

**NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD 03/30.12.2019.T.90.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

XUDAYBERDIYEVA MAXLIYO ABDUKAXOROVNA

**TO‘QUV DASTGOHI QAYISHQOQ ELEMENTLI BATAN MEXANIZMI
KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH VA STRUKTURAVIY,
KINEMATIK VA DINAMIK TAHLILI**

05.02.02–Mexanizmlar va mashinalar nazariyasi. Mashinashunoslik va mashina detallari

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

Namangan-2025

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa (PhD) doktori dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Xudayberdiyeva Maxliyo Abduka xorovna

To'quv dastgohi qayishqoq elementli batan mexanizmi konstruksiyasini ishlab chiqish va strukturaviy, kinematik va dinamik tahlili..... 3

Худайбердиева Махлиё Абдука хоровна

Разработка конструкции и структурной кинематический, динамический анализ батанного механизма с упругими элементами ткацкого станка 21

Khudayberdiyeva Makhliyo Abdukakhorovna

Design development and structural kinematic, dynamic analysis of the baton mechanism with elastic elements of the loom..... 41

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 44

**NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD 03/30.12.2019.T.90.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

XUDAYBERDIYEVA MAXLIYO ABDUKAXOROVNA

**TO‘QUV DASTGOHI QAYISHQOQ ELEMENTLI BATAN MEXANIZMI
KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH VA STRUKTURAVIY,
KINEMATIK VA DINAMIK TAHLILI**

05.02.02–Mexanizmlar va mashinalar nazariyasi. Mashinashunoslik va mashina detallari

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

Namangan-2025

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T3722 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Buxoro muhandislik texnologiya institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezюме)) ilmiy kengashning veb-sahifas (www.namdu.uz) va "ZiyoNet" Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Djurayev Anvar Djurayevich texnika fanlari doktori, professor
Rasmiy opponentlar:	Kenjaboyev Shukurjon Sharipovich texnika fanlari doktori, professor Sobirov Xolxuja Abbozovich texnika fanlari nomzodi, dotsent
Yetakchi tashkilot:	Farg'ona davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Namangan muhandislik-qurilish instituti huzuridagi PhD.03/30.12.2019.T.90.01 raqamli ilmiy kengashning 2025-yil "22" 10 soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160103, Namangan, Islom Karimov ko'chasi, 12-uy.
Tel: (+99869) 234-15-23, faks: (+99869) 234-15-23, e-mail: info@namdu.uz)

Dissertatsiya bilan Namangan muhandislik-qurilish instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (67 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 160103 Namangan., Islom Karimov ko'chasi, 12-uy. Tel.: (+9969) 234-15-23, faks (+99869)234-15-23, e-mail: info@namdu.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "02" 10 kuni tarqatildi.
(2025-yil "31" 05 dagi № 32 raqamli reyestr hayonnomasi).



N.G'.Buyboboyev
daraja beruvchi ilmiy
kengash raisi, t.f.d., professor

V.M.Turdaliyev
ilmiy daraja beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi,
t.f.d., professor

A.X.Umurzakov
ilmiy daraja beruvchi ilmiy
kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi,
t.f.d., dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD)dissertatsiya annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda chidamliligi yuqori va bir xil zichlikdagi to‘qimachilik matolarini ishlab chiqarishni ta’minlaydigan mashinalar ishchi organlarining konstruksiyalarini modernizatsiyalash, ish unumini oshirish, yangi turlarini yaratish hamda ularni korxonalariga keng joriy etish yetakchi o‘rinlardan birini egallamoq. Shu boisdan aholini sifatli gazlamalar bilan ta’minlashda to‘quv dastgohlarining o‘rni beqiyosdir. “Dunyo to‘qimachilik bozorida gazlamalarni ishlab chiqarish yiliga 120 mlrd m³ ni tashkil etishini inobatga olsak”¹ gazlama tayyorlash texnologik jarayonlarini modernizatsiyalash va samaradorligini oshirish maqsadida ishchi organlarga tebranma harakat beradigan mexanizmlardan foydalanish va ularni ishlab chiqarishga joriy etish muhim ahamiyatga ega. Shu sababli to‘quv dastgohlarini takomillashtirishda energiya va resurstejamkor ishchi organ va uzatish mexanizmlardan foydalanishga katta e’tibor qaratilmoqda.

Jahonda to‘qimachilik sanoati jadallik bilan rivojlanib, imkoniyatlari kengaymoqda. Bu esa mashinalarning uzatish mexanizmlari, kinematik imkoniyatlari yuqori hamda texnologik jarayonlarda ishonchli ishlaydigan batan mexanizmlarining yangi ilmiy-texnik yechimlarini ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishni taqozo etmoqda. Bu borada texnologik mashinalarning uzatish mexanizmlarini samaradorligini oshirishning ilmiy yechimlari yaratilmoqda, to‘quv dastgohlari uzatish mexanizmlarida qo‘llanadigan texnologik jarayonni jadallashtiradigan batan mexanizmlarining konstruksiyalarini va hisoblash usullarini ishlab chiqish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Shuningdek, zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlab chiqarishga keng joriy etish orqali to‘qimachilik mahsulotlari sifatini yaxshilash va tannarxini kamaytirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Xususan to‘qimachilik korxonalarida ishlatiladigan to‘quv dastgohlarining ishchi qismlarini takomillashtirish konstruksiyasini ishlab chiqish va ishchi organlariga kerakli harakat berishini ta’minlaydigan qayishqoq elementli kulachokli mexanizmini samarali konstruksiyalarini yaratish muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizning ko‘plab sohalarida ishlab chiqarishni rivojlantirish, energiyatejamkorlikni ta’minlay oladigan mashina va mexanizmlarni yangi turlarini loyihalash va takomillashtirish bo‘yicha ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan. Jumladan, to‘qimachilik mashinasozligi uchun resurstejamkor mashinalarning yangi avlodlarini ishlab chiqish bo‘yicha bir qator chora tadbirlar amalga oshirilmoqda. Xususan, 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida “Iqtisodiyotga innovatsiyalarni keng joriy qilish, sanoat korxonalarini va ilm-fan muassasalarining kooperatsiya aloqalarini rivojlantirish”² vazifalari belgilab berilgan. Shu nuqtai nazardan sifatli kiyim-kechak mahsulotlari bilan ta’minlash maqsadida yurtimizda ishlab chiqarilayotgan gazlamalarning sifatini jahon standartlari talablariga qadar yaxshilash hamda ishlab chiqarilayotgan mahsulot tan narxini pasaytirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

