniqlikda ishga tushiruvchi friksion muftalar bilan aylantiruvchi moment barqarorligini oshirishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda yengil sanoatni rivojlantirish, tikuv mashinalari ishchi qismlarini, uzatmalarini tadqiq qilish, loyihalash va hisoblash bilan bog'liq vazifalar yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot Strategiyasida jumladan, "...Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta'minlash va yalpi ichki mahsulotga sanoat ulushini oshirish" borasida muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarning ijrosini amalga oshirishda, respublikamiz tikuv korxonalarida takomillashgan texnologiya hamda mashinalarni tatbiq qilish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi prezidentining 2019-yil 12-fevraldagi PQ-4186-son "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoati islohotlarini yanada chuqurlashtirish va eksport salohiyatini kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi, 2019-yil 16-sentyabrdagi PQ-4453-son "Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulot ishlab chiqarishni rag'batlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga bog'liqligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari

rivojlanishining II. «Energetika, energiya-resurstejamkorlik» ustuvor yoʻnalishi doirasida bajarilgan.

**Muammoni oʻrganilganlik darajasi.** Tikuv mashinasi detallarini hisoblash va loyihalash ishlarini amalga oshirish boʻyicha stendlarda, poligon va tajriba sinovlarda olingan natijalarga asoslanib ularning chidamliligi aniqlanib, ishlab chiqarishda dastgohlarga qoʻllash bilan bogʻliq tadqiqotlar I.S.Sitovich, A.V.Lichinadze, V.A.Chunixin, V.M.Aripov, G.M. Sherenkov, V.Ya.Yudenko, T.P.Nyukomb, M.Xermans, G.R.Xarting, N.Kraus va boshqalar tomonidan oʻtkazilgan. Tikuv mashinasi uzatmalari, friksion mufta qismlari chidamliligining tahlili, ularni hisoblash, tadqiq etishda I.B.Barskiy, O.V.Berestnyov, N.N.Beskopilniy, S.G.Borisov, V.A.Galyagin, V.A.Dzyun, V.E.Zaxarov, V.P.Nogayev, A.I.Koryayeva, V.S.Ksendzov, R.V.Kugel, A.D.Levitanus, V.S.Lukinskiy, N.L.Ostroverxov, D.N.Reshetov, A.S.Pronikov, S.V.Serensen, M.A.Skiperskiy, A.T.Skoybed, Yu.V.Skorinin, A.A.Solonskiy, P.A.Stetsko kabi dunyoning yetakchi olimlari oʻz hissalarini qoʻshgan.

Mamlakatimizda tikuv mashinasi igna mexanizmini, ishchi qismlarini takomillashtirish, ishlab chiqish va parametrlarini asoslash boʻyicha tadqiqotlar Z.Sh.Tadjibayev, I.M.Raxmonov, M.A.Mansurova, O.J.Murodov, A.J.Jurayev va boshqalar tomonidan bajarilgan.

Friksion muftalarga qoʻyiladigan oʻziga xos talablar – bir tomondan gabarit oʻlchamlarni, ajratish kuchlanishi va yoʻlini, sarflanayotgan birlik massaga toʻgʻri kelayotgan solishtirma massani kamaytirish, ikkinchi tomondan koʻp miqdorda energiya sarflanishi, aylanish momenti uzatilishlari konstruktor oldiga muhim vazifalarni qoʻyadi. Friksion boʻlinmaning optimal konstruktiv parametrlarini, jumladan disklar soni va oʻlchamlarini tanlash anchagina qiyin va murakkab masalalardan boʻlib, ularni loyihalashda jihozning ishonchliligi, chidamliligi, ishlash muddati va iqtisodiy samaradorligi har bir aniq holat uchun uning toʻgʻri yechimiga bogʻliqdir va bunga oid tadqiqotlar yetarlicha oʻtkazilmagan.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy taʼlim muassasasini ilmiy-tadqiqot ishlari rejaları bilan bogʻliqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti «Urgench Cluster» MChJ bilan №03/24 “Tikuv mashinasini yumshoq ishga tushirish va toʻxtatish uchun harakatlantiruvchi mexanizmni loyihalash” boʻyicha tuzilgan xoʻjalik shartnomasida aks ettirilgan hamda Toshkent toʻqimachilik va yengil sanoat instituti ilmiy kengash yigʻilishining 2020yil 4 fevraldagi 7-sonli bayonida tasdiqlangan ilmiy tadqiqot ishlari rejasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi:** tikuv mashinasining ishga tushish aniqligini va yuklanish qobiliyatini oshirish uchun kuch taʼsirida alohida tutashuvchi friksion muftani takomillashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:** tikuv mashinasidagi friksion mufta ishga tushish aniqligining cheklanganlik sabablarini aniqlash;

friksion muftada qayishqoq siquvchi koeffitsiyentli ilashuvchilar qoʻllaniladigan boshqaruvchi qurilmadan foydalanishning nazariy asoslarini ishlab chiqish;



o'zgaruvchan qiymatli qayishqoqlikka ega bo'lgan diskning konstruktiv varianti sintez qilinib, friksion muftani modelda sinab ko'rish va tajribaviy tadqiqotlar o'tkazish;

o'tkazilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlar asosida friksion muftani loyihalash hamda hisoblashning ilmiy asoslangan muhandislik metodikasini ishlab chiqish;

**Tadqiqotning obyekti** sifatida ishga tushirish rejimlariga qarab asosiy va qo'shimcha friksion guruhlar tutashganda ishqalanuvchi juftliklardagi jarayonlar tanlangan.

**Tadqiqotning predmeti** sifatida kombinatsiyali konstruksiyaga ega bo'lgan ikkinchi avlod tikuv mashinasining friksion muftasi olingan.

**Tadqiqotning usullari.** Ilmiy ishda tadqiqotlarning nazariy va empirik usullari, nazariy mexanika, mashina va mexanizmlar nazariyasi, mashina detallarining tajribaviy ma'lumotlari, tan olingan qoidalariga asoslangan masalalarni yechish usullari, shuningdek modellashtirish usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi:**

tikuv mashinasi qayishqoq elementli friksion muftasining prinsipial sxemasi ishlab chiqilib, ishga tushirish aniqligining oshgani hisobiga ta'minlovchi muftaning ishqalanuvchi juftliklarida tutashuv kuchlanishlarining taqsimlanish qonuniyatlari olingan;

beriladigan yuklanishlarning barqarorligini oshirish hisobiga tikuv mashinasi friksion mufta ishqalanuvchi juftliklarida kuch ta'siridagi tutashuv jarayonini analitik asoslangan;

yuklamani uzatishda friksion mufta eng yuqori barqarorlikka ega bo'ladigan yuklanish xarakteristikasini ta'minlay olishi isbotlanib, asosiy valning burama tebranishlari kattalikasi, ishqalanish koeffitsiyenti va friksion mufta ishqalanuvchi juftliklari tutashuv kuchlanishlari taqsimotining o'zaro bog'liqligi aniqlangan;

tikuv mashinasining takomillashtirilgan rezinali amortizator qo'llanilgan friksion muftani konstruktiv va texnologik ko'rsatkichlarining ratsional qiymatlari to'liq faktorli tajriba usuli yordamida matritsalar tuzish hamda tahlil qilish asosida ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

friksion muftani hisoblashning muhandislik usuli va loyihasi taklif etilib, yuqori yuklanish barqarorligiga ega bo'lgan muftani yaratish imkonini beruvchi, burilishdagi tebranishlarning kamayishiga erishilgan;

kuch ta'sirida alohida tutashuvchi friksion muftani hisoblash va loyihalash metodikasi ko'rinishidagi tadqiqot natijalari joriy etish uchun qabul qilingan;

uzatilayotgan yuklama barqarorligining oshishini ta'minlaydigan, kuch ta'sirida tutashuvchi ishqalanuvchi juftliklarda tebranishlarni dempfirlash elementlaridan foydalanishga asoslangan tikuv mashinasi friksion mufta konstruksiyasi ilmiy asoslangan va ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** tajriba uchun texnik adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlaridan foydalanilgan va ko'plab kompyuter (hisoblash) tajriba sinovlari bilan tasdiqlanib, ishlab chiqilgan dinamik modellar ilmiy asoslangan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati tikuv mashinasi friksion muftasi ishqalanish juftlari orasidagi o‘zaro ta’sir jarayonining matematik modelini ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati tikuv mashinasi friksion muftasining modernizatsiya qilingan konstruksiyasi hamda gazlamaning tikilish sifatini yaxshilash uchun disklar orasidagi bo’shliqni sozlash bo’yicha tavsiyalar ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Dissertatsiyada tikuv mashinasi friksion muftasini takomillashtirish bo’yicha olingan ilmiy va amaliy natijalar asosida:

tikuv mashinasining yuritmasiga intellektual mulk agentligining foydali modeliga patent olingan (Tikuv mashinasining yuritmasi. UZ № FAP 02019. 2022-y.), natijada tikuv mashinasi friksion muftasining samarali konstruksiyasi yaratilgan;

tikuv mashinasining o‘tuvchi rejimda ishlashini yaxshilovchi va tebranishlarni so‘ndiruvchi qayishqoq elementli friksion muftaning yangi konstruksiyasi yaratilib, “Urgench Cluster” MChJ tasarrufidagi tikuv ishlab chiqarish korxonasi joriy etilgan (“O‘zto‘qimachilik sanoat” uyushmasining 20 may 2024-yildagi №-03/25-1051 ma’lumotnomasi). Ilmiy tadqiqot natijalarining ishlab chiqarishga joriy etilishi natijasida igna ipining uzilishlari va tikuv ignasining sinishlari 25% ga kamayishini ta’minlaydi, bu orqali elektroenergiyani sarfini ham kamayishiga erishilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari jami 10 ta ilmiy-texnik konferensiyalarda, shu jumladan 6 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi.** Dissertatsiya mavzusi bo’yicha 19 ta ilmiy ishlar chop etilgan bo’lib, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 9 ta maqola, shundan 8 ta respublika hamda 1 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan va 1 ta O‘zbekiston Respublikasining foydali modeliga patent olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida mavzuning dolzarbligi asoslangan, tadqiqot ishining maqsad va vazifalari shakllangan, umumiy metodikasi keltirilgan. Ishning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati aniqlangan. Shuningdek, tadqiqot natijalarining sanoat ishlab chiqarishda qo‘llanilganligi haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “**Tikuv mashinalari friksion muftasi konstruksiyalari ishining tahlili**” deb nomlangan birinchi bobida mahalliy va xorijiy adabiyot manbalarining tahlili yoritilgan bo’lib, tikuv mashinalari konstruksiyasini takomillashtirish va uzatma mexanizmlari samaradorligini oshirish bo’yicha tadqiqotlar ko‘rib chiqilgan. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tikuv



mashinalari ishchi qismlari, uzatma mexanizmlarining yanada takomillashtirilishi tezlik oshishiga, texnologik imkoniyatlar kengaytirilishiga, tikuv mashinalari o'ldamlarini, quvvatini va energiya ko'rsatkichlarini kamaytirishga qaratilgan.

Shu maqsadda universal tikuv mashinalari ishqalanish mexanizmining yangi takomillashtirilgan konstruksiyasi tavsiya etildi.

Dissertatsiyaning **“Tikuv mashinasi uzatmalari mexanizmlarining dinamik tahlili va uni nazariy tadqiq qilish”** deb nomlangan ikkinchi bobida, friksion muftani quvvat oqimining uzilishlarisiz ishga tushirish hamda to'xtatishdagi ishlashini o'rganish uchun, friksionlarning ilgari lanma harakatini va ularning ishqalanuvchi yuzalari orasidagi bo'shliqni hisobga oladigan qayishuvchi-dissipativ aloqali loyihalash sxemasi ko'rib chiqilgan.

Hisoblash jadvalida (1-rasm) quyidagi belgilashlar qo'llaniladi:  $m_1$  – friksion o'rnatilgan yetakchi diskning massasi;  $m_2$  – tepki yordamida harakatlanuvchi platforma bilan boshqariladigan yetaklanuvchi disklarning og'irligi;  $F_{\alpha}$  – friksionning harakatiga to'sqinlik qiluvchi, rezina qatlamli friksion qoplamasi tomonidan hosil qilinadigan yopishqoqlik qarshilik kuchi;  $\Delta_1, \Delta_2$ -bo'shliqlar;  $x_1, x_2$  – tizimning umumlashtirilgan koordinatalari;  $\Omega_1, \omega_2$  – mos ravishda yetakchi va yetaklanuvchi massalarning aylanish chastotalari,  $\text{min}^{-1}$ ;  $R$  – ishchi tepkini bosganda platforma tomonidan hosil qilinadigan diskdagi bosim;  $J_1$  – elektrodvigatel valiga o'rnatilgan diskning inersiya momenti;  $J_k$  – yetakchi disk bilan friksion korpusning birgalikdagi inersiya momenti;  $J_{pr}$  – yetaklanuvchi diskning oraliq inersiya momenti;  $J_2$  – yetaklanuvchi val shartli maxovigining inersiya momenti, tikuv mashinasi asosiy vali aylanishining ekvivalent momenti;  $\varphi_1$  va  $\varphi_2$  – friksion qoplamalarning ishqalanuvchi yuzalari holatini aniqlovchi koordinatalar;  $M_1$ – friksionga jamlangan aylanuvchi qismlarning ishqalanish momenti;  $M_{sopr}$  – tikuv mashinasi yetaklanuvchi qismlarining ishqalanish momenti;  $m_{\omega m}, z_{\omega m}$  – platforma massasi va yetaklanuvchi diskning harakatlantirish koordinatasi;  $R_s$  – tikuv mashinasi asosiy valining aylanishiga qarshilik kuchi;  $R_{kr}$  – gazlamani teshish kuchi;  $Q_{x_1}, Q_{x_2}$  – gazlama ilgari lanma siljishida harakat koordinatalari bo'ylab umumlashtirilgan kuchlar.

Hisoblash sxemasida massaning buralma tebranishlari uchun differensial tenglamalarni tuzishda quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \left( \frac{\partial T}{\partial q_i} \right) = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial q_i} + Q_{q_i} \quad (1)$$

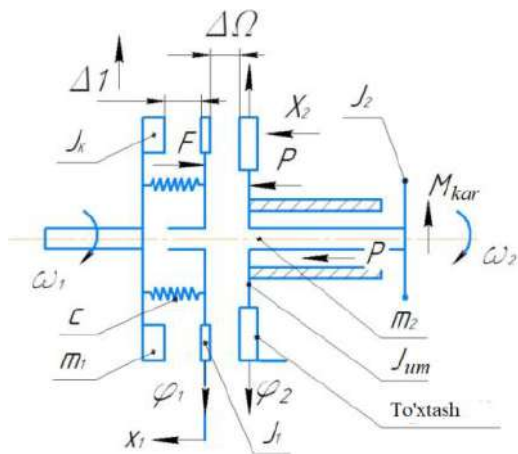
Bunda  $q$  – umumlashtirilgan tezlik;  $P$  – tizimning potensial energiyasi (J);  $T$  – tebranish tizimining kinetik energiyasi (J), ko'rilayotgan hisoblash sxemasi uchun quyidagiga teng:

$$T = \frac{1}{2} J_1 \cdot \dot{q}_1^2 + J_1 \cdot \dot{q}_2^2 + m_1 \cdot \dot{x}_1^2 + m_2 \cdot \dot{x}_2^2 \quad (2)$$

Tizimning potensial energiyasi:

$$\Pi = \frac{1}{2} [c x_1 - x_2]^2 \quad (3)$$

Bunda  $c$  – o'rnatilgan friksion rezina qoplamasining qattqlik koeffitsiyenti



**1- rasm. Ishqalanuvchi yuzalar orasidagi tirqishni va ilgarilanma harakatlarni inobatga olib tikuv mashinasi friksion muftasini ishga tushirishni hisoblash sxemasi**

Bunda  $\ddot{q}_2$  – burchak tezlanish,  $m/s^2$

$J_2$  -inersiya momenti keltirilgan inersiya momenti bo‘lib, tikuv mashinasi konstruksiyasini tashkil etgan harakatlanuvchi elementlarning kinetik energiyasi sharoitidan aniqlanuvchi va asosiy valga keltirilgan holda hisoblanadi.

Shunday qilib, turli yuklanishlarda transmissiya massasi egiluvchan- dissipativ aloqali ta’sirlarni hisobga olgan holda tikuv mashinasi uzatmalaridagi quvvat oqimini uzmasdan, tikuv mashinasi uzatmasi friksionlarning ishqalanishini modellashtirish imkonini beruvchi hisoblash sxemasi (1- rasm) va differensial tenglamalar tizimi (4) ni o‘z ichiga olgan matematik model ishlab chiqildi.

1-rasmda keltirilgan hisoblash sxemasida massa uchun buralma tebranishlarning differensial tenglamalari quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{q}_1 = Q_{q1} \\ J_2 \ddot{q}_2 = Q_{q2} \\ M_1 \ddot{x}_1 = -cx_1 - x_2 - a(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + Q_{x1} \\ M_2 \ddot{x}_2 = cx_1 - x_2 + a(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + Q_{x2} \end{cases} \quad (4)$$

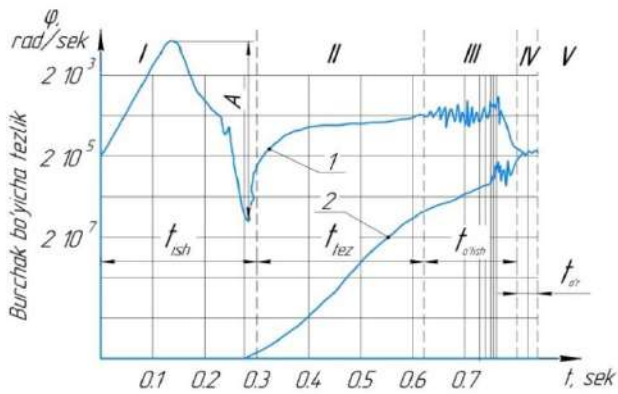
$$\begin{cases} L_1 = \left( M_D - k \frac{t_1}{2} \right) \\ L_2 = M_c \cdot \omega_o \cdot t_2 + \frac{t_2^2}{2} \left[ M_c \cdot \left( \frac{M_c}{J_D} + \frac{M_B}{J_B} \right) - \omega_o \cdot k \right] - \frac{k \cdot t_2^3}{3} \\ \left[ \frac{M_c}{2} \left( \frac{1}{J_D} + \frac{1}{J_B} \right) + \frac{M_c}{J_D} + \frac{M_B}{J_B} \right] + \frac{k^2 \cdot t_2^4}{8} \left( \frac{1}{J_D} + \frac{1}{J_D} \right) \end{cases} \quad (5)$$

Bunda  $k$  – FM yetaklanuvchi diskning burchak tezligi,  $rad/s$ . Tikuv mashinasi transmissiya elementlari massalaridan hosil bo‘ladigan buralma tebranishlarga dvigatel momenti (6) o‘zgarishining ta’sirini tadqiq qilish maqsadida dvigatel momentini ifodalashning garmonik usullaridan foydalanilgan:

$$\begin{cases} Mt = \frac{2M_0}{\pi} \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t - \dots \\ Mt = \frac{2M_0}{\pi} \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t - \dots \\ Mt = \frac{8M_0}{\pi^2} \sin \omega t - \frac{1}{3^2} \sin 2\omega t + \frac{1}{5^2} \sin 3\omega t - \dots \end{cases} \quad (6)$$

Bunda  $M_0$  – dvigatelning nominal momenti;  $\omega$  – aylanish chastota,  $c^{-1}$

Muftani ishga tushirishda friksionlarning ishini modellashtirish natijalari 2 va 3-rasmlarda keltirilgan.



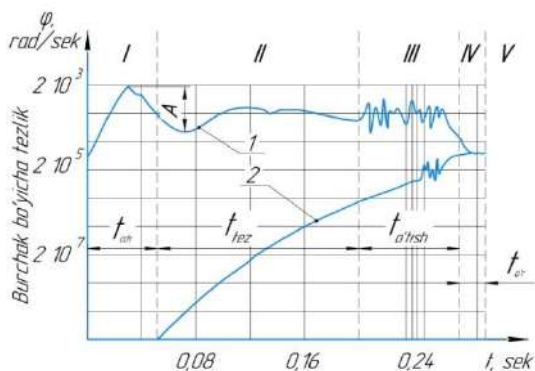
- 1- yetakchi diskning burchak tezligi;
- 2- friksionlar yetaklanuvchi diskning burchak tezligi.

**2– rasm. Friksionlarning ishqalanuvchi yuzalari yetakchi diskida dempferlash bo‘lmaganda friksionlarning aylanishdagi burchak tezligining o‘zgarishi diagrammasi.**

Ishqalanuvchi yuzalarda dempferlash bo‘lmaganda yetakchi va yetaklanuvchi friksionlarning aylanishdagi burchak tezliklarining o‘zgarishi egri chiziqlari 3-rasmda keltirilgan. Birinchi bosqichda (I bo‘lim) yetaklanuvchi valning burchak tezligi nolga teng,  $t_{vkl}$  -friksion uzatma mexanizmini ishga tushirish vaqti, friksion uzatma elementlarini harakatga keltirishga va ishchi tomonidan tepkini bosish kuchiga sarflanadi. Grafikning II bosqichida FM diskларining ilashishi bilan yetaklanuvchi friksionning aylanish tezligi oshadi va yetakchi diskning tezligi ma’lum qiymatgacha kamayadi. Tebranish tezligining amplitudasi 20 rad/sek, 2-rasmda A kattaliqda ko‘rsatilgandek, vaqt  $t=0,17$  sek.ga teng. Bu jarayonga sarflanadigan tezlashuv vaqti 0,4sek. bo‘lib, yetaklanuvchi friksion momentining oshish tezligini ko‘rsatadi. Grafikning III bosqichida friksionlarning keyingi ilashishi sodir bo‘ladi, IV bosqichda ularning burchak tezliklari to‘liq tenglashadi.

3-rasmda FM yetaklanuvchi diskda dempferlash bo‘lganda yetakchi va yetaklanuvchi disklardagi burchak tezliklar o‘zgarishlarining grafik bog‘liqliklari keltirilgan. Birinchi bosqichda (I bo‘lim) yetaklanuvchi valning burchak tezligi nolga teng,  $t_{vkl}$  -friksion uzatma mexanizmini ishga tushirish vaqti, friksion uzatma elementlarini harakatga keltirishga va ishchi tomonidan tepkini bosish uchun sarflanadi. Grafikning II bosqichida FM diskларining ilashishi bilan yetaklanuvchi friksionning aylanish tezligi ohista oshadi va yetakchi diskning tezligi uncha katta bo‘lmagan  $A = 5$  rad/sek qiymatgacha kamayadi. Tebranish tezligining amplitudasi 3-rasmda A kattalik bilan ko‘rsatilgandek 5 rad/sek, bunda vaqt  $t=0,04$  sek.ga teng. Bu jarayonga to‘la tezlashish uchun ketgan vaqt 0,26 sek.ni tashkil qiladi va bu yetaklanuvchi friksionda momentning o‘shish tezligini aniqlaydi.

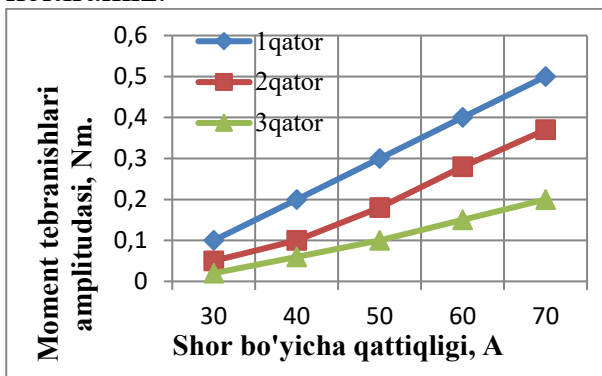
Grafikning III bosqichida friksionlarning bir-biriga yopishishi davom etadi, IV bosqichda ularning burchak tezliklari bir-biriga tenglashadi.



**3-rasm. Ishqalanuvchi yuzalardagi yetaklanuvchi diskda dempferlash bo‘lganda friksionlarning aylanishdagi burchak tezligining o‘zgarishi diagrammasi**

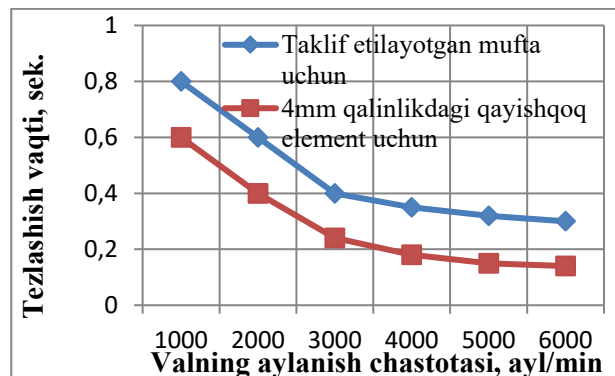
Ikki variantdagi friksionlardan olingan qiymatlarni taqqoslab, burchak tezliklarining tebranishlar amplitudasi va aylanish momentlari orasida

tezlashuv vaqtining oddiy muftalar uchun farqi  $t=0.4$  sek, dempferli muftada  $t=0,26$  sek. degan xulosaga kelamiz. Shuningdek, momentlarning tebranishlar amplitudasi farqi 4 marta, burchak tezliklari o'rtasida ham  $A=20$  rad/sek va  $A=5$  rad/sek, ya'ni tafovut mavjudligini ko'ramiz. Olingan natijalardan ko'rinadiki, FMLarni ishga tushirish holatiga qarab, tebranishlar amplitudasi va xususiyatlari o'zgarishi mumkin. Tebranishlar amplitudasi xususiyatlariga ishchining malaka darajasi bilan belgilanadigan FMLarni ishga tushirish vaqti  $t_{vkl}$  ta'sir qiladi. Tebranishlar amplitudasining rezina qattiqligi va qalinligiga bog'liqlik grafisini keltiramiz.



**4- rasm. Tikuv mashinasi uzatma validagi aylanishlar moment tebranishlari amplitudasi o'zgarishlarining turli qalinlikdagi rezinalar qattiqligiga bog'liqlik grafifi.**

1-qator  $\delta=6\text{MM}$  qalinlikdagi  
2-qator  $\delta=4\text{MM}$  qalinlikdagi  
3-qator  $\delta=2\text{MM}$  qalinlikdagi rezinali dempfer uchun.

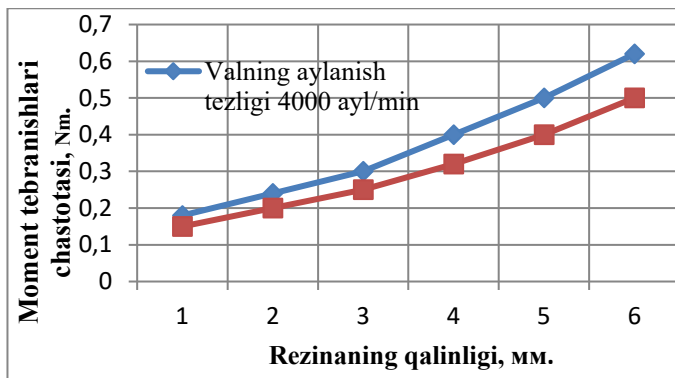


**5- rasm. Oddiy ilashuvchi mufta uchun tikuv mashinasi tezlashish vaqtining asosiy val aylanishlar chastotasiga bog'liqlik grafifi. Elektrodvigatel valining aylanishlar chastotasi 3000 ayl/min.**

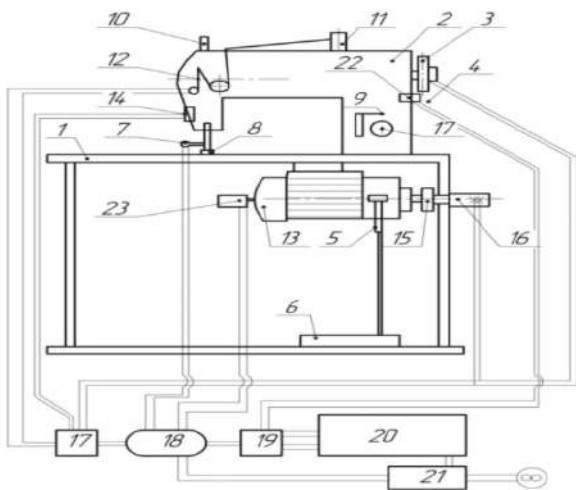
Keltirilgan hisoblashlar va qiyosiy grafiklarning tahlili ko'rsatadiki, tikuv mashinasini ishga tushirishdagi momentning tebranish amplitudasiga bog'liq o'zgarishlari qayishqoq elementning qalinligi va tizimning qattiqligi chiziqli xususiyatga ega. Tadqiqot ishining **uchinchi** bobida nazariy taxminlarni sinab ko'rish uchun tikuv mashinasi friksion muftasining ishlashi va dinamik xususiyatlarini o'lchash uchun tajriba qurilmasi hamda asboblari loyihalashtirilgan va ishlab chiqarilgan.

Bu uskuna tikuv mashinalari uzatmalariga xos bo'lgan tikuv mashinasini ishga tushirish va to'xtatish vaqtida mufta orqali beriladigan burovchi moment kabi friksion muftaning ko'rsatkichlarini o'lchash, friksion mufta va tasmali uzatmaning sirpanish koeffitsiyenti kabi kattaliklarni aniqlash imkonini beradi.

Shuningdek, olingan natijalarni qiyosiy tahlil qilish uchun igna ipining tarangligini, ignaning plastinkaga nisbatan holatini nazorat qilish uchun qo'shimcha datchiklar, tikuv mashinasi asosiy va yetaklanuvchi vallarining aylanish chastotasini nazorat qilish uchun taxometrlar o'rnatildi. Datchiklarning turlari va joylashish holati 7-rasmda keltirilgan.



**6 – rasm. Tikuv mashinasi uzatma validagi uzatma momenti tebranishlari chastotasining qayishqoq element qalinligiga bog’liqlik grafigi**



**7-rasm. Tikuv mashinasi uzatmasi valining burovchi momentini o’lchash uchun tajriba uskunasi strukturaviy sxemasi**

1-tikuv mashinasi sanoat stoli; 2 – YAMATA tikuv mashinasi; 3 – tikuv mashinasi harakatga keltiruvchi momentomerli shkiv uzatmasi;

Tajribaviy tadqiqotlar mobaynida elektrodvigatel aylanish chastotasini o’zgartirish uchun inverter o’rnatilib, uning yordamida tadqiqot o’tkazish rejasining ma’lum bir vaqtda elektromotor rotorining 1000 dan 6000 ayl /min. gacha oraliqdagi kerakli aylanish chastotasi ma’lum qadamlar bilan tanlab olindi.

4 – taxometr va taxogenerator;  
 5 – FMni harakatlantirish mexanizmi;  
 6 – mashinani ishga tushiruvchi tepki;  
 7 – igna ipini nazorat qilish datchigi;  
 8 – siquvchi lapka; 9 – tikish qadamini sozlash mexanizmi; 10 – lapkaning yuklanishlarini sozlovchi datchik;  
 11– ipli g’altak; 12 – kelayotgan ipning yuklanishlarini sozlovchi datchik;  
 13 – elektromotor; 14 – ipni joylashtiruvchi datchik; 15 – FM chiquvchi validagi momentomerli shkiv uzatmasi; 16 – tokosyomnik;  
 17 – UT-4-1 tenzometrik kuchaytirgich;  
 18 – impuls konvertori;  
 19 – LTR-154 raqamli konvertor;  
 20 – EVM-registrator;  
 21 – kuchlanishlar stalibizatori;  
 22 – Xoll datchigi; 23 – taxogenerator.



a)



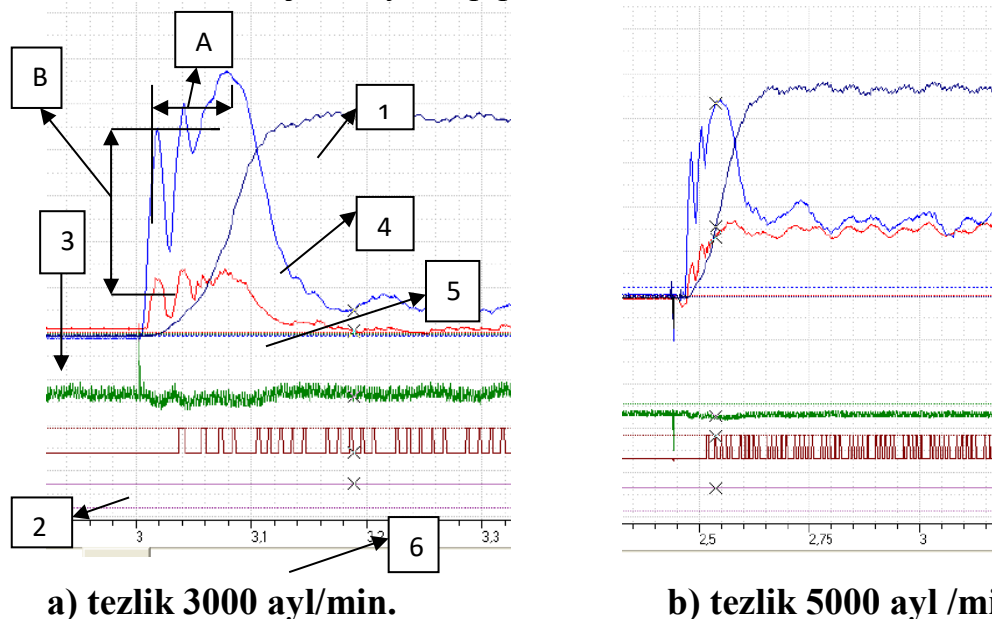
b)

**8a, b -rasm. Tikuv mashinasi va friksion muftali elektrodvigatelning umumiy ko‘rinishi**



Tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazish uchun quyidagi mashina parametrlari qabul qilindi va nazorat datchiklari o‘rnatildi. Tikuv mashinasi asosiy validagi burovchi momentning  $M_v$  nazorat datchiklari, FM valining burovchi momenti  $M_f$ , tikuv mashinasi asosiy valining aylanish chastotasi  $n$ , ayl/min, elektrodvigatel valining aylanish chastotasi, ayl/min. Materialni tikishdagi igna ipining tarangligi  $R$ , sN, friksion disk yuklanishlari  $Q$ , jarayonning borish vaqtini ossillogrammada 0,001 sek diapazonda yozib 120 kGts chastotada qayd qilish orqali aniqlandi.