¹ earchgate.net/publication/357901414

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-60-son Farmoni

Mazkur dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-sonli Farmoni, 2019 yil 12 fevraldagi PQ-4186-son "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini isloh qilishni yanada chuqurlashtirish va uning eksport salohiyatini kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorlari, 2024 yil 1 maydagi "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-71-son Farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli barcha me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II "Energetika, energiya va resurs-tejamkorlik" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Jahonda to'quv dastgohi va batan mexanizmining ishlash jarayoni, to'qimachilik mexanizmlarini avtomatlashtirish, sensorli boshqaruv, yuqori unumli ishlab chiqarish va zamonaviy materiallar asosida dastgohlar loyihalashga oid xorijda bir qancha olimlar A.O.Terexina, Z.Zhonghuan, Y.Shih, E.O'nder va boshqalar tomonidan ilmiy tadqiqotlar olib borilgan bo'lsa, to'qima to'qish jarayonida iplarga ta'sir etuvchi kuchlar, dastgohning ishchi organlariga ta'sir etuvchi kuchlanishlarni o'rganishga yo'naltirilgan ko'plab ilmiy tadqiqot ishlar M.Mansour, M.N.Mohamed, A.S.BuUerwell, Dj.Alberg, E.Nilson, M.V.Lukon, V.A.Surov, O.V.Maksimchuk, E.V.Bulatnilov, V.A.Ornatskaya, S.S.Kivilis, S.V.Lushnikov, Dj.Uomilar tomonidan olib borilgan. Mushtumchali mexanizmlarni loyihalashga doir dunyo bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, Ye.V.Ribnikova, mushtumchali mexanizmlarni dinamik sintezi va xususiyatlari bo'yicha mashina agregatining ish sharoitlariga muvofiq tanlangan sifat mezonlari asosida mexanizmning harakat qonunlari va parametrlarini optimallashtirishni tadqiqot ishida keltirib o'tgan.

O'zbekiston Respublikasidan bir qator olimlar E.Sh.Alimboyev, A.Daminov, R.I.Karimov, S.S.Raximxodjayev, P.S.Siddiqov, A.Djurayev, O.A.Axunbabayev, B.K.Xasanov, D.N.Qodirova kabi olimlar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan va to'qimachilik sohasi rivojiga munosib hissa qo'shishgan.

Mazkur tadqiqotlar natijasida to'quv dastgohi va unung batan mexanizmiga oid ko'plab ilmiy ishlar olib borilgan, lekin sifatli to'qimalarni olish uchun batan mexanizmi berdosiga kerakli harakat qonunlarini amalga oshirish ko'rib chiqilmagan. Shu bilan birga hosil qilinayotgan to'qimalarning kengligi, matolarning turlari, shakllari, iplarga ta'sir qiluvchi ayrim omillar, batan mexanizmining ayrim elementlariga tushadigan inertsion va dinamik yuklanishlar inobatga olinmagan. Shuningdek qayishqoq elementli mushtumchali batan mexanizmini ishlab chiqarish, sifatli to'qimalarni olish bo'yicha tadqiqotlar amalga oshirilmagan.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Buxoro davlat texnika universiteti ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq hamda, YOT-Ftex-2018-52 "Sifatli gazlamalarni olish uchun to'quv mashinasi energiya to'plovchi

richagli batan mexanizmi konstruksiyasini ishlab chiqish va parametrlarini hisoblash” (2018) mavzusidagi loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi yuqori sifatli to‘qimalarni olish uchun to‘quv dastgohining qayishqoq elementli mushtumchali resurstejamkor batan mexanizmi konstruksiyasini takomillashtirish, kerakli harakat qonunlarini ta’minlaydigan parametrlarini asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

tarkibli mushtumchali va qayishqoq elementli, energiya to‘plovchi prujinali batan mexanizmini samarali konstruksiyalarini ishlab chiqish;

batan mexanizmini sharnirlaridagi strukturaviy tahlil asosida ortiqcha bog‘lanishlarni yo‘qotish usulini yaratish;

qayishqoq elementli batan mexanizmi kinematik tahlili asosida koromislosini (berdo) kerakli harakat qonunlarini aniqlash;

batan mexanizmi harakat qonunini ifodalovchi matematik modelni qayishqoq elementlar maksimal deformatsiya qiymatlarini hisobga olgan holda aniqlash, batan mexanizmining prujinali energiya to‘plovchi uch yelkali richagini tebranishlarini aniqlash, sonli yechimi asosida berdoni kerakli trayektoriyasini olish;

to‘quv dastgohining modernizasiya qilingan batan mexanizmi berdosini arqoq ipga ta’sir kuchi, bosh valning aylanishlar soni va burovchi momenti o‘zgarish qonuniyatlarini tajriba usulida aniqlash;

ko‘p omilli tajribalar asosida batan mexanizmi parametrlarini maqbul qiymatlarini aniqlash;

tavsiya etilgan batan mexanizmli to‘quv dastgohini qiyosiy ishlab chiqarish sinovlarini o‘tkazish va ish ko‘rsatkichlarini aniqlash hamda uni ishlab chiqarishga qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish hamda iqtisodiy samaradorlikka erishish.

Tadqiqotning ob‘yekti sifatida to‘quv dastgohi va modernizasiya qilingan batan mexanizmi olingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida texnologik jarayonlarning parametrlari, arqoq ipni to‘qima qirg‘og‘iga jiplashda iplarning turlicha deformatsiyalanishi va keng turdagi to‘qimalar, matematik modellar hamda tavsiya parametrlari olingan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida to‘qimalar tuzilishini nazariy asoslari va nazariy mexanika, oliy matematika, mashina detallari, to‘qimachilik texnikalarini sinash, tenzometriya usuli hamda umumiy tadqiqot natijalarini olish imkonini beruvchi matematik statistika usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

to‘quv dastgohida ishlov berilayotgan to‘qimadagi arqoq ipini bir xildagi zichligini ta’minlaydigan koromislarning harakat qonunini amalga oshiradigan, energiya to‘plovchi prujina bilan jihozlangan tarkibli mushtumchali va konturmushtumchali batan mexanizmining konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

tarkibli mushtumchali va konturmushtumchali batan mexanizmini strukturaviy tahlil qilishda qo‘zg‘aluvchanlik darajasini aniqlash va kinematik juftlardagi ortiqcha bog‘lanishlarni bartaraf etish usuli takomillashtirilgan;

mushtumchali mexanizmga ekvivalent bo‘lgan almashtirilgan richagli mexanizm tarkibidagi shatun va koromislarning tebranish qamrovlarini aniqlash imkonini beradigan formulalar tarkibli kinematik juftlaridagi qayishqoq elementning chegaraviy deformatsiyalarini inobatga olgan holda ishlab chiqilgan;

batan mexanizmining uch yelkali richagini tebranish qonuniyatlari, sifatli

to‘qimani hosil qilish uchun arqoq ipini bir xil zichlashda bo‘lishini ta‘minlaydigan berdoni yuqorida turish va kichik tebranish trayektoriyasini belgilaydigan parametrlarining qiymatlari aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

to‘quv dastgohida qayishqoq elementli, energiya to‘plovchi prujinali yangi konstruksiyali batan mexanizmini qo‘llab, yuqori sifatli va mustahkam to‘qimalar namunalari tayyorlangan;

tavsiya etilgan resurstejamkor mushtumchali batan mexanizmi qiyosiy ishlab chiqarish sinov natijalariga asosan ishlab chiqilgan gazlamani uzish kuchini 1,5 barobar ortishiga, bosh valdagi yuklanish esa 1,3 marotaba kamayishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi ularning mavjud va amal qilayotgan fundamental nazariyaga mantiqan muvofiq kelishi, hisob-kitoblarda standartlashtirilgan usul va vositalardan foydalanilganligi, olingan natijalarni real iqtisodiy samara bilan ishlab chiqarishga joriy qilinishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati to‘quv dastgohi batan mexanizmining resurstejamkor, qayishqoq elementli yangi konstruksiyasini ishlab chiqilganligi, batan mexanizmi berdosining yo‘l, tezlik, tezlanish qiymatlari aniqlanganligi va bog‘lanishlari olinganligi hamda kompleks izlanishlar asosida mexanizmning parametrlari asoslanganligidan iborat.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati qayishqoq elementli batan mexanizmi yaratilganligi va uni qo‘llaganda ish unumi, dastgohning ishlash muddati ortganligi, energiya va resursni tejalanganligi, yuqori sifatli to‘qimalar olish uchun resurstejamkor mexanizmlarni taklif etish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. To‘quv dastgohi mushtumchali batan mexanizmi konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

tarkibli mushtumchali va qayishqoq elementli, energiya to‘plovchi prujinali batan mexanizmi Buxoro viloyati Kogon tumanidagi “Kogon Nur Teks” MCHJ korxonasi Rossiya Federatsiyasida ishlab chiqarilgan STB rusumli to‘quv dastgohiga joriy etilgan. (“O‘zto‘qimachilik sanoati” uyushmasining 2024-yil 20-noyabrda 03/25-3123-son ma‘lumotnomasi). Natijada elektr energiyasi sarfi 4,0 % gacha kamaygan, ish unumi esa 6,5 % ga oshirishga erishilgan;

tarkibli mushtumchali va qayishqoq elementli, energiya to‘plovchi prujinali batan mexanizmi Buxoro viloyati Kogon tumanidagi “ALP TEXTILE” MCHJ korxonasi Belgiyada ishlab chiqarilgan Picanol markadagi optiMax-i to‘quv dastgohiga joriy etilgan. (“O‘zto‘qimachilik sanoati” uyushmasining 2024-yil 20-noyabrda 03/25-3123-son ma‘lumotnomasi). Natijada elektr energiya sarfi 3,0 % gacha kamaygan, ish unumi esa 5,0 % ga oshirishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot ishining asosiy holatlari va natijalari ilmiy-texnika konferensiyalarda, shuningdek 4 ta xalqaro va 7 ta respublika miqyosida ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarning e‘lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 11 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, jumladan, 4 tasi respublika va 1 tasi xorijiy jurnallarda hamda

O‘zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligining 1 ta patent olingan.

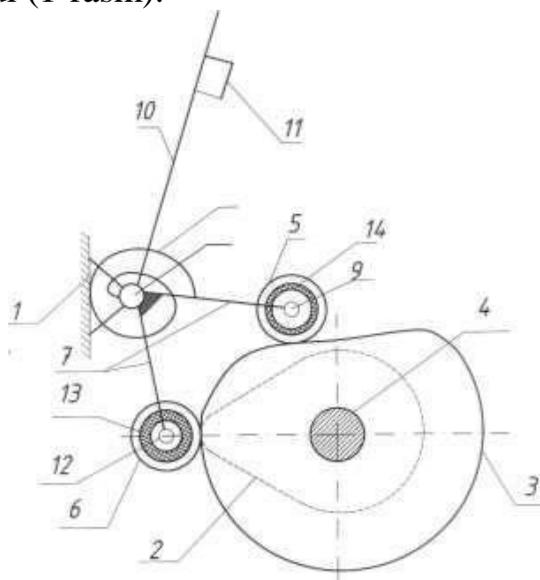
Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 113 sahifani tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, ob'ekti va predmeti bayon qilingan, Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining asosiy yo‘nalishlariga mutanosibli keltirilgan, tadqiqotlarning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati yoritilgan, tadqiqot natijalarining amalda qo‘llanilishi bo‘yicha ma’lumotlar, chop etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Mushtumchali mexanizmlarning konstruktiv xususiyatlari va ularni takomillashtirish bo‘yicha tadqiqotlar tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida mushtumchali mexanizmlar konstruksiyalarini takomillashtirish bo‘yicha bajarilgan ishlar va hisoblash uslublari tahlili, mushtumchali mexanizmlarni konstruktiv xususiyatlari, to‘quv dastgohlarining mushtumchali batan mexanizmlari konstruktiv sxemalari va ilmiy ishlar tahlili keltirilgan. Tarkibli mushtumchali va qayishqoq elementli kinematik juftlari bo‘lgan mushtumchali batan mexanizmi sxemalari keltirilgan.

Mushtumcha 2 va unga biriktirilgan konturmushtumcha 3 lar aylanma harakatni bosh val 4 dan oladi. Bunda uch yelkali richag (turtkich) rolik 5 va 6 larning mushtumcha 2 va 3 larni profili bilan doimiy birikishda bo‘lishi hisobiga tebranish harakatini oladi. Ushbu harakat brus 10 ga (richagning yelkachi 7 ga) berdo 11 orqali uzatiladi (1-rasm).