Tajribaviy tadqiqotlar davomida friksion muftani sekin, vaqti-vaqti bilan yoki keskin ishga tushirish rejimlarini tanlash uchun elektrodvigatelning ishchi aylanish tezligi va sharoitlari o‘zgartirilib natijalar olindi. Yuqoridagi barcha shartlar uchun tajribalar kamida 10 martadan takrorlab o‘tkazildi. Olingan natijalarni solishtirish va tanlangan parametrlarning jarayonga ta‘sirini o‘rganish hamda ipning uzilishiga, igna sinishlari soniga, tikish sifatiga materialni tikish jarayonidagi tebranishlarning aylanish chastotasi o‘zgarishlariga ta‘sirini aniqlash uchun igna plastinkasiga nisbatan ignaning holat datchiklari o‘rnatildi. Standart namunadagi va taklif qilinayotgan friksion mufta ishining ko‘rsatkichlarini qiyosiy tahlili uchun bir xil ishlash sharoitlarida tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazildi.



a) tezlik 3000 ayl/min.

b) tezlik 5000 ayl/min.

**9-rasm. Standart konstruksiyadagi friksion muftali tikuv mashinasida gazlamani tikishdagi ossillogramma yozuvi**

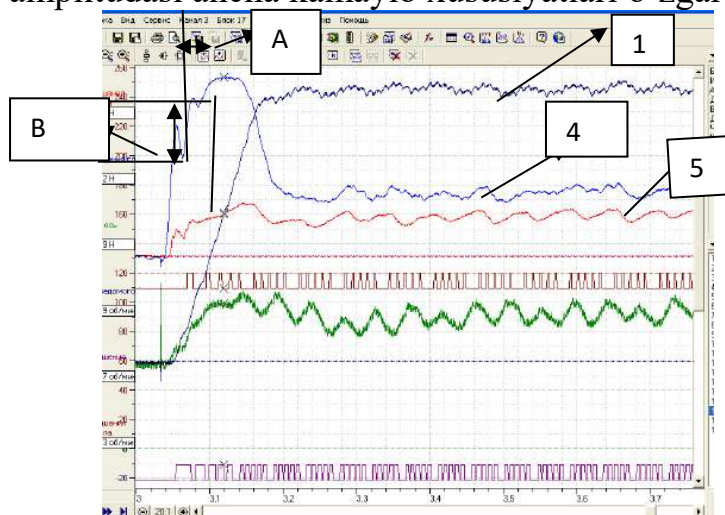
1 – tikuv mashinasi asosiy valining aylanishlari; 2 – igna plastinkasiga nisbatan ignaning holati; 3 – sanoq boshi; 4 – tikuv mashinasining asosiy validagi burovchi moment; 5 – yetaklanuvchi friksion diskdagi moment; A – tikuv mashinasi yetaklanuvchi vali burovchi momentining o‘zgarish chastotasi; V – tikuv mashinasining asosiy validagi burovchi moment o‘zgarishining amplitudasi; 6 – jarayonning borish vaqti;

9-rasmda keltirilgan ossillogrammadan olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, elektrodvigatelning aylanishlar chastotasi 3000 ayl/min bo‘lganda tikuv mashinasi ishchi tezlikka to‘liq erishguncha, tezlashish vaqti 0,12 sek. ni tashkil etadi. Bunda yetaklovchi valdagi momentning o‘zgarishidagi farq 0,9 N·m ni, yetaklanuvchida esa 0,45 N·m ni tashkil qiladi.

Burovchi momentning mashina mexanizmlari inersiya kuchlarini yengib tiklanish vaqti 0,18 sek.ni tashkil etadi (9,a -rasm). 5000 ayl/min tezlikda tezlashish vaqti 0,62 sek. va momentning tiklanish vaqti 0,1 sek. (9,b -rasm). Rasmlarni o‘zaro taqqoslab, asosiy valdagi aylanish tezligining qiymatidan qat’iy nazar mashinani ishga tushirishdagi burovchi moment tebranishlari takrorlanadi va tebranish xususiyati bilan chastotasi bir xil bo‘ladi. FMdagi tebranishlarning xususiyati muftani ishga tushirish vaqti bilan aniqlanadi va friksion disklarni siqilish kuchi bilan belgilanadi.

Friksion muftani ishga tushirishning dinamik xususiyati dinamik koeffitsiyentga va ishga tushirish vaqtiga bog‘liq. Qiyosiy tahlil uchun taklif etilayotgan tikuv mashinasi friksion muftasining 9-rasmida keltirilgan konstruksiyasi uchun FM asosiy validagi yuklanish o‘zgarishlarining qaydlari olib borildi. Qaydlar dvigatel chastotasi 3000 ayl/min bo‘lgan sharoitda, qayishqoqlik moduli  $E=45\text{ N}\cdot\text{m}_2$  ga, qalinligi  $N=4\text{ mm}$  ga teng tanlangan qayishqoq elementli muftada olib borildi. 9-rasmida: A – jarayonning davomiylilik vaqti; B-vallardagi moment o‘zgarishining amplitudasi.

Olingan natijalar tahlilidan ko‘rinadiki, FM yetaklanuvchi diskida tebranishlar amplitudasi ancha kamayib xususiyatlari o‘zgardi. Asosiy valdagi kamaygan



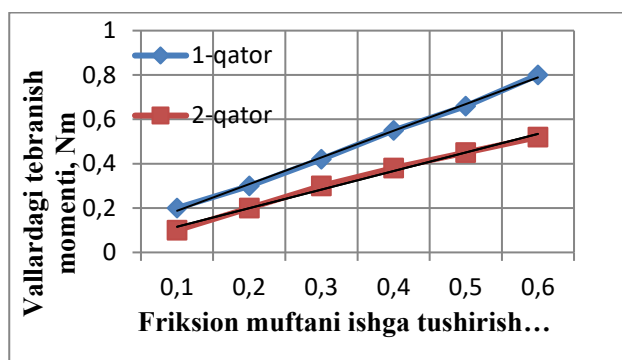
moment 0,45  $\text{N}\cdot\text{m}$  va yetaklanuvchi valdagi esa 0,15  $\text{N}\cdot\text{m}$ , vaqt  $T=0,04\text{ sek.}$  Yozuv paytidagi tezlik 3000 ayl/min.

**10-rasm. Friksion muftaning taklif etilayotgan konstruksiyasi bilan materialni tikishdagi ossillogramma yozuvi**

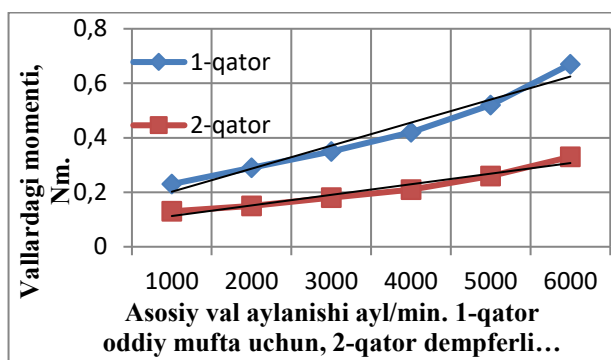
Tikuv mashinasi FM sida qayishqoq elementning qo‘llanilishi harakatlantiruvchi vallardagi burama tebranishlarga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi. Ko‘rsatkichlarni tahlil qilish natijasida, tajribaviy tadqiqotlar asosida taklif etilgan konstruksiyaning ish qobiliyatiga ta’sir qiluvchi omillarni aniqlash masalasi paydo bo‘ldi. Bundan asosiy maqsad: asosiy valning aylanish tezligi  $n(\text{ayl}/\text{min})$ , tepkiga beriladigan kuchlanish  $R(\text{N})$ , qayishqoq elementning qalinligi (mm), uning elastiklik moduli  $E(\text{N}/\text{m})$ , tebranishlar amplitudasi  $A$  va tizimning tebranish chastotasi kabi ko‘rsatkichlarning konstruksiya samaradorligiga bog‘liqliklarini aniqlash. Shuningdek turli sharoitlarda materialni tikish sifatiga, ignaning sinish holatlariga friksion muftaning ta’sirini o‘rganish masalalari qo‘yildi. 9 va 10-rasmida tikuv mashinasi yetaklanuvchi validagi moment tebranish amplitudalari o‘zgarishlarining friksion muftani ishga tushirish vaqtiga ikki turdagi FM konstruksiyasi uchun aylanish chastotalarining bog‘liqlik grafiklari keltirilgan. Hisoblashlar aylanish



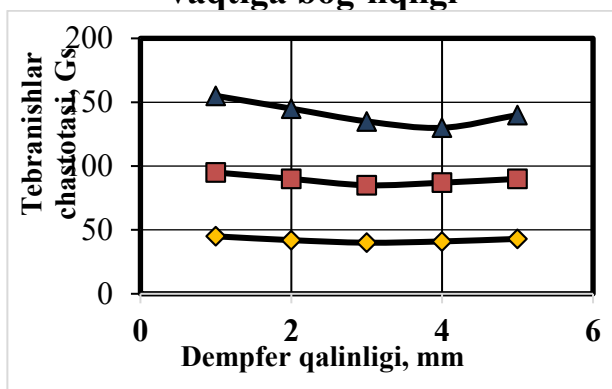
chastotasi 3000 ayl/min, tepkiga beriladigan yuklama 1 sek. davomida sekin o'sib boruvchi sharoitlarda olib borilgan.



**11- rasm. Tebranish momenti amplitudalari o'zgarishlarining friksion muftani ishga tushirish vaqtiga bog'liqligi**

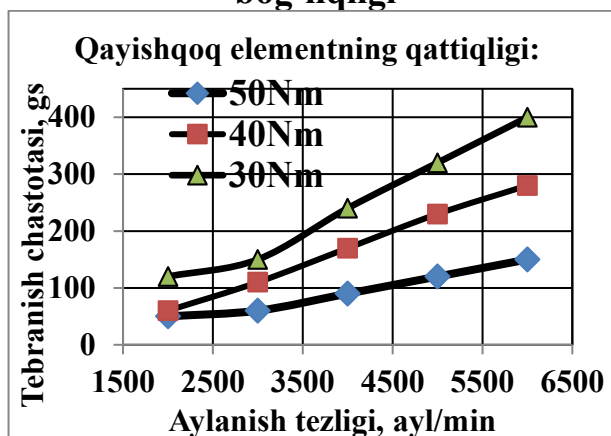


**12- rasm. Tebranish momenti amplitudalarining yetaklanuvchi valdagi aylanish chastotasiga bog'liqligi**

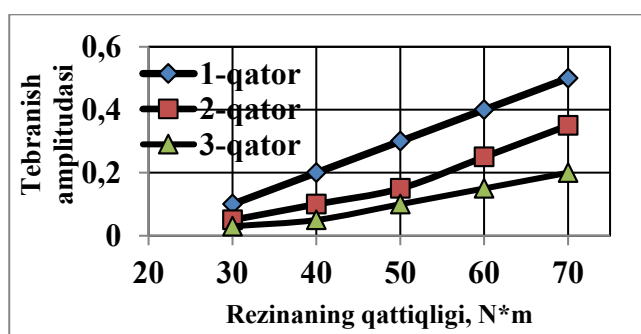


Tepadan 1-qator 30N·m; 2-qator 40N; 3-qator 50N·m qattqlikdagi rezina uchun.

**13- rasm. Tebranishlar hastotasining dempfer qalinligiga bog'liqligi**

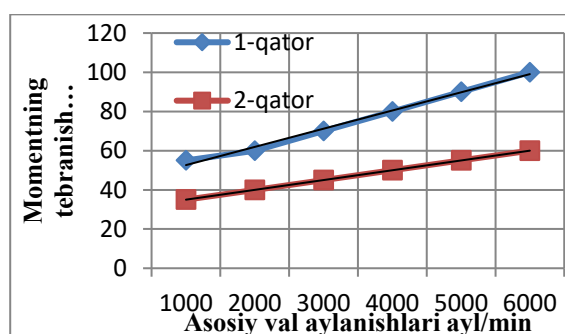


**14- rasm. Tebranish chastotasining dvigatel aylanish tezligiga bog'liqligi**



1-qator – 2 mm; 2-qator – 3 mm; 3-qator – 4 mm qalinlikdagi qayishqoq element;

**15-rasm. Tebranish amplitudasining rezina qattqligiga bog'liqligi**



1-qator–oddiy; 2-qator–qayishqoq elementli mufta uchun;

**16- rasm. Tebranish chastotasining asosiy val aylanishlariga bog'liqligi**

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, yuklanishlar tebranish chastotasining o'zgarishlari qayishqoq elementning qattqligiga va qatlam qalinligiga jiddiy ravishda

bog'liq bo'lib, chiziqli bo'lmagan tabiatga ega. Ta'kidlash joizki, 2 mm qalinlikdagi qayishqoq elementning chastotasi 50 dan 35 Gtsgacha kamayadi va 4 mm qalinlikdagi qayishqoq element qo'llanilganda esa chastota yanada ko'proq 40 dan 20 Gts gacha o'zgaradi ya'ni, bu o'zgarish qoplamaning elastiklik xossalariga bog'liqdir. Muftaning ish qobiliyatiga rezinaning qattiqligi, qalinligi kabi ko'rsatkichlari tikuv mashinasi harakatlantiruvchi vali burovchi momentining tebranish chastotasiga va amplituda o'zgarishlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Friksion mufta konstruksiyasidagi o'zgarishlarini hisobga olib konstruktiv parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlash qo'shimcha tadqiqotlar o'tkazishni talab qiladi.

**To'rtinchi bobda** ishqalanuvchi muftalarning texnologik ko'rsatkichlarga ta'siri bo'yicha tadqiqot materiallari keltirilgan. Bir xil ishlab chiqarish sharoitlarida TOYODA va TUPICAL firmasining 10 ta tikuv mashinalarida 2 qavatli jinsi materialini tikish texnologik jarayonini 100 soat davomida kuzatdik. Bunda (U), qayishqoq elementining qalinligiga bog'liqligini aniqlashda (h), tepkiga bosim (P) va friksion diskka yuklama berilganda igna sinishlarining ro'y berish qonuniyatlarini tekshirish maqsadida tadqiqotlar olib borildi. Tikuv ishlab chiqarish korxonalaridagi mutaxassislardan olingan so'rovnoma natijalariga va adabiyotlar tahliliga ko'ra kiyim qismlarini tikishda bahya uzunligi 2,5–4,5 mm oralig'ida bo'ladi, mashinani ishga tushirishda tepkiga beriladigan bosim kuchi 30-100 N oralig'ida o'zgarishi mumkin. Quyida matritsa tenglamalari va tajribaning kiruvchi omillari keltirilgan (1-jadval).

1- jadval

Kirish omillari	Omillarni kodlash	Darajalar			Variatsiya oralig'i $\Delta_i$
		-1	0	+1	
Qayishqoq elementning qalinligi, mm..	$x_1$	3,0	3,5	4,0	0,5
Friksion disklardagi kuchlanish, N	$x_2$	40	60	80	20

2- jadval

№ Tajriba	Kirish omillari			Javob - chiqish omillari			$\bar{y}_u$	$S_u^2$
	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$	$y_{u1}$	$y_{u2}$	$y_{u3}$		
1	-	-	-	32,2	32,3	32,4	32,30	0,01
2	+	-	-	26,12	26	26,2	26,11	0,0101
3	-	+	-	30,7	30,6	30,5	30,60	0,01
4	+	+	-	24,69	24,72	24,75	24,72	0,0009
5	-	-	+	27,16	27,2	26,9	27,1	0,054
6	+	-	+	21,5	21,3	21,4	21,40	0,01
7	-	+	+	25,5	25,6	25,7	25,60	0,01
8	+	+	+	20,3	20,4	20,1	20,27	0,0233

Tajribani o'tkazish uchun birinchi tartibli ortogonal rejali matritsalar tuzildi  $N = 2^2 = 4$ . Tajriba natijalari 2- jadvalda keltirilgan.