1- rasm. Tarkibiy rolikli va energiyani to‘plovchi prujinali mushtumchali batan mexanizmi

Batan mexanizmining ishlashi jarayonida tarkibiy rolik 5 va 6 lar mushtumcha 2 va konturmushtumcha 3 larning profillari bilan birikishda bo‘ladi va yuqori bosim kuchi hosil bo‘ladi. Qayishqoq rezina vtulka 13 va 14 lar deformatsiyalanib rolik 5 va 6 lar bilan mushtumcha 2 va 3 lar orasidagi bosim kuchlarini amortizatsiyalaydi. Ushbu kuchlarning maksimal qiymatlari

arqoq ipini urish vaqtida hosil bo‘ladi.

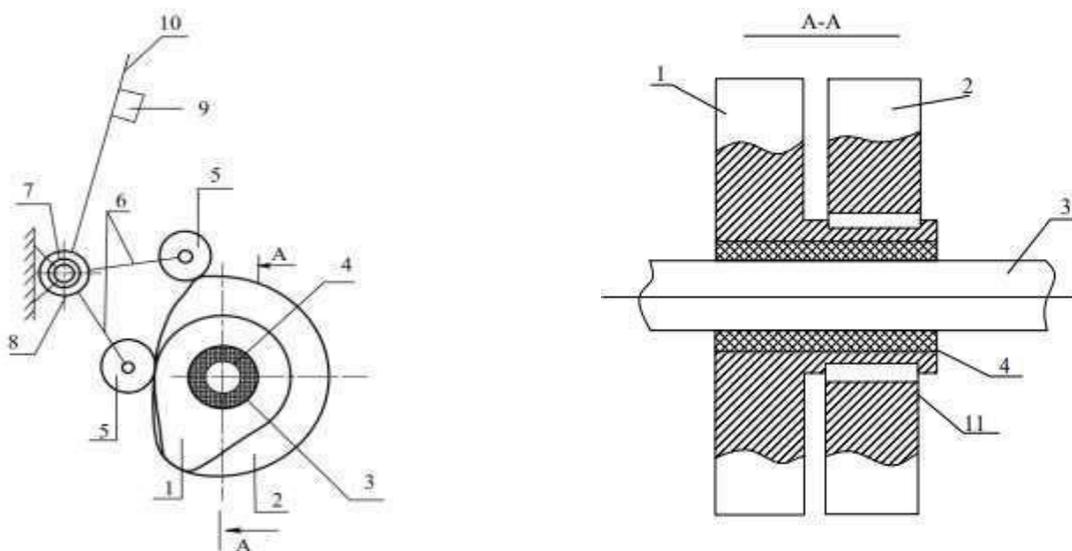
Mushtumcha 2 tarkibiy rolik 6, uch yelkali richag brusining yelkasi 7, brus 10, berda 11 lar orqali arqoq ipini urishni asosiy jarayonini ta‘minlaydi. Shuning uchun qayishqoq rezina vtulka 13 ning qalinligi qayishqoq rezinali vtulka 14 ning qalinligiga nisbatan ikki marotaba ko‘p.

Bundan tashqari berdo 11 bilan brus 10 ning soat strelkasiga qarshi yo‘nalishda (salt yurish) tebranishida buralish prujinasi 15 buraladi va energiyani to‘playdi, ishchi rejimda esa, brus 10 berdo 11 bilan birgalikdagi soat strelkasining yo‘nalishi bo‘ylab (urilish jarayoni) prujina 15 buraladi va to‘plangan energiyani beradi, natijada berdo 11 ipni yetarli kuch bilan uradi. Bu mexanizmning ipni urilish rejimi jarayonida kerakli quvvatga bo‘lgan ehtiyojini kamaytirishga olib keladi. Bundan tashqari mashinalarning ish unumdorligini oshirish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Ushbu batan mexanizmida rezinali vtulkalar deformatsiyasi hisobiga ipni zichlashda biroz berdoni turishi va kichik amplitutada tebranishini ta‘minlaydi, sifatli to‘qimalar hosil qilanadi.

Shuningdek ishlab chiqilgan yangi qayishqoq elementli batan sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Batan mexanizmi quyidagi tartibda ishlaydi. Mushtumcha 1 va unga rezinali vtulka 11 orqali bog‘langan konturmushtumcha 2 lar harakatni bosh val 3 dan qayishqoq rezinali vtulka 4 orqali oladi. Bunda uch yelkali richag turtkichga tebranma harakatni rolik 5 ni mushtumcha 1 va 2 ning profili bilan doimiy birikishda bo‘lishi hisobiga oladi. Ushbu harakat richagning brus 9 va berdo 10 li yelkasiga uzatiladi. Richag 6 ning qaytma-tebranma harakatida muvozanatlanmagan inertsiya kuchlari kinematik juftliklardagi reaksiyani, asosan batan vali 7 ning tayanchlarida ortishiga olib keladi.



2- rasm. Tarkibiy mushtumcha va qayishqoq elementli kinematik juftliklar bilan jihozlangan mushtumchali batan mexanizmi

Ushbu inertsiya kuchlari qayishqoq rezinali vtulka 8 tomonidan amortizatsiyalanadi. Bundan tashqari batan mexanizmining ishlash jarayoniga rolik 5 larning mushtumcha 1 dan konturmushtumcha 2 ga tez-tez o‘tishi hisobiga mexanizmida zarblar paydo bo‘ladi, bu esa yuqori darajali shovqin va titrashni hamda batan vali 7 ning tayanchlarida reaksiya kuchlarning paydo

bo'lishiga sabab bo'ladi. Bunda rolik 5 larning mushtumcha 1 va konturmushtumcha 2 lar bilan zarbli ta'sirlanishi qayishqoq rezinali vtulka 4 tomonidan amortizatsiyalanadi.

Bundan tashqari, qayishqoq rezinali vtulka 11 mushtumcha 1 va konturmushtumcha 2 larning harakatlanishida hosil bo'luvchi teng ta'sir etuvchi inertsia kuchlarini amortizatsiyalashni ta'minlaydi. Bu esa batan mexanizmi bosh vali 3 ning bir maromli aylanishini ta'minlaydi va ishonchlilikni oshiradi. To'quv dastgohi batan mexanizmining tezlik rejimlarini oshirish va sifatli to'qima olish imkoniyati paydo bo'ladi.

Kinematik imkoniyatini kengligi va sodda konstruksiyaga egaligi inobatga olinib, ishlab chiqilgan sxemalarni birinchisi (1-rasm) tavsiya etiladi, hamda tadqiqotlar amalga oshiriladi.