Regressiya tenglamasi olindi:

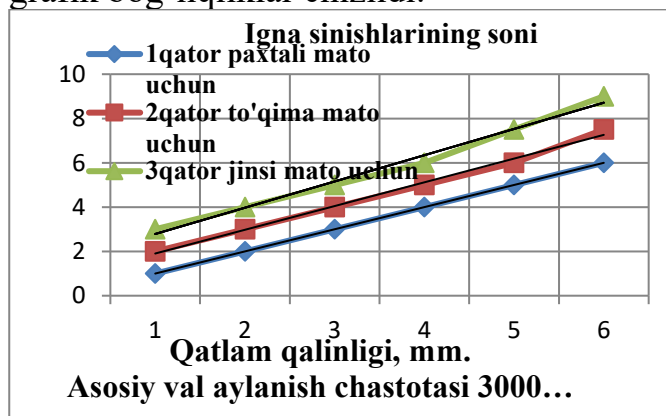
$$\hat{y} = 20 - 5x_1 - 2x_2 + 0.5x_1x_2 \quad (7)$$

Olingan tenglama (4.21) tikuv mashinasi igna sinishlar sonini ifodalaydi, formula asosan quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

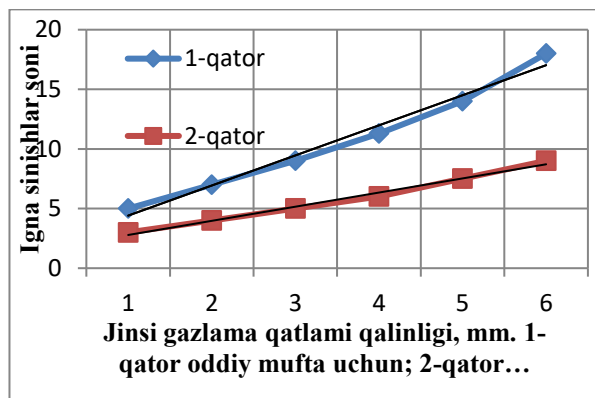
$$Z = 20 - 5 \frac{h - 3.5}{0.5} - 2 \frac{P - 60}{20} \text{ tenglamani o'zgartirib, quyidagi holatda yozamiz:}$$

$$Z = 61 - 10h - 0,1P \quad (8)$$

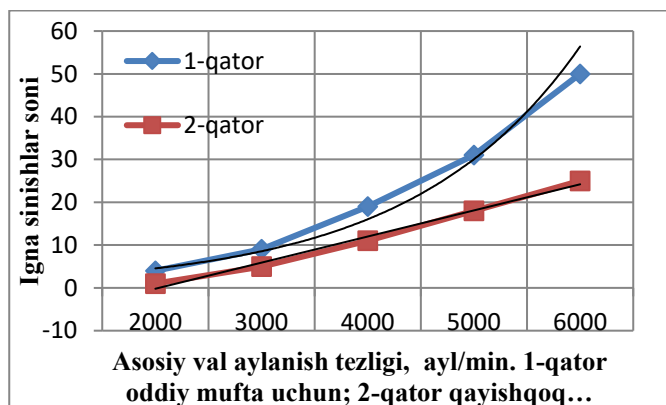
Tajriba sinovlari asosida olingan tenglamalar(1) tikuv mashinasi ignalarining sinishlar sonini tavsiflaydi. (1) va (2) tenglamalar asosida  $y = f(x_1, x_2)$  i  $Z = f(h, P)$  grafik bog‘liqliklar chizildi.



**17-rasm. Gazlama qatlamlarining qalinligiga qarab tikuv mashinasi igna sinishlari soni.**

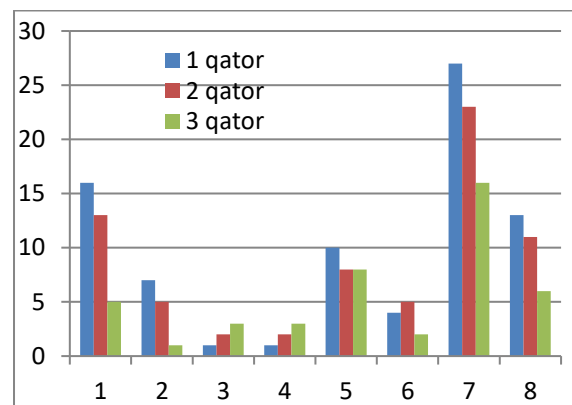


**18-rasm. Oddiy va dempferli friksion muftali tikuv mashinalarda igna sinishlarining mato qalinligiga bog‘liqligi**



**19-rasm. Oddiy va dempferli friksion muftali tikuv mashinalarda igna sinishlarining asosiy val aylanish tezligiga bog‘liqligi**

1-qator jinsi. 2-qator to‘qima. 3-qator paxtali mato; 1- Oddiy mufta; 2- qayishqoq elementli mufta bilan ishga tushirishdagi sinishlar; 3-4 to‘xtatish paytidagi sinishlar; 5-6 boshqa sabablarga ko‘ra igna sinishlari; 7-8 jami sinishlar.



**20-rasm. Tadqiqotlarda tahlil qilingan igna sinishlarining statistikasi**

Bog‘liqlik grafiklari hisoblash natijalarini tahlil qilib, tikuv mashinasini ishga tushirish jarayonida igna sinishlari friksion muftaning tuzilishi, ishlash sharoiti hamda rejimlariga bog‘liq degan xulosaga kelamiz. Ushbu konstruksiyaning ishlashini baholash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlili natijasida texnologik

jarayonning turli sharoitlarida va tikuv mashinasining turli ishlash rejimlarida konstruksiyaning materiallarni tikish jarayoniga ta'sirini aniqlash imkonini beradigan parametrlari tanlandi. Tikuv mashinasining parametrlarini nazorat qilish uchun sensorlar o'rnatilgan tikuv mashinasida tajribaviy tadqiqotlar o'tkazildi va tikuv materiallari uchun texnologik shartlar talablariga rioya qilgan holda, tajriba natijalari keyinchalik ossillogrammalarda qayd etildi va kompyuterda qayta ishlandi.

Tadqiqot o'tkazishda quyidagi asosiy parametrlar hisobga olindi, kirish va chiqish parametrlariga bo'lindi: Kirish parametrlari.

1. Friksion mufta diskiga o'rnatilgan va yetaklovchi friksion diskni ushlab turuvchi karkas rezinaning qattiqligini aniqlovchi  $X_1$ – parametrlar, Nm.

2. Tikuv mashinasining asosiy valining aylanish tezligi  $X_2$ , ayl/min.

3. Rezinaning qalinligi  $X_3$  mm.

Tajribalarni o'tkazishda mashinani ishga tushirish paytidagi  $Y_1$  gazlamani tikish chokining mustahkamligi chiqish parametri sifatida qabul qilindi. Unga 25 sm uzunlikdagi va 5 sm kenglikdagi tikuv matosi namunalari tayyorlangan, ular



cho'zish sinov mashinasiga o'rnatildi va chokning mustahkamligi va cho'zilishi aniqlandi.

**21-rasm. Gazlamani chidamliligini aniqlovchi cho'zish sinov mashinasining umumiy ko'rinishi**  
Namunalar uchun JL3406-5 artikulli jinsi,

I19943 artikulli trikotaj va 9600544 artikulli paxta matolari tanlab olindi. 21-rasmda cho'zish sinov mashinasining umumiy ko'rinishi ko'rsatilgan. Aniqlikni oshirish va xatolarni bartaraf etish uchun tajribaviy o'lchovlarni o'tkazishda standart mashinaning parametrlari bilan qiyosiy baholash amalga oshirildi. Tajribalar 10 marta takrorlandi. Tadqiqot o'tkazishda to'liq omilli tajriba (keyingi o'rinlarda TOT deb yuritiladi) 23 tanlandi. Barcha aniqlangan asosiy omillar ikki sathda (+1 va -1) o'zgarib turadi va tajribalar soni  $23 = 8$  ni tashkil qiladi. Asosiy omillarni va ularning o'zgaruvchanlik darajalarini tanlagandan so'ng, qaysi asosiy chiqish parametrlari bo'yicha ishni tahlil qilish va baholash, shuningdek, elastik rezina karkaslar bilan tavsiya etilgan friksion muftaning texnologik va konstruktiv parametrlarini optimallashtirish mumkinligi aniqlandi. Uning asosida 3-jadvalda keltirilgan rejalashtirish matritsasi tuzildi.

Omillarning haqiqiy qiymatlari quyidagi formula yordamida kodlandi:  
 $X_1=(E-100)/50$ ;       $X_2=(n-4000)/2000$ ;       $X_3=(\delta-4)/2$ ;

Bu yerda E – rezina qoplamaning qattiqligi, n – tikuv mashinasi asosiy valining 1 daqiqadagi aylanishlar soni,  $\delta$  – rezinaning qalinligi.

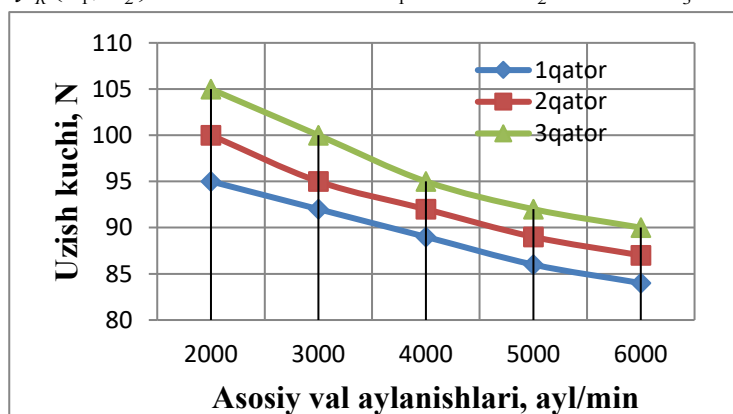
Gazlamani tikishning mustahkamlik parametrlari

Faktor nomi.	Belgilanish kodi	Omilning haqiqiy qiymatlari.			O'zgarishlar diapazoni
		-1	0	+1	
Rezinaning qattiqligi E, $10^4 \text{ H/M}^2$	$X_1$	50	100	150	50
Asosiy valning aylanish tezligi n, ayl/min	$X_2$	2000	4000	6000	2000
Rezina qalinligi $\delta$ , mm	$X_3$	2	4	6	2

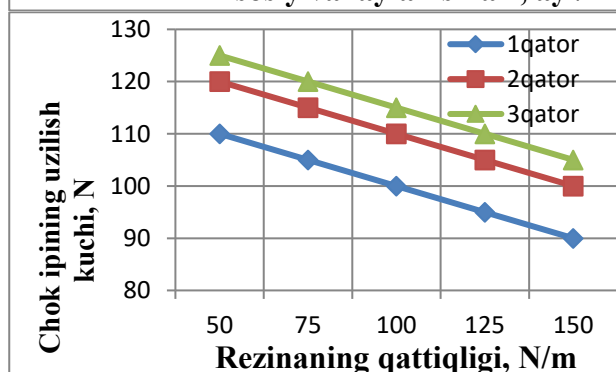
Olingan natijalar bo'yicha regression modellar tuzildi.

$$y_R = 26.01 - 2.9 \cdot x_1 - 0.72 \cdot x_2 - 2.42 \cdot x_3 - 0.085 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.96 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0.06 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0.008 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

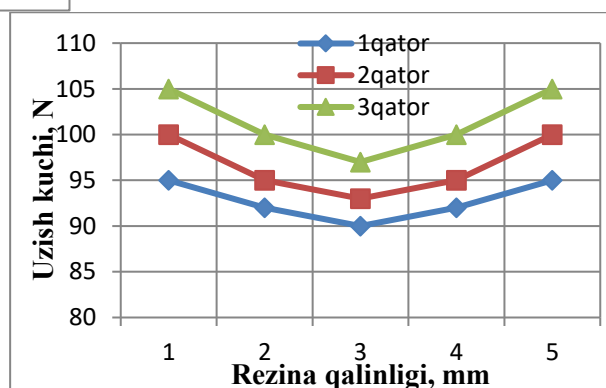
$$y_R(x_1; x_2) = 26.01 - 2.89 \cdot x_1 - 0.71 \cdot x_2 - 2.42 \cdot x_3 + 0.08 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.13 \cdot x_1 \cdot x_3$$



22 - rasm. Chokning uzilish kuchini mashina asosiy valining aylanish chastotasiga bog'liqlik grafigi



23 - rasm. Chokning uzilish kuchini rezina qattiqligiga bog'liqligi



24 - rasm. Chokning uzilish kuchini rezina qalinligiga bog'liqligi

## XULOSA

1. Tikuv mashinalari uzatmalarining mavjud konstruksiyalarini tahlil qilish asosida tikuvchilik sanoatida turli xil mashinalarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan yangi samarali rezinali amortizator qo'llanilgan friksion mufta yaratildi.

2. Mashinani ishga tushirishda friksion mufta orqali uzatiladigan aylantiruvchi momentning tebranishlari masalasi analitik usulda yechildi. Tikuv mashinasi uzatmasida disklar oralig'idagi amortizatsiyalovchi rezina qatlamning deformatsiyasini aniqlash tenglamalari tuzildi. Rezinali amortizator qattiqlik koeffitsiyentining tavsiya etilgan qiymati 50 N/m ekanligi aniqlandi. Friksion disklar orasidagi ishqalanish kuchlarini aniqlash tenglamalari olindi va uning tikuv mashinasini ishga tushirishda tepkiga beriladigan kuchlanish bilan bog'liq o'zgarish qonuniyatlari aniqlandi. Friksion mufta uzatmalarida aylanish momenti talab etilgan qonuniyat bo'yicha sekin o'zgarishi va tebranishlar 0,30Nm dan oshmasligi uchun rezina qattiqligining tavsiya etiladigan qiymatlari  $E = 40\text{N/mm}$ ,  $E = 50\text{N/mm}$  bo'lib, buyum detallarining uzluksiz bir tekis tikilish imkonini beradi.

3. Tikish jarayonida gazlamani teshishdagi ignaning erkin tebranishlari masalasi analitik usulda yechildi. Ignaning erkin tebranishlari masalasini sonli yechish asosida mashinani ishga tushirish paytidagi igna sinishlarining qonuniyatlari topildi. Igna sinishining sabablari aniqlanib, ma'lum vaqt oralig'idagi sinishlar sonining tikuv mashinasi harakatlantiruvchi validagi tebranishlar chastotasiga, tebranish momentiga bog'liqlik qonuniyatlarining grafiklari tuzildi.

4. Taklif etilgan qayishqoq elementning qalinligi o'rtacha tikuv mashinalari uchun 3mm va og'ir tikuv mashinalari uchun 4 mm bo'lib, bunda elektrodvigatelining aylanish chastotasi 5000 ayl/min.gacha bo'lganda aylantiruvchi momentning tebranishlar amplitudasi ruxsat etilgan (0,3Nm) oraliqda bo'ladi. Bu esa igna ipining uzilishlari va tikuv ignasining sinishlari 25% ga kamayishiga olib keladi. Tikuv mashinasini sekin ishga tushirishni saqlab qolgan holda, 0,3 N·m. dan 3,0 N·m gacha aylanish momenti tebranishlar amplitudasi o'zgarishlarining bog'liqlik grafiklari olindi.

5. Tikuv mashinasi uzatmasidagi friksion disklarga dempfer qo'llash orqali tikuv mashinasini ishga tushirish paytidagi tasodifiy igna sinishlari bartaraf etildi. Tikuv mashinasi asosiy valining aylanish tezligiga aylantiruvchi moment tebranishlari chastotasi o'zgarishlarining bog'liqlik qonuniyatlari olindi.

6. Tikuv mashinasi harakatlantiruvchi validagi aylanish momentining tebranishlar amplitudasi bo'yicha nazariy va tajribaviy natijalari orasidagi farq 8 %.dan oshmaydi. Shu bilan birga ip uzilishlarini va bahya tashlab tikishni maksimal darajada kamaytirish uchun friksion disk qayishqoq elementi qattiqlik koeffitsiyentining tavsiya etilgan qiymatlari  $S = (35 \div 50) \cdot 10^3 \text{ n/m}$ .

7. Rezinali amortizator qo'llanilgan friksion muftali tikuv mashinasining takomillashtirilgan konstruksiyasini tikuv ishlab chiqarish sanoatiga joriy etishning iqtisodiy samaradorligi yiliga 22153000 so'mni tashkil etadi.



**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
DSc.03/30.12.2019. Т.08.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЁГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ДУСТОВА ФИРУЗА ХАМРОЕВНА**

**ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШВЕЙНЫХ  
МАШИН С ФРИКЦИОННЫМИ МУФТАМИ НА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

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

**АВТОРЕФЕРАТ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ (PhD)**

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № В2024.3.PhD/Т4887**

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском) размещена на веб-сайте Научного совета по адресу (<http://www.ttyesi.uz>) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Бабаджанов Сабит Хусанович**  
кандидат технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Жуманиязов Кадам Жуманиязович**  
доктор технических наук, профессор

**Ибрагимов Фарход Хайруллоевич**  
доктор технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Джизакский политехнический институт**

Защита диссертации состоится «22» января 2025 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.08.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. (Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, Административное здание Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2 этаж, аудитория 221. тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail: ([pochta@ttyesi.uz](mailto:pochta@ttyesi.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована № 219). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан «8» января 2025 года.  
(реестр протокола рассылки № 219 от «8» января 2025 года)



**Х.Х.Камилова**

Председатель Научного совета по присуждению  
ученых степеней, д. т. н., профессор

**А.З.Маматов**

Ученая секция Ученого 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 востребованность темы диссертации.** На предприятиях легкой промышленности очень широко применяются швейные машины. Для получения высококачественной продукции можно упомянуть создание высокопроизводительных машин и использование усовершенствованных технологий. Значительные научные исследования проводятся учеными ряда стран, в том числе Китая, Турции, России, Германии, Японии по созданию энергосберегающих технологий на швейных предприятиях. Качество сшитого шва, количество обрывов нити в процессе шитья во многом зависит от работы фрикциона при пуске и остановке машины, и его использованию уделяется особое внимание. В связи с этим важно совершенствовать существующие машины, разрабатывать усовершенствованные ресурсосберегающие приемы и технологии, повышающие качество швейных изделий и снижающие их себестоимость.

В мире ведутся масштабные научно-исследовательские работы по инновационным методам и технологиям, обеспечивающим эффективное использование современных достижений науки и техники в швейной промышленности, а также по совершенствованию их научной базы, а также как и о разработке фрикционов с повышенной нагрузочной способностью. Эффективность фрикционов основана на повышении стабильности момента вращения, что позволяет оценивать их по критерию точности срабатывания. В этом направлении особое внимание уделяется повышению стабильности крутящего момента с помощью фрикционов, автоматически изменяющих коэффициент трения и давление на трущиеся поверхности в зависимости от нагрузки.

В нашей республике принимаются комплексные меры в связи с задачами, связанными с развитием легкой промышленности, исследованием, проектированием и расчетом рабочих органов и трансмиссий швейных машин, и достигаются определенные результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы, среди прочего, важные задачи определены в плане «...обеспечения стабильности национальной экономики и увеличения доли промышленности в валовом внутреннем продукте». В реализации этих задач важно внедрение усовершенствованной технологии и машин на швейных предприятиях нашей Республики.

Выполненная диссертация будет в определенной степени служить для реализации задач, указанных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4186 от 12 февраля 2019 года «О мерах по дальнейшему углублению реформ и расширению экспортного потенциала текстильной и швейно-трикотажной промышленности», Постановлении Президента Республики Узбекистан, от 16 сентября 2019 года ПП-4453 «О мерах по дальнейшему развитию легкой промышленности и стимулированию

производства производства готовой продукции» и других нормативных правовых документах, принятых в данной сфере.

**Связь исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и техники республики II. «Энергетика, энерго-и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы:** На основании результатов, полученных на стендах, полигонных и экспериментальных испытаниях по расчету и конструированию деталей швейных машин, определена их долговечность, а также проведены исследования, связанные с их применением на машинах производства. Вопросы расчета, испытаний и прогнозирования долговечности деталей и узлов машин и МС, в частности, получили развитие в трудах многих ученых и специалистов. Известными являются научные работы И.Б. Барского, О.В. Берестнева, Н.Н. Бескопыльного, С.Г. Борисова, В.А. Галягина, В.А. Дзюня,

В.Е. Захарова, В.П. Ногаева, А.И. Коряевой, В.С. Ксендзова, Р.В. Кугеля, А.Д. Левитануса, В.С. Лукинского, Н.Л. Островерхова, Д.Н. Решетова, А.С. Проникова, С.В. Серенсена, М.А. Скиперского, А.Т. Скойбеда, Ю.В. Скорынина, А.А. Солонского, П.А. Стецко, И.С. Цитовича, А.В. Личинадзе, В.А. Чунихина, В.М. Иарипова, Г.М. Щеренкова, В.Я. Юденко, Т.П. Ньюкомба, М.Херманса и др.

В нашей стране исследования по совершенствованию, разработке и обоснованию параметров игольного механизма, рабочих частей швейных машин проводили З.Ш. Таджибаев, И.М. Рахмонов, М.А. Мансурова, О.Ж. Муродов, А.Ж. Жураев и др.

Выбор оптимальных конструктивных параметров узла трения, в том числе количества и размеров дисков, является трудным вопросом, и от правильного его решения для каждого конкретного случая зависят надежность, долговечность, срок службы и экономическая эффективность оборудования, и исследований по этому поводу проведено недостаточно.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование отражено в заключенном с ООО «Urgench Cluster» хозяйственном договоре № 03/24 «Проектирование приводного механизма плавного пуска и остановки швейной машины» и выполнено соответствии планом научно-исследовательских работ научного совета Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, протокол №7 от 4 февраля 2020 года.

**Цель исследования** – разработка элементов теории работы фрикционных муфт с отдельным силовым замыканием для повышения точности срабатывания и нагрузочной способности муфт швейных машин.

**Задачей исследований является:**

- разработка теоретических основ использования в фрикционной муфте управляющего устройства с переменным элементов с упругим коэффициентом прижима фрикционов;
- установление причин ограниченной точности срабатывания, фрикционной муфты швейной машины;
- синтез конструктивного варианта дисков с переменной величиной упругости, апробация на модели и проведение экспериментальных исследований синтезированной фрикционной муфты;
- разработка научно обоснованной инженерной методики расчета и проектирования фрикционной муфты на основе теоретических и экспериментальных исследований;
- на основе матричного построения и анализа полнофакторным экспериментальным методом разработаны рациональные значения конструктивных и технологических параметров фрикциона с улучшенным резиновым амортизатором швейной машины.

**Объект исследования** – ФМ швейной машины второго поколения с комбинированной конструкцией фрикционных дисков.

**Предмет исследования:**– процессы, происходящие в ФМ при замыкании пар трения основной и дополнительной фрикционной группы в зависимости от режимов включения.

#### **Методы исследования**

- в работе использованы теоретические и эмпирические методы исследования, решения задач, базирующиеся на экспериментальных данных и известных положениях теоретической механики, теории механизмов и машин, деталей машин, а также методов моделирования;
- достоверность полученных результатов подтверждается корректностью разработанных математических моделей, их адекватностью по известным критериям оценки изучаемых процессов, использованием известных положений фундаментальных наук и сходимостью полученных теоретических результатов с данными эксперимента.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в том, что автором:

- разработана принципиальная схема фрикционной муфты швейной машины с упругим элементом и за счёт повышение точности пуска получены и установлена закономерность распределения напряжений соединения в парах трения сцепления;
- за счёт повышения стабильности передаваемой нагрузки пар трения фрикционной муфты швейной машины аналитически основан процесс силового замыкания;
- доказано способность ФМ обеспечить наибольшую стабильность передаваемой нагрузки, определены зависимости между величиной крутильных колебаний главного вала и распределением усилий замыкания пар трения ФМ, позволяющих реализовать изменения нагрузочной характеристики;

- на основе матричного построения и анализа полнофакторным экспериментальным методом разработаны рациональные значения конструктивных и технологических параметров фрикциона швейной машины с улучшенным резиновым амортизатором.

#### **Практические результаты исследования**

– разработана и обоснована конструкция ФМ швейной машины, основанная на использовании элементов демпфирования колебаний при силовом замыкании пар трения, которое обеспечивает повышение стабильности передаваемой нагрузки;

– предложена инженерная методика расчета и проектирования ФМ с гасителями крутильных колебаний, позволяющая создавать муфты с высокой стабильностью передаваемой нагрузки;

– результаты исследования в виде разработанной методики расчета и проектирования ФМ с отдельным силовым замыканием, приняты к внедрению в ООО “Urgench Cluster”, г. Ургенч.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается научным обоснованием разработанных динамических моделей, использованием имеющихся в технической литературе экспериментальных данных и многочисленными машинными экспериментами.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования**

Научное значение результатов исследований состоит в разработке математической модели процесса взаимодействия фрикционных пар муфты швейной машины.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке модернизированной конструкции фрикционной муфты швейной машины и рекомендации по регулированию нагрузки между дисками с целью повышения качества прошивки материала.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных научно-практических результатов по совершенствованию фрикциона швейной машины:

получен патент на полезную модель, Агентства интеллектуальной собственности на работу швейной машины (Привода швейной машины UZ № FAP 02019. 2022 г.), в результате создана эффективная конструкция фрикциона швейной машины;

разработана и внедрена в производство новая конструкция фрикционной муфты швейной машины с упругим элементом, что позволит улучшить работу швейной машины в момент переходных режимов и уменьшения колебаний. Предложенная конструкция фрикционной муфты, установленной на швейных машинах, внедрены в ООО “URGENCH CLUSTER (справка ассоциации «Узтекстильпром» №03/25-1051 от «20» май 2024 года).

**Апробация результатов исследования.** Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы докладывались и обсуждались на 10 научно-технических конференциях, в том числе на 6 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатовю.** По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 6 в республиканских и 4 в зарубежных журналах в изданиях рекомендованных ВАК, и получено 1 положительное заключение патента Республики Узбекистан.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, приведена общая методика исследований, определена научная новизна и практическая ценность работы, приведены сведения об использовании результатов исследований в промышленности.

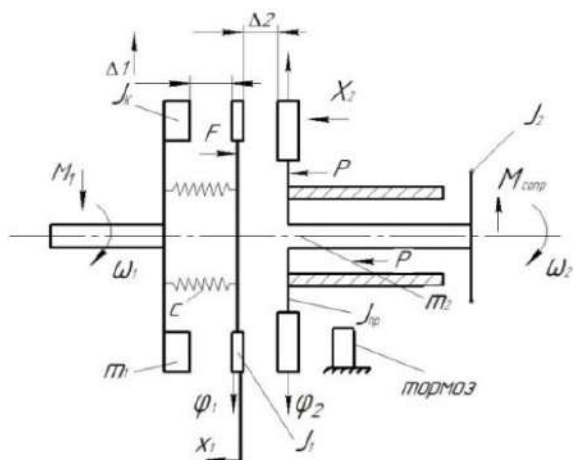
**В первой** главе приведен обзор отечественных и зарубежных литературных источников по совершенствованию конструкций швейных машин и анализ конструкции механизмов привода машины. Анализ исследований швейных машин показывает, что дальнейшее совершенствование швейных машин и их рабочих органов, механизм должен быть направлен на повышение скоростных режимов, расширение технологических возможностей, уменьшение габаритов, силовых и энергетических показателей швейных машин. С этой целью рекомендуется новая конструкция механизма фрикционного привода на универсальной швейной машине.

**Вторая глава** посвящена теоретическим исследованиям механизма привода с фрикционными дисками, динамические и математические модели работы предложенной конструкции фрикционной муфты швейной машины. Для исследования работы фрикционных муфты, при пуске и останове без разрыва потока мощности, рассмотрена расчетная схема с упруго-диссипативными связями, учитывающими поступательное перемещение фрикционных и зазор между их поверхностями трения.

В расчетной схеме (рис. 1.) приняты следующие обозначения:  $m_1$  – масса ведущего диска с установленным на него фрикционом;  $m_2$  – масса ведомых дисков с платформой перемещения при помощи педали;  $F_á$  – сила вязкого сопротивления создаваемая резиновым слоем покрытий фрикциона, препятствующая перемещению фрикциона;  $\Delta_1, \Delta_2$  – зазоры;  $x_1, x_2$  – обобщенные координаты системы;  $\Omega_1$  и  $\omega_2$  – частота вращения ведущей и ведомых масс, мин-1.  $P$  – давление на диск, создаваемое платформой при нажатии педали работницей;  $J_1$  – момент инерции диска установленного на валу электродвигателя;  $J_k$  – момент инерции корпуса фрикциона совместно с ведущими дисками;  $J_{пр}$  – промежуточный момент инерции ведомого диска;  $J_2$  – момент инерции условного маховика ведомого вала, эквивалентный момент вращения главного вала швейной машины;  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – координаты, определяющие положение поверхностей трения фрикционных накладок;  $M_1$  – момент трения вращающихся частей, подведенный к фрикциону;  $M_{сопр}$  – момент трения ведомых деталей швейной машины;  $m_{шм}, z_{шм}$  – масса



платформы и координата поступательного перемещения платформы перемещения ведомого диска;  $P_c$  – сила сопротивления вращению главного вала швейной машины;  $P_{кр}$  – усилие прокалывания материала;  $Q_{x1}$ ,  $Q_{x2}$  – обобщенные силы по координатам поступательного перемещения ткани.



**Рис.1. Расчетная схема включения фрикционной муфты швейной машины с учетом их поступательного перемещения и зазором между поверхностями трения** Для составления дифференциальных уравнений крутильных колебаний масс для расчетной схемы (рис. 1.)

воспользуемся уравнением 
$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \left( \frac{\partial T}{\partial q_i} \right) = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial q_i} + Q_{q_i} \quad (1)$$

обобщенные скорости;  $\Pi$  – потенциальная энергия системы (Дж);

$T$  – кинетическая энергия колебательной системы (Дж), которая для рассматриваемой расчетной схемы равна:

$$T = \frac{1}{2} J_1 \cdot \dot{q}_1^2 + J_2 \cdot \dot{q}_2^2 + m_1 \cdot \dot{x}_1^2 + m_2 \cdot \dot{x}_2^2 \quad (2)$$

Потенциальная энергия системы:

$$\Pi = \frac{1}{2} [c x_1 - x_2]^2 \quad (3)$$

где  $c$  – коэффициент жесткости резинового покрытия установленной фрикциона, Н·м. Дифференциальные уравнения крутильных колебаний масс для расчетной схемы, представленной на рис. 1, имеет вид:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{q}_1 = Q_{q1} \\ J_2 \ddot{q}_2 = Q_{q2} \\ M_1 \ddot{x}_1 = -c x_1 - x_2 - \alpha (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + Q_{x1} \\ M_2 \ddot{x}_2 = c x_1 - x_2 + \alpha (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + Q_{x2} \end{cases} \quad (4)$$

где  $\ddot{q}_2$  – угловое ускорение, м/с<sup>2</sup>. Момент инерции  $J_2$ , представляет собой приведенный момент инерции, который определяется из условия кинетических энергий подвижных элементов, составляющих конструкцию швейной машины и приведенной к главному валу. Таким образом, разработана математическая модель, включающая расчетную схему (рис. 1) и систему дифференциальных уравнений (4), позволяющих проводить моделирование работы трения фрикционов, привода швейной машины с подключением без разрыва потока мощности с учетом упруго-диссипативных связей масс трансмиссии при различных нагрузках.

$$\begin{cases} L_1 = \left( M_D - k \frac{t_1}{2} \right) \\ L_2 = M_C \cdot \omega_o \cdot t_2 + \frac{t_2^2}{2} \left[ M_C \cdot \left( \frac{M_C}{J_D} + \frac{M_B}{J_B} \right) - \omega_o \cdot k \right] - \frac{k \cdot t_2^3}{3} \\ \left[ \frac{M_C}{2} \left( \frac{1}{J_D} + \frac{1}{J_B} \right) + \frac{M_C}{J_D} + \frac{M_B}{J_B} \right] + \frac{k^2 \cdot t_2^4}{8} \left( \frac{1}{J_D} + \frac{1}{J_D} \right) \end{cases} \quad (5)$$

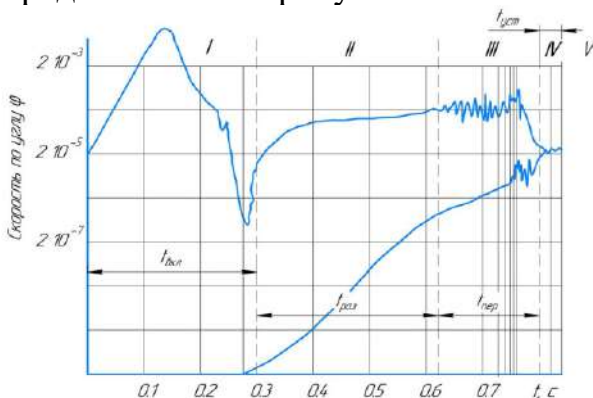
где  $k$  – угловая скорость ведомого диска фрикционной муфты привода швейной машины, рад/с.