Dissertasiyaning **“O'zgaruvchan parametrli va qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarning strukturaviy, kinematik va dinamik tahlili”** deb nomlangan ikkinchi bobida mushtumchali mexanizmlar harakatlanganlik darajasi va ortiqcha bog'lanishlarni aniqlash usulini ishlab chiqish, o'zgaruvchan parametrli mushtumchali mexanizmlarning kinematik tahlili natijalari, ellipssimon va eksentrik rolikli mushtumchali mexanizmlarni metrik sintezi hamda to'quv dastgohi tarkibli roliklar bilan jihozlangan mushtumchali mexanizm kinematik tahlili keltirilgan. Batan mexanizmi uch yelkali richak tebranish qonuniyatlari va energiya to'plovchi prujina bikirligini aniqlash formulasi keltirilgan.

Ma'lumki, ortiqcha bog'lanishlar kinematik juftliklar o'qlarining parallelligi sababli paydo bo'ladi. Bunda kinematik juftliklarda yuqori reaksiya kuchlari hosil bo'lib, uni ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Ortiqcha bog'lanishlarni bartaraf etish uchun odatda tegishli kinematik juftliklarning sinfini pasaytiriladi. Ortiqcha bog'lanishlarni bartaraf etish uchun biz tomonimizdan tarkibiy qayishqoq elementli sharnirlarni qo'llash tavsiya etiladi. Bunda har bir koordinata yoki qayishqoq elementlarning deformatsiyalanish yo'nalishlari mexanizmdagi bitta ortiqcha bog'lanishni bartaraf etadi.

Tavsiya etilayotgan mexanizmdagi ortiqcha aloqalarni aniqlash uchun quyidagi formula tavsiya etiladi:

$$q = W - 6n + 5P_5 + 4P_4 + 3P_3 + 2P_2 + P_1 - K, \quad (1)$$

bunda K – mexanizm kinematik juftliklaridagi qayishqoq elementlarning soni yoki ularning deformatsiyalanish koordinatalari.

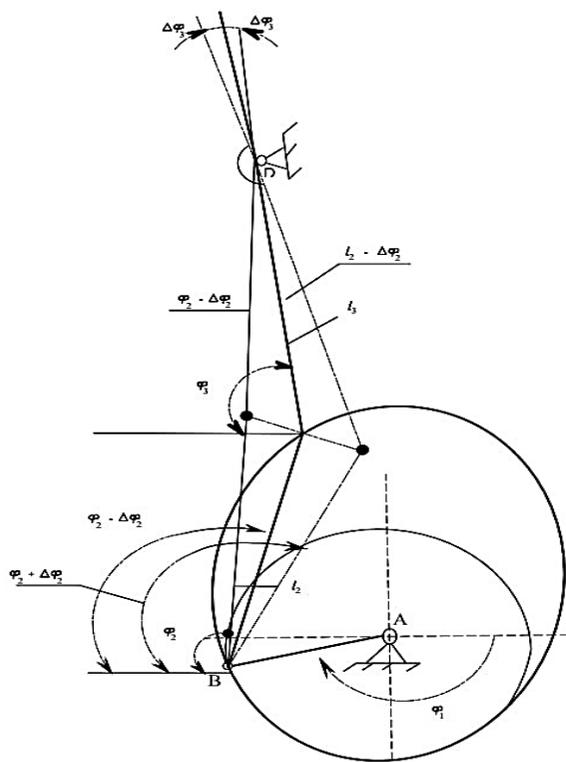
Mexanizmdagi ortiqcha bitta bog'lanish to'quv dastgohi batan mexanizmining ish resursini yetarli darajada kamaytiradi.

Ortiqcha bog'lanishlarni bartaraf etish uchun mexanizmda roliklar qo'llanilgan bo'lib ular qayishqoq vtulkalar bilan tarkibiy holda tayyorlangan hamda uch yelkali richak sharnirida prujina o'rnatilgan. Bunda:

$$q = 1 - 6 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 1 - 3 = 0.$$

Mushtumchali batan mexanizmining ushbu varianti (1-rasm) mavjud batan mexanizmlari konstruksiyalariga nisbatan ish resursini ikki marotaba oshirishga imkon beradi.

O'zgaruvchan parametrli rolikli mushtumchali mexanizmlar kinematik tahlili analitik usulda ko'rib chiqilgan, sonli yechim asosida turtgichning bir qator harakat qonunlari aniqlandi. Ellipssimon mushtumchali mexanizmi turtgich harakat qonuniga asosan sintez masalasi yechildi, ya'ni ellips parametrlarini aniqlash formulalari olindi.



3-rasm. To‘quv dastgohi batanini mexanizmining mushtumchali mexanizmini almashtirish sxemasi

va φ_3 larni aniqlash uchun ifodaga ega bo‘ldik. :

Burchak siljishlarning qonuniyatlarini quyidagi ko‘rinishda hosil bo‘ladi

$$\varphi_3 = \arccos \frac{l_1^2 - l_2^2 + l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}{2l_3 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} + \arctg \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_4 - l_1 \cos \varphi_1},$$

$$\varphi_2 = \arccos \frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}{2l_2 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} + \arctg \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_4 - l_1 \cos \varphi_1}. \quad (2)$$

Qayishqoq elementning deformatsiyasini hisobga olgan holda to‘quv dastgohi batan mexanizmining povodok (shatun) va berdosi (koromislo) uzunligi $\Delta\varphi_2$ va $\Delta\varphi_3$ larning qiymatlarini aniqlash davriy ko‘rinishda bo‘ladi deb hisoblanadi.

Bunda $\Delta\varphi_3$ va $\Delta\varphi_2$ larni o‘zgarish chegaralari:

$$\Delta\varphi_3 = \frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + (l_3 + \Delta l_3)^2 - (l_2 + \Delta l_2)^2}{2(l_3 + \Delta l_3) \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} - \\ - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + (l_3 - \Delta l_3)^2 - (l_2 - \Delta l_2)^2}{2(l_3 - \Delta l_3) \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} \end{array} \right],$$

$$\Delta\varphi_2 = \frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + (l_2 + \Delta l_2)^2 - (l_3 + \Delta l_3)^2}{2(l_3 + \Delta l_3) \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} - \\ - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + (l_2 - \Delta l_2)^2 - (l_3 - \Delta l_3)^2}{2(l_3 - \Delta l_3) \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} \end{array} \right]. \quad (3)$$

Mushtumchali mexanizmning tarkibiy roligi rezinalarining deformatsiyalanishi hisobga koromislarning uchi (berdo) kerakli harakat qonuniyatini bajaradi. Bunday holda rolikning rezina vtulkalarini maksimal deformatsiyasi (siqilish va cho‘zilish) ni hisobga olgan holda koromislo harakatining qonunlarini aniqlash muhimdir. Ushbu mushtumchali mexanizmning kinematikasini ko‘rib chiqamiz. Buning uchun 4-sinf kinematik juftni beshinchi sinfdagi aylanma kinematik juftga almashtirilgan kinematik tahlili qurildi (3-rasm).