Для исследования влияния изменения момента двигателя на крутильные колебания от массы элементов трансмиссии швейной машины, использованы гармонические методы представления момента двигателя (6).

$$\begin{cases} Mt = \frac{2M_0}{\pi} \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t - \dots \\ Mt = \frac{2M_0}{\pi} \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t - \dots \\ Mt = \frac{8M_0}{\pi^2} \sin \omega t - \frac{1}{3^2} \sin 2\omega t + \frac{1}{5^2} \sin 3\omega t - \dots \end{cases} \quad (6)$$

где  $M_0$  – номинальный момент двигателя;  $\omega$  – круговая частота,  $c^{-1}$

Результаты моделирования работы фрикционов при включении муфты представлены на рисунках 2 и 3.

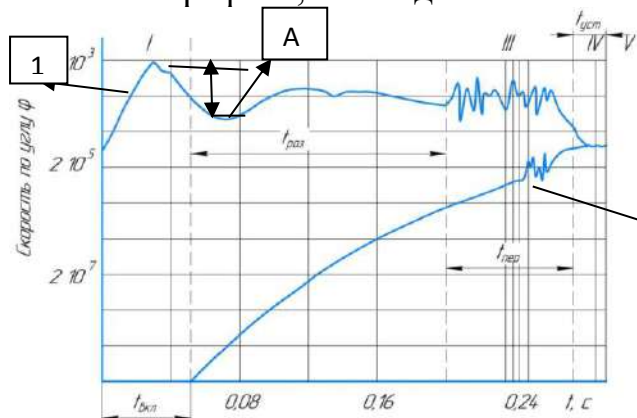


1-угловая скорость ведущего фрикциона; 2-угловая скорость ведомого диска фрикциона. **Рис. 2. Диаграммы изменения угловых скоростей вращения фрикционов при отсутствии демпфера под ведущим диском поверхностей трения фрикционов.**

На рис.2. представлены кривые изменения угловых скоростей вращения ведущего и ведомого фрикциона при их замыкании без демпфера поверхностей трения. На первом этапе (участок I) угловая скорость ведомого вала равна нулю в силу того, что время  $t_{вкл}$  соответствует времени срабатывания механизма привода фрикциона, которое затрачивается на перемещение элементов привода фрикциона и нарастание усилия прижатия педалью работниц. С момента соприкосновения дисков фрикционной муфты, этап II на графике, наблюдается увеличение скорости вращения ведомого фрикциона и наблюдается уменьшения скорости ведущего диска до некоторых значений. Амплитуда колебаний скорости, как показано на рис 2. величиной  $A$ , составляет 20 рад/сек при этом время  $t=0,17$  сек. А полное время разгона  $t$ , затрачиваемое на этот процесс составляет 0,4сек, что определяет скорость нарастания момента на ведомом фрикционе. На этапе III графика происходит дальнейшее замыкание фрикционов и полное выравнивание угловых скоростей фрикционов на IV этапе. На рис 3. приведены графические зависимости изменения угловых

скоростей ведущего и ведомого дисков фрикционной муфты при наличии демпфирующего устройства на ведомом диске. На первом этапе (участок I) угловая скорость ведомого вала равна нулю в силу того, что время  $t_{вкл}$  соответствует времени

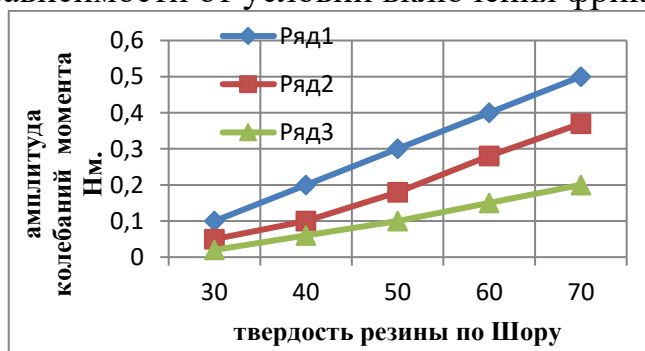
срабатывания механизма привода фрикциона, которое затрачивается на перемещение элементов привода фрикциона и нарастание усилия прижатия педалями работницей. С момента соприкосновения дисков фрикционной муфты, этап II на графике, наблюдается плавное увеличение скорости вращения



ведомого фрикциона, а скорость вращения ведущего диска уменьшается на незначительную величину  $A=5$  рад/сек.

**Рис.3. Диаграммы изменения угловых скоростей фрикционов при наличии демпфера на ведомом диске поверхностей трения.**

Амплитуда колебаний скорости как показано на рис 3 величиной  $A=5$  рад/сек при этом время  $t=0,04$  сек. А полное время разгона  $t$ , затрачиваемое на этот процесс составляет  $0,26$  сек, что определяет скорость нарастания момента на ведомом фрикционе. На этапе III графика происходит дальнейшее замыкание фрикционов и полное выравнивание угловых скоростей фрикционов на IV этапе. Сопоставляя полученные значения для двух вариантов фрикционов можно сделать вывод, что амплитуда колебаний перепада угловых скоростей и моментов вращения имеют различие, разница во времени разгона  $t=0,4$  сек при обычной муфте и  $t=0,26$  сек муфта с демпфером. Также амплитуда колебаний моментов составляет изменения в 4 раза по сравнению с перепадом угловых скоростей  $A=20$  на  $A=5$  рад/сек. Анализ полученных результатов показывает, что, характер и амплитуда изменения колебаний может измениться в зависимости от условий включения фрикционной муфты.



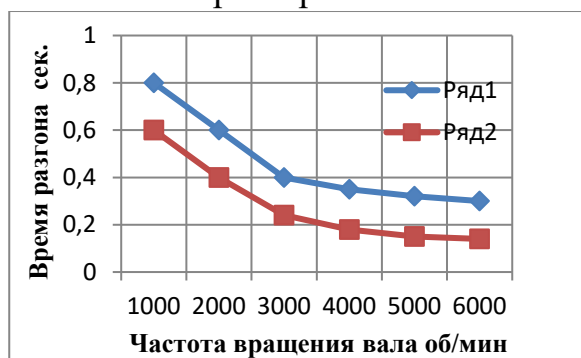
Ряд-1 для резинового демпфера имеющего, толщину  $\delta=6$  мм  
 Ряд-2 для резинового демпфера имеющего, толщину  $\delta=4$  мм  
 Ряд-3 для резинового демпфера имеющего, толщину  $\delta=2$  мм При частоте вращения вала электродвигателя 3000 об/мин

**Рис.4. Изменения амплитуды колебаний крутящего момента, на приводном валу швейной машины от твердости резины.**

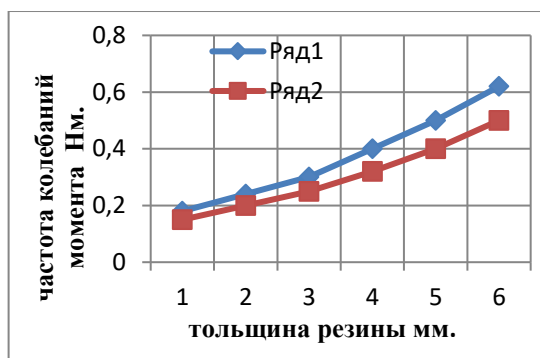
В данном случае на характер амплитуд колебаний влияет время включения фрикционной муфты  $t_{вкл}$ , которое определяется квалификацией

работницы. На основании проведенных исследований, по результатам расчетных значений построены графические зависимости частоты колебаний и амплитуд в зависимости от жесткости упругого элемента, толщины и частоты вращения главного вала швейной машины.

Анализ приведенных расчетов и сравнительный анализ графиков показывает изменения амплитуды колебаний моментов при пуске машины в зависимости от толщины упругого элемента и жесткости системы имеет линейный характер.



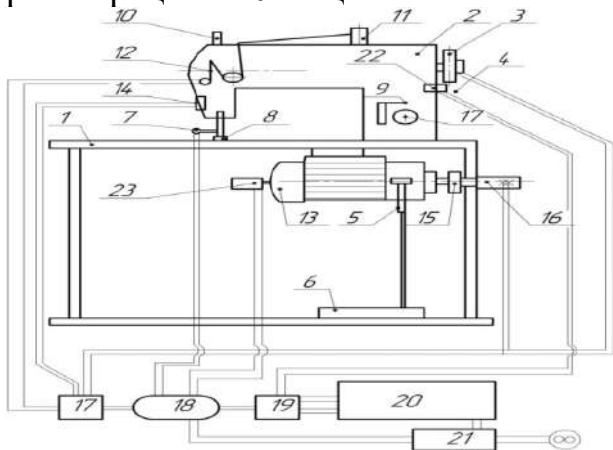
**Рис. 5.** Графические зависимости времени разгона швейной машины от частоты вращения главного вала для обычной муфты сцепления ряд-1 и для предложенной конструкции муфты ряд-2. С упругим элементом толщиной 4мм



**Рис. 6.** Графики зависимости частоты колебаний приводного момента от толщины упругого элемента. Ряд -1 для скорости 4000 об/мин и ряд-2 для скорости 3000об/мин

**В третьей главе диссертации** для проверки теоретических предположений была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка и приборы измерения динамических характеристик, работы фрикционной муфты швейной машины. Данная установка позволяет провести измерения показателей фрикционной муфты, таких как крутящий момент, передаваемой муфтой в момент пуска и останова, определение коэффициента проскальзывания фрикционной муфты и ременной передачи, что характерно для привода швейных машин. Также, для сравнительного анализа полученных результатов на экспериментальной установке установлены дополнительные датчики контроля натяжения игольной нити, положения иглы по отношению игольной пластине и тахометры для контроля частоты вращения приводного вала и главного вала швейной машины. Структурная схема и общий вид экспериментальной установки, места установки и типы датчиков приведены на рис 6, 7. Также, для изменения частоты вращения электродвигателя, при проведении экспериментальных исследований применялся инвертор, при помощи которого, выбирали, необходимую частоту вращения ротора электромотора в пределах от 1000 об/мин до 6000 об/мин с определенным шагом по плану проведения исследований. Для проведения экспериментальных исследований были приняты следующие параметры машины и были установлены датчики контроля. Датчики контроля крутящих моментов на

главном валу швейной машины  $M_{в}$ , крутящий момент на валу фрикционной муфты  $M_{ф}$ , частота вращения главного вала швейной машины  $n$  об/мин, частота вращения электродвигателя  $n_{д}$ . Натяжение игольной нити при прошивке материала РСН, нагрузку на фрикционные диски  $Q$ , время протекания процесса определяли с записей осциллограмм, в диапазоне 0,001сек. При частоте регистрации 120 кГц.



**Рис.7. Структурная схема экспериментальной установки для измерения крутящего момента на валу привода швейной машины.** 1-Пром. стол швейной машины; 2-швейная машина ЯМАТА; 3-приводной шкив швейной машины с моментомером; 4-токосъёмник и тахогенератор; 5-механизм перемещения фрикциона муфты; 6-педаля пуска машины; 7-датчик контроля натяжения

игольной нити 8-прижимная лапка; 9-механизм регулирования шага строчки; 10-датчик нагрузки на лапку; 11-катушка с ниткой; 12-датчик натяжения подаваемой нити; 13-электромотор; 14-датчик перемещения швейной иглы; 15-приводной шкив с моментомером на выходном валу фрикционной муфты; 16-токосъёмник; 17-тензометрический усилитель УТ-4-1; 18- преобразователь импульсов; 19- цифровой преобразователь LTR-154; 20- ЭВМ-регистратор; 21-стабилизатор напряжения; 22-датчик Холла; 23-тахогенератор.



**Рис.8 а, б. Общий вид швейной машины и электродвигателя с фрикционной муфтой.**

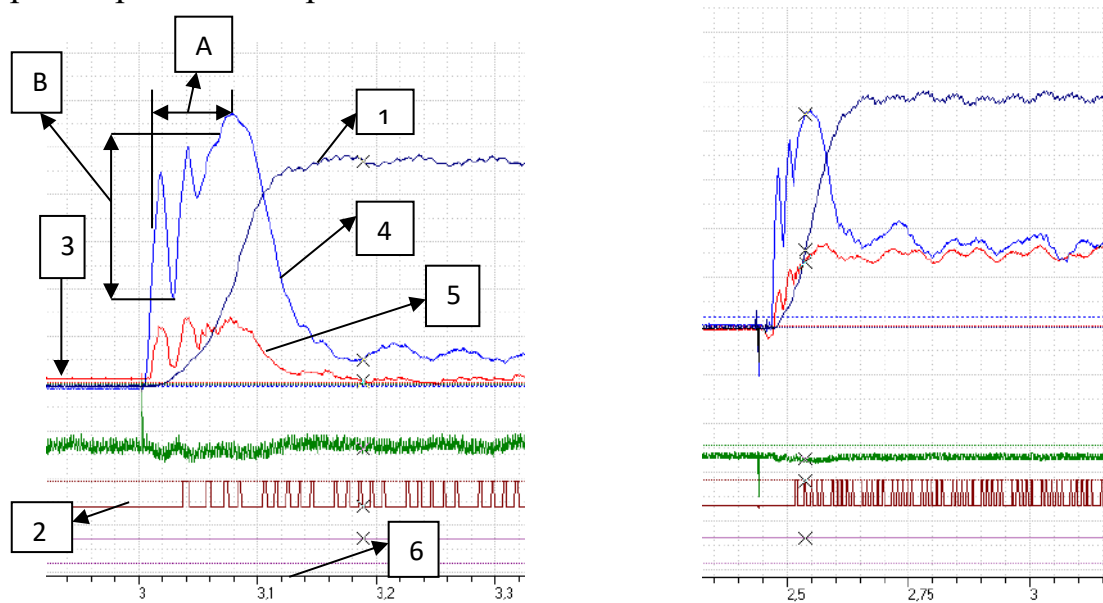
Также, в ходе проведения экспериментальных исследований варьировали уровнем рабочей скорости вращения электродвигателя и условий пуска машины посредством выбора режимов включения фрикционной муфты как, плавный пуск, пуск с промежутком времени и пуск рывком. Для всех выше перечисленных условий эксперименты проводились с 10 повторностью. Также, для сопоставления полученных результатов и определения взаимосвязи влияния



выбранных параметров на процесс, были установлены датчики положения иглы по отношению игольной пластинке и для определения влияния изменения крутящих колебаний на процесс прошивки материала на качество прошивки, на обрывность нити, на количество поломок иглы.

Для сравнительного анализа параметров работы фрикционных муфт стандартного образца и предлагаемого вариантов, нами проведены экспериментальные исследования при одинаковых условиях работы фрикционных муфт.

1-Обороты главного вала швейной машины; 2-положение швейной иглы по отношению к игольной пластинке; 3-начало отсчета; 4-крутящий момент на главном валу швейной машины; 5-момент на ведомом диске фрикциона; А- частота изменения крутящего момента на приводном валу швейной машины; В-амплитуда изменения крутящего момента на главном валу швейной машины; б- время протекания процесса.



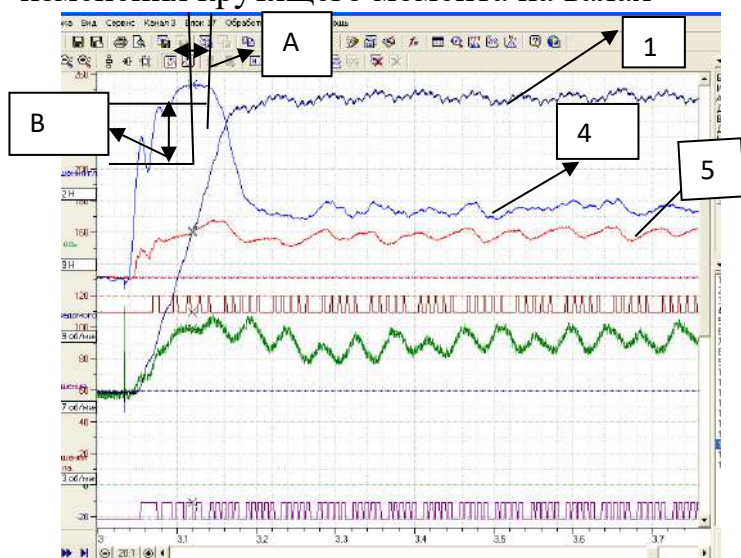
**А) скорость 3000 об/мин.**

**б) скорость 5000об/мин.**

**Рис 9. Примерная запись осциллограммы припрошивки материала с применением стандартной конструкции фрикционной муфты швейной машины.**

Анализ полученных результатов осциллограмм показывает что, время полного разгона швейной машины до рабочих оборотов при частоте вращения электродвигателя 3000 об/мин составляет 0,12сек. Перепад моментов на ведущем валу 0,9Нм и ведомом 0,45Нм. А время восстановления крутящего момента, с учетом преодоления сил инерции механизмов швейной машины, составляет 0,18сек. (См. Рис.9а.). При скоростях 5000 об/мин время разгона 0,62сек. и восстановления моментов составляет 0,1 сек. (См. Рис.9б.). Сравнительный анализ графиков (9а) и (9б) показывают, что не зависимо от скорости вращения главного вала колебания крутящего момента при пуске

швейной машины повторяются и характер колебаний и частота колебаний одинаковые, а характер колебаний в фрикционной муфте определяется временем включения муфты и усилием прижима фрикционных дисков. Динамические характеристики включения фрикционной муфты зависят от коэффициента динамичности и времени включения. Для сравнительного анализа приведены записи изменения нагрузки на главный вал швейной машины, для предложенной конструкции фрикционной муфты, которая приведена на рис 9. Записи проводились при условиях для частот вращения двигателя 3000 об/мин, толщину упругого элемента в данном эксперименте принимали равной  $H=4\text{мм}$ , модуль упругости упругого элемента равным  $E=45\text{Нм}$ . На рисунке 10. А- время протекания процесса и В-амплитуда изменения крутящего момента на валах



**Рис 10. Примерная запись осциллограммы при прошивки материала с применением предлагаемой конструкции фрикционной муфты швейной машины. Запись для скорости 3000об/мин**

Анализ полученных результатов показывает, что амплитуда колебаний на ведомом диске фрикционной муфты уменьшилась намного

и характер изменился. Перепад моментов на ведущем валу составляет  $0,35\text{ Нм}$  и на ведомом  $0,15\text{ Нм}$ . а время  $T=0,04\text{ сек}$ . Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что применение упругого элемента на фрикционной муфте швейной машины существенно влияет на крутильные колебания приводных валов.