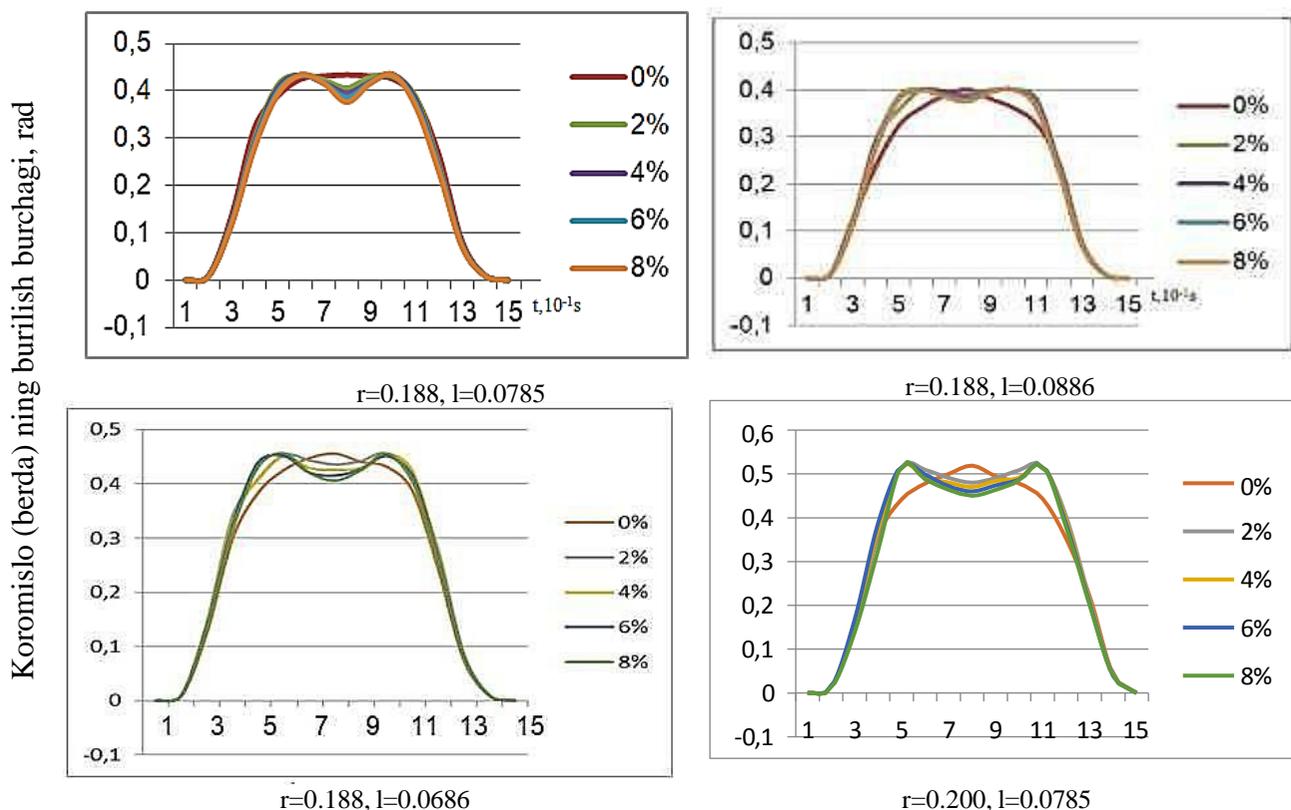
Tavsiya etilayotgan mushtumchali mexanizm ko‘rsatilgan, ma’lum bo‘lgan yopiq vektorlar uslubini qo‘llab, burchak siljishlar φ_2

3- rasmdagi sxemaga asosan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\varphi_{3\max} = \varphi_3 + \Delta\varphi_3, \quad \varphi_{3\min} = \varphi_3 - \Delta\varphi_3,$$

$$\varphi_{2\max} = \varphi_2 + \Delta\varphi_2, \quad \varphi_{2\min} = \varphi_2 - \Delta\varphi_2. \quad (4)$$

Olingan 4-rasmdagi grafikni tahlili r va l uzunliklar koromislarning tebranish amplitudasi va shakliga sezilarli darajada ta'sir qilishini ko'rsatdi. Koromislarning tebranish amplitudasiga, r ning qiymati ta'sir ko'rsatadi. Bunda krivoship mexanizmining radiusi (mushtumcha profilining minimal radiusi) 0,0685 m.da koromislarning burchak siljishi 0,34 rad.ga yetadi, r=0,0885 m bo'lganida koromislarning burchak siljishi 0,44 rad.ga ortadi. Berdoni 0,44 rad bo'lgan tezligi o'zgarishi uchun qayishqoq element aylanma bikirligi $(0,52 \div 0,56) \cdot 10^4$ Nm/rad bo'ladi.

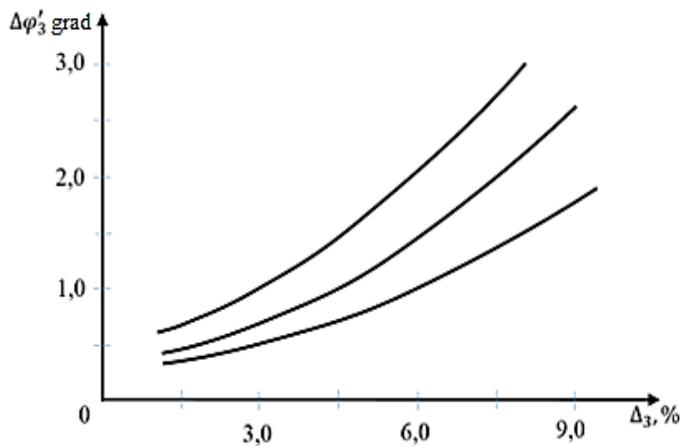


4- rasm. Qayishqoq elementning deformatsiyalanishini hisobga olgan holda koromislo burchak siljishining qonuniyatlari

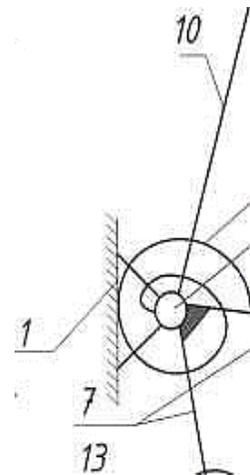
To'quv dastgohi batan mexanizmi roliginining rezinali vtulkasining maksimal deformatsiyalanishidan berdonning burchak siljishi qonuniyatlarini ishlashini olingan natijalariga asosan quyidagilarga ega bo'lamiz.