Анализируя полученные результаты, мы поставили задачу определить экспериментальным путём факторов влияющих на работоспособность предложенной конструкции, целью которой является выявит зависимости от таких параметров как от скорость вращения главного вала  $n\text{ мин}^{-1}$ , нагрузки действующие на педаль  $P\text{ (Н)}$ , толщину упругого элемента, модуля упругости  $E\text{ (Н/м)}$ , амплитуду колебаний  $A$  и частоту колебаний системы. Также выявить влияние работы фрикционной муфты на качество прошивки материала при разных условиях и влияние на поломки иглы на швейной машине. На рис 9 и 10. приведены график зависимости, изменения амплитуды колебаний нагрузки на приводном валу швейной машины от времени включения муфты и частоты вращения для двух вариантов конструкций фрикционной муфты.



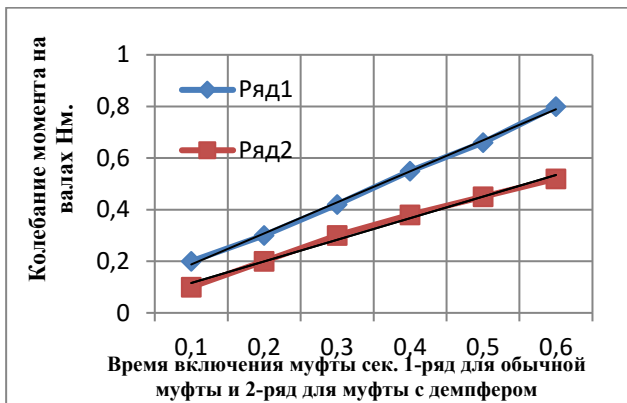


Рис. 11. Графики зависимостей амплитуд колебаний моментов от времени включения фрикционной муфты.

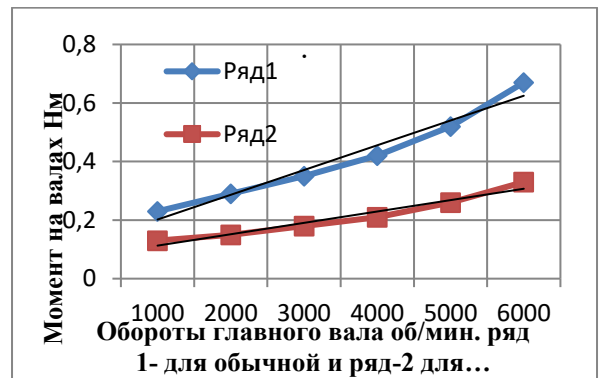


Рис. 12. Графики зависимостей амплитуды колебаний моментов на приводном валу от частоты вращения

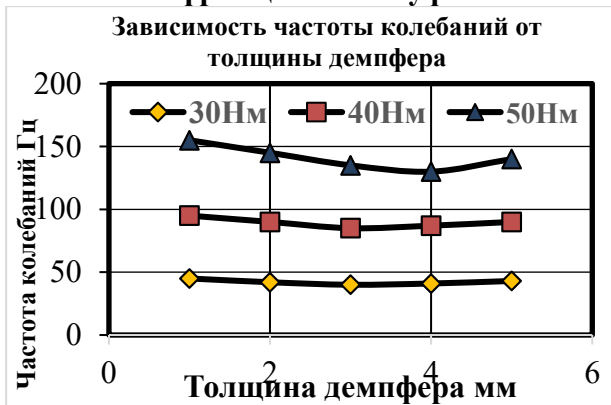


Рис. 13. Ряд-2. Для твердости резины 30Нм. Ряд-3. Для твердости 40Нм. Ряд-4. Для твердости 50Нм.

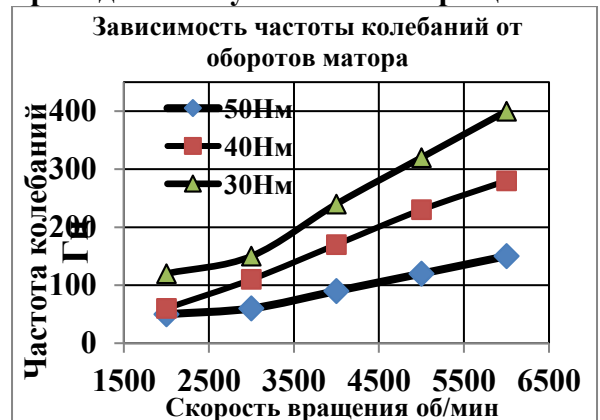


Рис.14. Ряд-2. Для твердости упругого элемента 50 Нм. Ряд-3. Для твердости упругого элемента 40 Нм. Ряд-4. Для твердости упругого элемента 30Нм

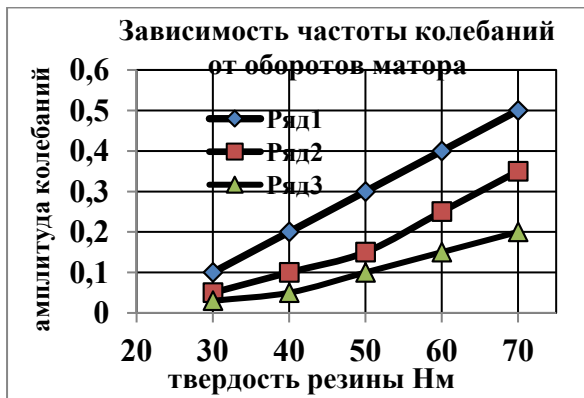


Рис.15. Ряд -2. для толщины резины 2мм, Ряд -3, для толщины резины 3мм Ряд -4. для толщины резины 4мм

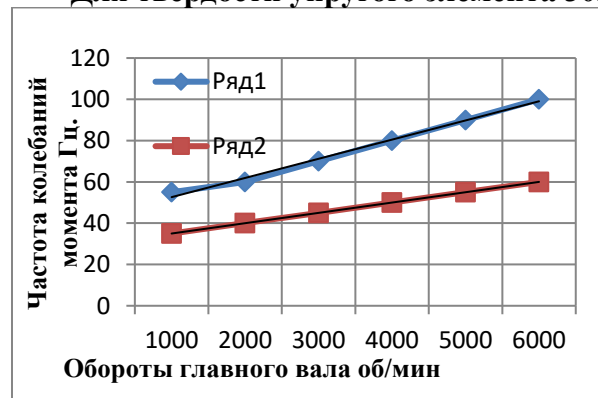


Рис.16. Зависимости частоты колебаний от оборотов главного вала. Ряд 1 для обычной муфты, ряд 2 для муфты с упругим элементом.

Анализ полученных результатов показывает, что изменение частоты колебаний нагрузки существенно зависит от твердости упругого элемента и толщины слоя и имеет нелинейную зависимость. Здесь следует отметить, что частота уменьшается в пределах твердости от 50 до 35 для толщины упругого элемента 2мм и более существенно уменьшается для слоя 4мм от 40 до 20 Гц,

что связано с упругими свойствами покрытий. Существенное влияние на работоспособность муфты таких параметров как твердость резины и толщина резины на частоту и амплитуду колебаний изменения крутящего момента на приводном валу швейной машины. Для определения оптимальных значений конструктивных параметров фрикционной муфты, с учетом изменений в конструкции, требуется проведение дополнительных исследований.

**В четвертой главе приводятся материалы исследований влияния фрикционной муфты на технологические показатели.** Проведены наблюдения за швейными машинами, работающими в одинаковых условиях технологического процесса прошивки материала в производстве на машинах фирмы ТОУОДА и ТУПИКАЛ, результаты наблюдений накапливали в течении 100 часов на 10 однотипных машинах при прошивке джинсовых материалов в два слоя. Проверить закономерность проявления поломок швейной иглы на машине при прошивке материала джинсы в 2 слоя (У), в зависимости от толщины упругого элемента (h) и давления на педаль пуска швейной машины (Р) нагрузка на диски фрикциона.

Таблица 1

Входные факторы	Кодирование факторов	Уровни			Интервал варьирования, $\Delta_i$
		-1	0	+1	
Толщина упругого элемента мм.	$x_1$	3,0	3,5	4,0	0,5
Усилие на диски фрикциона, (Н)	$x_2$	40	60	80	20

Опрос специалистов на предприятиях швейного производства и изучение литературных источников показало, что длина стежка при стачивании деталей одежды находится в пределах 2,5 – 4,5 мм, в момент пуска машины нагрузка на педаль может измениться в пределах от 30-100 Н. Приведена матрица уравнений и входных факторов эксперимента (Таблица 1).

Для проведения эксперимента построена матрица ортогонального планирования первого порядка следующего вида  $N = 2^2 = 4$ .

Таблица 2

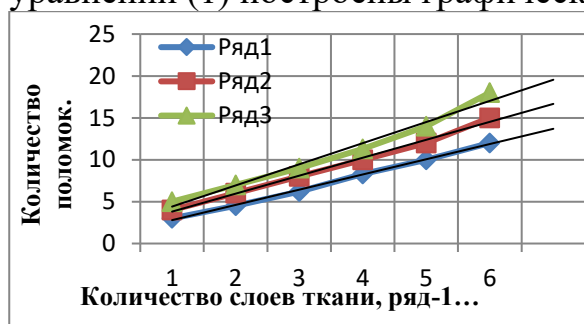
№ опытов	Входные факторы			Отклик - выходные факторы			$\bar{y}_u$	$S_u^2$
	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$	$y_{u1}$	$y_{u2}$	$y_{u3}$		
1	-	-	-	32,2	32,3	32,4	32,30	0,01
2	+	-	-	26,12	26	26,2	26,11	0,0101
3	-	+	-	30,7	30,6	30,5	30,60	0,01
4	+	+	-	24,69	24,72	24,75	24,72	0,0009
5	-	-	+	27,16	27,2	26,9	27,1	0,054
6	+	-	+	21,5	21,3	21,4	21,40	0,01
7	-	+	+	25,5	25,6	25,7	25,60	0,01
8	+	+	+	20,3	20,4	20,1	20,27	0,0233

Подставляя расчетные значения в уравнение, получим уравнение регрессии, характеризующее количество поломок швейной иглы:

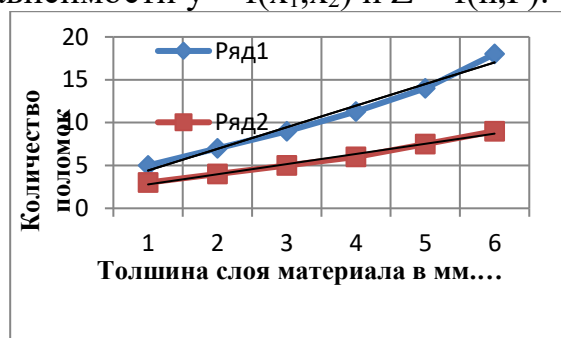
$$\hat{y} = 20 - 5x_1 - 2x_2 + 0.5x_1x_2 \quad (7)$$

Полученное уравнение (1) характеризует количество поломок швейной иглы. Формула (1) переводится в натуральный вид на основании уравнения (2), тогда  $Z = 20 - 5 \frac{h - 3.5}{0.5} - 2 \frac{P - 60}{20}$ , после преобразования это уравнение запишется в виде  $Z = 61 - 10h - 0,1P$  (8)

Полученное на основании экспериментальных исследований уравнение (1) характеризует зависимость количества поломок швейной иглы. На основании уравнений (1) построены графические зависимости  $y = f(x_1, x_2)$  и  $Z = f(h, P)$ .

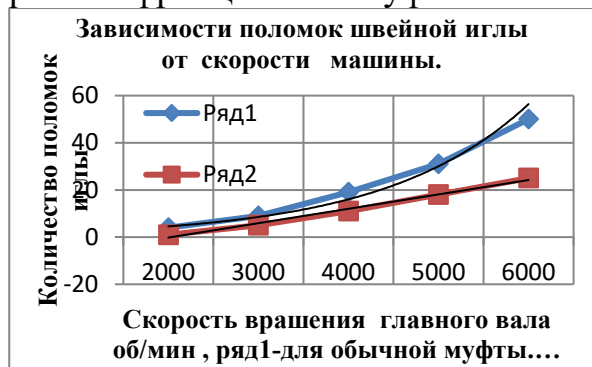


**Рис. 17. Количество поломок швейной иглы в зависимости от толщины слоев материала.**

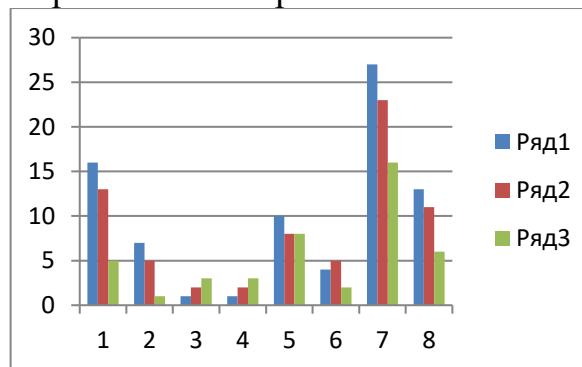


**Рис. 18. Количество поломок швейной иглы на швейной машине**

Также в работе приводятся материалы проведенных исследований влияния работы фрикционной муфты на качество прошивки материала.



**Рис. 19. Количество слоев ткани. ряд-1 для обычной муфты, ряд-2 для муфты с демпфером материал джинси при скорости 3000об/мин за 100 часов наблюдений на 5 швейных машинах**



**Рис.20. 1-ряд джинси. 2-ряд трикотажа. 3-ряд х/б полотно; 1-обычная муфта, 2- муфта с упругим элементом поломка при пуске, 3-4 поломка при останове. 5-6поломка по другим причинам. 7-8 всего поломок**

Из анализа проведенных исследований для оценки работоспособности данной конструкции выбраны параметры, позволяющие определить влияние параметров конструкции на процесс прошивки материалов при разных условиях технологического процесса и режимах работы швейной машины.

Экспериментальные исследования проводились, на швейной машине с установленными на неё датчиками контроля параметров швейной машины и соблюдая требования технологических условий прошивки материалов, в дальнейшем полученные результаты экспериментов регистрировались на осциллограммах и обрабатывались на ЭВМ. При проведении исследований были учтены следующие основные параметры и разделены как входные и выходные. Входные параметры: С- Параметр определяющий жесткость резины, установленный на диске фрикционной муфты и удерживающий фрикционный ведущий диск как несущий каркас Нм.  $X_1$ ; Скорость вращения главного вала швейной машины  $X_2$ , об/мин; Толщина резины  $X_3$ , мм. При проведении опытов выходными параметрами был принят параметр, прочности прошивки материала в момент пуска машины  $Y_1$ . Для чего были изготовлены образцы простроченной ткани длиной 25см и шириной 5см, которые устанавливались на разрывную машину и определяли прочность строчки и удлинение. Для образцов были взяты материалы джинсы артикул JL3406-5, трикотаж артикул И19943 и полотно х/б артикул 9600544. При проведении экспериментальных



замеров для повышения точности замеров и исключения ошибок, сравнительная оценка производится с параметрами стандартной машины. Опыты проведены с повторностью 10 раз.

**Рис.21. Общий вид установки для определения прочноститкани на разрыв**

При проведении исследований выбран полный факторный эксперимент (далее ПФЭ)  $2^3$ . Все выделенные основные факторы варьируются на двух уровнях (+1 и -1), а число опытов равно  $2^3 = 8$ . После выбора основных факторов и их уровней варьирования было определено, по каким основным выходным параметрам можно судить и оценивать работу, а также оптимизировать технологические и конструктивные параметры фрикционной муфты с рекомендуемой муфтой с упругими резиновыми каркасами. На основании чего была составлена матрица планирования.

Таблица 3. Для прочности прошивки материала

Наименование фактора.	Код обозначения	Истинные значения фактора.			Диапазон изменения
		-1	0	+1	
Жесткость резины $10^4$ Н/м <sup>2</sup> E	$X_1$	30	40	50	10
Скорость вращения главного вала n-об/мин	$X_2$	2000	4000	6000	2000
Толщина резины в $\delta$ -мм	$X_3$	2	4	6	2

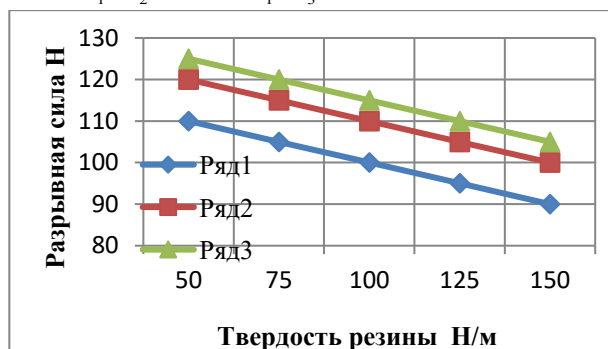
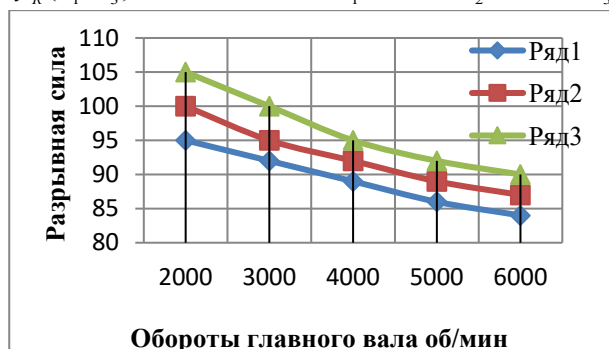
Истинные значения факторов кодировали по формуле;

$$X_1=(E-100)/50; \quad X_2=(n-4000)/2000; \quad X_3=(\delta- 4)/2;$$

Здесь, E- жесткость резинового покрытия, n- число оборотов в минуту главного вала швейной машины.  $\delta$ -толщина резины. Из полученных результатов построены регрессионные модели.

$$y_R = 26.01 - 2.9 \cdot x_1 - 0.72 \cdot x_2 - 2.42 \cdot x_3 - 0.085 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.96 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0.06 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0.008 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

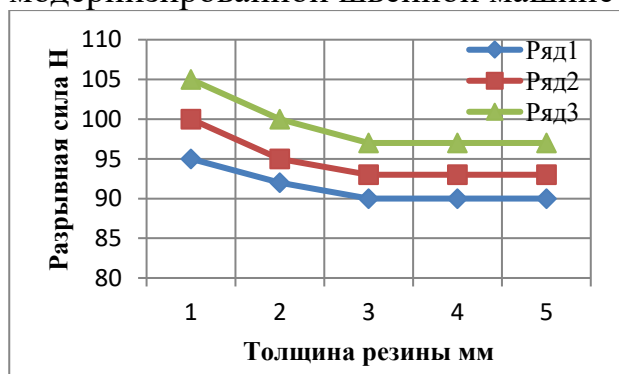
$$y_R(x_1; x_3) = 26.01 - 2.89 \cdot x_1 - 0.71 \cdot x_2 - 2.42 \cdot x_3 + 0.08 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.13 \cdot x_1 \cdot x_3$$



**Рис.22. Графическая зависимость разрывного усилия строчки от частоты вращения главного вала швейной машины.**

**Рис.23. Графическая зависимость разрывного усилия строчки от твердости резины.**

Показано, то что фрикционная муфта при определенных условиях способна генерировать колебания в парах трения то есть в фрикциях с частотой от 30 до 60 Гц, вызывающих резонансные режимы в узлах и деталях швейной машины. В процессе проектирования перспективных и модернизации существующих фрикционных муфт важно учесть и правильно оценить динамические свойства муфты. Путем производственных испытаний выявили, что применение фрикционных муфт с упругими элементами, в модернизированной швейной машине позволяли увеличение качества



**Рис.24. Графическая зависимость разрывного усилия строчки от толщины резины.**

стачивания материалов, повысить в 1,2-1,3 раза производительность швейной машины по сравнению с серийной швейной машиной; не имеют место фактические пропуски стежков; в 4 раза уменьшилась обрывность нити; выход из строя иглы не наблюдается; упущения при стачивании нет. Кроме того, при использовании рекомендуемых конструкций фрикционных муфт прочность строчек возрастает до

20÷28%. Работоспособность разработанной швейной машины с фрикционными муфтами с резиновыми амортизаторами в реальных промышленных условиях дали высокие технологические показатели, качественные изготовление одежды из джинсовых материалов с различными характеристиками.

## ВЫВОДЫ

1. На основе анализа существующих конструкций приводов швейных машин разработаны новые эффективные фрикционные муфты с резиновыми амортизаторами, которые могут применены в различных типах машин швейного производства.

2. Аналитическим методом решена задача колебаний крутящего момента передаваемой фрикционной муфтой при пуске машины. Рекомендуемыми значениями коэффициента жесткости резинового амортизатора являются 50 н /м. Рекомендуемыми значениями для приводов с фрикционными муфтами являются  $E = 40\text{Н/мм}$ ;  $E = 50\text{Н/мм}$ , при которых моменты вращения изменяются плавно по требуемому закону и колебание моментов не превышают 0,30 Нм, это позволяет непрерывную равномерную шитья деталей изделия.

3. Аналитическим методом решена задача свободных колебаний швейной иглы при прокаливании материала, получены закономерности поломки швейной иглы при пуске швейной машины. Выявлены причины поломок иглы и построены графические закономерности количество поломок иглы за определенный промежуток времени и частоты колебаний, крутящего момента на приводном валу швейной машины.

4. Рекомендуемым значениями толщины упругого элемента являются для средних швейных машин 3мм и для тяжёлых швейных машин 4мм частоте вращения электродвигателей до 5000об/мин, при которых обеспечивается получение амплитуды колебаний крутящих моментов в пределах допускаемых (0,3Нм). Это приводит к уменьшению обрывности игольной нити и поломки швейной иглы на 25%. Построены графические зависимости изменения амплитуды колебаний передаваемого крутящего момента от 0,3Нм до 3,0Нм с сохранением плавности пуска швейной машины.

5. Решена задача случайных поломок швейной иглы при пуске швейной машины за счет применения демпфера на фрикционных дисках привода. Получены закономерности изменения частоты колебаний передаваемого момента от скорости вращения главного вала швейной машины.

6. Разница между теоретическими и экспериментальными результатами по амплитуде колебаний моментов на приводном валу швейной машины не превышает 8 %. При этом для максимального снижения обрывности нити и ликвидации пропуска стежков рекомендуемыми значениями коэффициентов жесткостей упругого элемента фрикционного диска являются  $C = (35 \div 50) \cdot 10^3 \text{ н/м}$ ;

7. Экономическая эффективность внедрения в швейное производство усовершенствованной конструкции фрикционной швейной машины с резиновым амортизатором составляет 22153000 сум в год

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ON AWARDING OF THE  
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE  
AND LIGHT INDUSTRY**

---

**TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**DUSTOVA FIRUZA KHAMRAYEVNA**

**INFLUENCE OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF SEWING  
MACHINES WITH FRICTION CLUTCHES ON THE TECHNOLOGICAL  
PROCESS**

**05.02.03 – Technological machines, robots, mechatronics and robotic systems**

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

**Tashkent – 2025**



**The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation is was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan in under number B2024.3.PhD/T4887.**

The dissertation carried out at Tashkent institute of textile and light industry.

The abstract of dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the website of Tashkent institute of textile and light industry (<http://www.ttyesi.uz>) and the website of "ZiyoNet" information and educational portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific advisor:**

**Babadjanov Sabit Khusanovich**  
candidat of technical sciences, dotsent

**Official opponents:**

**Djumaniyazov Kadam Djumaniyazovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Ibragimov Farkhod Khayrulloevich**  
doctor of technical sciences, dotsent

**Leading organization:**

**Jizakh polytechnic institute**

The defense of the dissertation will take place on "22" january 2025 at 10<sup>00</sup> hours at the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent institute of textile and light industry (Address: 221 audience, 2 floor, 5, Shokhjakhon street, Yakkasaray district, Tashkent, 100100. Tel.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, fax (99871) 253-36-17, e-mail: ([pochta@ttyesi.uz](mailto:pochta@ttyesi.uz)).

The dissertation could be reviewed at the Information-resource center (IRC) of the Tashkent institute of textile and light industry (registered № 219). Adress: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, 5, Shokhjakhon street. Tel.: (99871) 253-08-08.

Abstract of the dissertation sent out on "8" january 2025 year.  
(mailing report № 219 on "8" january 2025 year).



**Kh.Kh.Kamilova**

The chairman of the Scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**A.Z.Mamatov**

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

**Sh.Sh. Xakimov**

The chairman of the scientific seminar under the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

**The purpose of the research** is to develop elements of the theory of operation of friction clutches with separate power closure to improve the operating accuracy and load capacity of sewing machine clutches.

**The object of research** is the FM of a second generation sewing machine with a combined design of friction discs.

**The scientific novelty of the research work** is as follows:

- a schematic diagram of a friction clutch for a sewing machine with an elastic element has been developed and, by increasing the starting accuracy, a pattern of distribution of connection stresses in clutch friction pairs has been obtained and established

- by increasing the stability of the transmitted load of the friction pairs of the friction clutch of a sewing machine, the process of force closure is analytically based;

- the ability of the FM to provide the greatest stability of the transmitted load has been proven; the relationships between the magnitude of torsional vibrations of the main shaft and the distribution of the closing forces of the FM friction pairs have been determined, allowing changes in the load characteristics to be realized

**Implementation of research results.** based on the scientific and practical results obtained on improving the clutch of a sewing machine:

a utility model patent was received from the Intellectual Property Agency for the operation of a sewing machine (Sewing machine drive UZ No. FAP 02019. 2022), as a result an effective design of the sewing machine clutch was created

a new design of the friction clutch of a sewing machine with an elastic element has been developed and introduced into production, which allows improving the operation of the sewing machine during transient conditions and reducing vibrations. The proposed design of a friction clutch installed on sewing machines was implemented at “Urgench Cluster” LLC (certificate of the Uztekstilprom association No. 03/25-1051 dated May 20, 2024).

**The structure and scope of the dissertation** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

**I-бўлим (I часть; I-part)**

1. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Universal tikuv mashinalarida gazlamani surish mexanizmi dinamikasining tahlili. // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnali. BMTI 2018 yil. №1, 12-18 betlar. (05.00.00; №24)

2. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Katta tezlikda ishlovchi tikuv mashinalarini ishga tushirish va to'xtatishdagi o'tish jarayonlarining tahlili. // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnali. BMTI 2018 yil, №3, 35-39 betlar. (05.00.00; №24)

3. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Tikuv mashinalaridagi igna mexanizmining tebranishlarini Mat'e formulasi yordamida ifodalash. // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnali. BMTI 2019 yil. №1, 122-126 betlar. (05.00.00; №24)

4. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Tikuv mashinalarida tishli reyka-lapka tizimining o'zaro ta'sirini tahlillash. // "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" ilmiy-texnikaviy jurnali. BMTI 2020 y, №1, 173-177 b. (05.00.00; №24)

5. Dustova F.X. Plastinkali iptaranglagichning konstruksiyasi va uni hisoblash usullari. // "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" ilmiy-texnikaviy jurnali. 2020 y, №3, 210-214 b. (05.00.00; №24)

6. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Friksion uzatma juftliklarida yuzaga keladigan muammolar va ularning yechimlari. // "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" ilmiy-texnikaviy jurnali. 2021, №3, 220-224 b. (05.00.00; №24)

7. Dustova F. Babazhanov S. Calculation of the load on the friction clutch of the sewing machine. //Manufacturing technology problems; IISSN 2181-8622 Scientific and Technical Journal of Nam IET, Volime 8, Issue1; 2023, 174-178p <http://niet.uz/index.php/nj/article/view/115> (05.00.00; №33)

8. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Tikuv mashinalari uzatmalaridagi friksion disklarning bir o'q bo'yicha markazlashmaganligining tebranish faolligiga ta'siri. // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" ilmiy-texnikaviy jurnali. BMTI 2024 y, №3, 238-242 b. (05.00.00; №24)

9. Дустова Ф.Х., Бабаджанов С.Х. Исследование механизмов перемещения ткани на универсальных швейных машинах фирмы TOYODA // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2017 г. №2, 129-133 с. <http://www.ntv-brgu.ru> > 2-2017en (РИНЦ 2018 - 0,688 ICD - 3.5 IPI Value - 2.50 IBI - 1,5)

10. Foydali model patenti. UZ № FAP 02019. Tikuv mashinasining yuritmasi // Dustova F.X., Babadjanov S.X. Rasmiy axborotnoma-2022, Buyl.;№7.

**II bo'lim (часть; part)**

11. Dustova F., Babazhanov S. Transient processes when switching on a friction clutch on a Yamata sewing machine. // 7th International Conference «Science and practice: a new level of integration in the modern world» 2018, October 28,

12. Бабаджанов С.Х., Дустова Ф.Х. Фрикционные муфты на швейных машинах, процессы сцепления и расцепления. // Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 19-20 марта 2020 года, 28-32 стр. ISBN: 978-5-9909988-7-3

13. Дустова Ф.Х., Бабаджанов С.Х. Определение амплитуды автоколебаний при передаче движения фрикционными муфтами на швейной машине. // Ученый XXI века, международный научный журнал /ISSN 2410-3586/ № 11(70), <http://www.uch21vek.com/>ноябрь 2020г. 111-113с.

14. Dustova F.X. Babadjanov S.X., Tikuv mashinalarida gazlamaning surilish dinamikasi. // Zamonaviy ishlab chiqarishning muhandislik va texnologik muammolarini innovatsion yechimlari xalqaro ilmiy anjuman materiallari. 2 tom, Vuxoro, 14-16 noyabr 2019 y, 553-556 b.

15. Дустова Ф.Х., Бабаджанов С.Х. Исследование взаимосвязи кинематических, динамических характеристик фрикционного привода швейной машины. // Материалы международной научной конференции «Наука, техника и развитие инновационных технологий», посвященной 30-летию юбилею независимости Туркменистана. Ашгабат /ТДКР №98, КВК 66.3+32.97+72(2Tu), 12-13июня 2021 года, 175-178с. <http://www.kstu/event>

16. Dustova F., Babazhanov S. Certain concepts and definitions of the physical process of wear of friction discs of sewing machine clutches. // Journal of Physics: Conference Series Volume 2573 14.09.2023, 1-8 p. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012021/pdf>

17. Дустова Ф.Х., Бабаджанов С.Х. Пиковые нагрузки в системе привода швейной машины при импульсном воздействии и набросе нагрузки// Сборник материалов научно-инженерной конференции имени профессора А.И.Комиссарова (ЮЗГУ), 29мая-01июня 2023г. // <https://scholar.google.com/> 1часть 27-31 с.

18. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Tikuv mashinalaridagi friksion muftali elektr yuritgichlarni ishga tushirishdagi o'tish jarayonlari. // Farg'ona vodiysi hududlaridagi mahalliy xom- ashyolaridan foydalanish asosida import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishning dolzarb masalalari xalqaro konferentsiyasi. Namangan, 2018 y. 27-28 Oktyabr, 210-213 betlar

19. Dustova F.X. Babadjanov S.X., Issledovaniye kolebaniy igolnoy shtangi v shveynix mashinax. //“Fan va texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o'rni” mavzusidagi Respublika ilmiy-texnikaviy anjumani ma'ruzalar to'plami. Toshkent, 2019 y., 277-278 b.

20. Dustova F.X., Babadjanov S.X. Friksion muftali tikuv mashinalarining ishlash qobiliyati. // “Paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish texnika-texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g'oyalari va ishlanmalari” Respublika ilmiy – amaliy onlayn tezislar to'plami. II qism. Toshkent, 2020 y., 18 noyabr, 116-119 b.

Avtoreferat «Ozbekiston to‘qimachilik jurnali » - ilmiy texnikaviy jurnali  
tahririyatida tahrirdan o‘tkazilgan va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlar  
mosligi tekshirildi (29.11.2024 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 8.01.2025 yil.  
Bichimi 60x45 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>, «Time New Roman»  
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3,25. Adadi: 70. Byurtma №1.  
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahri, Shohjaxon ko‘chasi, 5-uy.