5-rasmda urilish zonasida koromislarning burchak siljish miqyosi qiymatining mushtumchali mexanizm rezinali vtulkasining deformatsiyalanish qiymatiga nisbatan o'zgarishining bog'iqliq grafigi ko'rsatilgan.

Grafiklarni tahlili, rezinali vtulkaning deformatsiyalanish qiymatini oshirish, koromislarning kichik holatida chiziqli bo'lmagan qonuniyat asosida siljishning ortishiga olib kelishini ko'rsatdi. Bunda $\Delta\varphi_3'$ ning qiymati $\Delta_3= 9,0\%$ bo'lganida $3,1^\circ$ ga yetadi. $\Delta\varphi_3' \leq (1,0^\circ \div 1,5^\circ)$ zonada koromislarning kerakli turg'unlik va



5- rasm. Urilish zonasida koromislarning burchak siljish miqyosi qiymatining mushtumchali mexanizm rezinali vtulkasining deformatsiyalanish qiymatiga nisbatan o'zgarishining bog'liqlik grafiklari



6- rasm. Batan richagining sharnirida o'rnatilgan prujina ko'rinishidagi energiya to'plovchining joylashuv sxemasi

tebranishining tavsiya etiladigan qiymati $\Delta_3=(5.5\div 6,5)\%$ ga teng bo'ladi.

Berdo *11* o'rnatilgan brus *10* ning soat strelkasiga qarshi (erkin yurish) tebranish jarayonida prujina *15* buraladi va energiyani to'playdi, berdo *11* o'rnatilgan brus *10* ning soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab ishchi rejimida prujina *15* teskari buraladi va to'plangan energiyani beradi, berdo *11* ga yordam berishi natijasida ipni kerakli kuch bilan urilishi zichlashishi sodir bo'ladi.

Ushbu holatda to'quv dastgohida to'qimani shakllantirish jarayonining sifati ta'minlanadi.

Qayishqoq energiya to'plovchining parametrlarini asoslash uchun ma'lum bo'lgan uslubdan foydalanib aylanma bikirlikni aniqlash formulasi olindi:

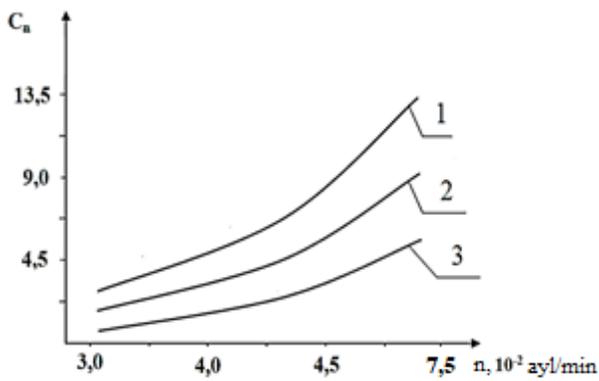
$$C_n = \frac{I_{np}\omega_p^2}{\varphi_\delta^2}, \quad (5)$$

bunda I_{np} -richag inertsiasining keltirilgan momenti; ω_p^2 -batan richagining burchak tezligi; C_n - prujinaning aylana bo'ylab bikirliki; φ_δ^2 -prujinaning buralish burchagi.

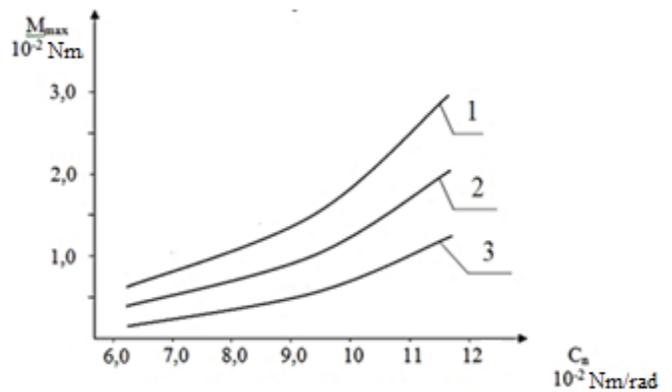
Bu holatda prujinaning maksimal buralish burchagi:

$$\varphi_{\delta max} = \frac{\omega_p}{\sqrt{C_n/I_n}} \cdot \quad (6)$$

Sonli yechim asosida bog'liqlik grafiklari qurildi:



7-rasm. Energiya to'plovchi qayishqoq elementning aylanma bikirligining batan richagining chastotasiga bog'liqlik grafiklari



1- $I_n=0.009 \text{ kgm}^2$; 2- $I_n=0.011 \text{ kgm}^2$; 3- $I_n=0.013 \text{ kgm}^2$

8-rasm. Batan richagining tayanchida doiraviy prujinaning siqilishidagi maksimal momentini prujinaning aylanma bikirligining o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari

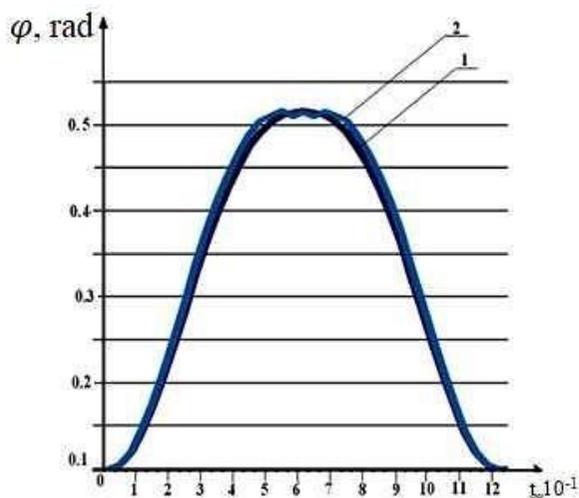
Bosh valning aylanish chastotasi 355 ayl/min ($5,9 \text{ s}^{-1}$) dan 750 ayl/min ($12,5 \text{ s}^{-1}$) gacha ko'payganida richag energiya to'plovchi prujinasi aylanma bikirlik koeffitsiyenti qiymatlari inertsia momenti $0,009 \text{ kgm}^2$ bo'lganda, $2,8 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ dan $12,75 \text{ Nm/rad}$ gacha chiziqli bo'lmagan ortib borishi chiziqli bo'lmagan qonuniyatlarda bo'ladi. Tajriba natijalariga asosan prujina aylanma bikirligi koeffitsiyenti qiymati $7,5 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ bo'lganligini inobatga olinsa, bosh valni aylanish chastotasi (650÷700) ayl/min ($10,8 \div 11,6 \text{ s}^{-1}$) bo'lishi maqsadga muvofidir. Bunda uch yelkali richag inertsia momenti ($0,011 \div 0,012$) kgm^2 bo'lish tavsiya etiladi.

Ta'kidlash kerakki prujina bikirligini ko'payishi qarshilikni ko'paytiradi. 8-rasmda batan uch yelkali richagining aylanma bikirlik koeffitsiyentini bosh valning burovchi momentiga o'zgarish grafiklari keltirilgan. Bikirlik $6,5 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ dan $12 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ gacha ko'payganida va inertsia momenti $0,011 \text{ kgm}^2$ bo'lganida batan mexanizmi bosh validagi burovchi moment 44 Nm dan 183,5 Nm gacha nochiziqli bog'lanishda ortib boradi. Inertsia momentini ortishi bilan burovchi moment qiymatlari ham ko'payadi. Uch yelkali richag energiya to'plovchi prujinasi aylanish bikirligi tavsiya qiymatlarida, ya'ni $C_H = (6,5 \div 7,5) \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ bo'lganida bosh valdagi burovchi moment (45÷65) Nm dan ortmaydi.

To'quv dastgohlarini batan mexanizmlarining aylanma prujinali uch yelkali richagiga quyidagi kuchlarning momentlari ta'sir qiladi: inertsia kuchining momenti; aylanma prujinaning qayishqoq va dissipativ kuchlarining momentlari; richag sharniridagi ishqalanish kuchining momenti; urilish kuchini qarshilik momenti; birikkan mushtumchalar tomonidan hosil bo'layotgan kuchlarning momenti; richag yelkalarini og'irlik kuchlarining momenti. Dalamber prinsipini qo'llab to'quv dastgohi mushtumchali batan mexanizmi uch yelkali richagining muvozanat sharti topamiz va u quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I_p \frac{d^2 \varphi_p}{dt^2} = P_b(\varphi_k) \cdot l_1 k - m_2 g l_2^1 \cos(\alpha - \varphi_p) - m_3 g l_3^1 \cdot \cos(\alpha - \varphi_p + \beta) - m_1 g l_1^1 \cdot \cos \varphi_p - M_{TP} - b_k \frac{d\varphi_p}{dt} - C_k \varphi_p. \quad (7)$$

bunda φ_p - uch yelkali richagning burchak siljishi; $P_b(\varphi_k)$ -mushtumcha tomonidan paydo bo'luvchi kuchlar; l_2 -richagning ikkinchi va uchinchi yelkalarining uzunligi; k - batan rolklari elementlarining bikirligi va dissipatsiyasini hisobga oluvchi koeffitsiyent; m_1, m_2, m_3 -richag yelkalarining og'irligi; I_p -batan richagining keltirilgan inertsia momenti; $l_1^1; l_2^1; l_3^1$ -aylanish o'qidan richag yelkalarining og'irlik markazining nuqtasigacha bo'lgan masofa; α ,



1-aylanma prujinani hisobga olmagan holda;
2-aylanma prujinani hisobga olgan holda

9-rasm. Batan mexanizmi richagi arqoqining harakat qonuniyati

hosil qiladi, $\Delta\varphi_3$ qiymatlari (0,02÷0,035) rad oralig'ida bo'ladi. Bunda to'qima hosil qilishda ipni zichlanishi oralig'i bo'lib, sifatli mato olinadi.

Nazariy tadqiqotlar asosida tavsiya qilingan parametrlarni inobatga olib batan mexanizmi tajriba nusxasi tayyorlandi va tajribalar o'tkazildi.

Dissertatsiyaning **“To'quv dastgohi qayishqoq elementli mushtumchali batan mexanizmining parametrlarini asoslash bo'yicha o'tkazilgan tajribaviy tadqiqotlar natijalari va tahlili”** deb nomlangan uchinchi bobida bosh valdagi burovchi momentni, aylanish chastotasini, berdoni ipga ta'sir kuchini mushtumchali mexanizm roligi rezinali vtulkasi bikirligiga, zichlanayotgan ip yukiga (qarshilikka) bog'liq ravishda o'zgarish qonuniyatlari keltirilgan. To'liq omilli tajribaviy tadqiqotlar asosida mushtumchali mexanizm parametrlarini maqbul qiymatlari asoslangan.

Qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmni o'zgaruvchan yuklanish va kinematik parametrlar bo'yicha tadqiqotlarni o'tkazish uchun elektrtensometrlash sxemasiga asosan amalga oshirildi.

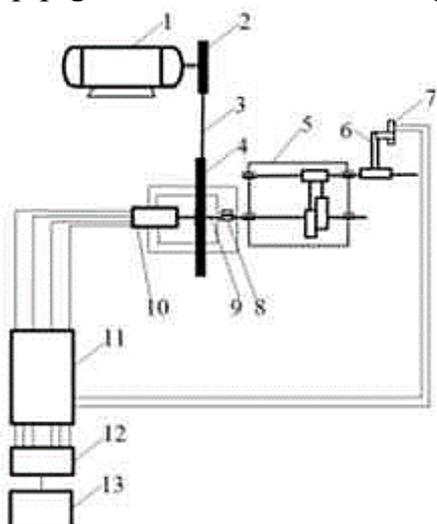
Natijalar 11-rasmda keltirilgan. Bunda tavsiya etilayotgan variant uchun bosh valdagi burovchi momentning amplitudasi qayishqoq elementlar tomonidan amortizatsiyalanishi hisobiga 105 Nm gacha pasayadi, berdoning arqoq ipiga ta'sir kuchi esa 80 N gacha kamayadi. Bizga ma'lumki, to'qima qalinligini kamaytirish bilan, ya'ni 12 donada 1,0 cm to'qimada yuklanish kamayadi, mushtumchali batan mexanizmining mavjud variantida o'rtacha qalinlikdagi to'qimani shakllantirishda

β -richag yelkalari orasidagi doimiy burchaklar; C_k, b_k -aylanma bikirlik va richag tayanchidagi prujinaning dissipatsiyasini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Olingan matematik ifodani sonli yechimga ko'ra batan mexanizmi uch yelkali richagini harakat qonuni aniqlandi (9-rasm).

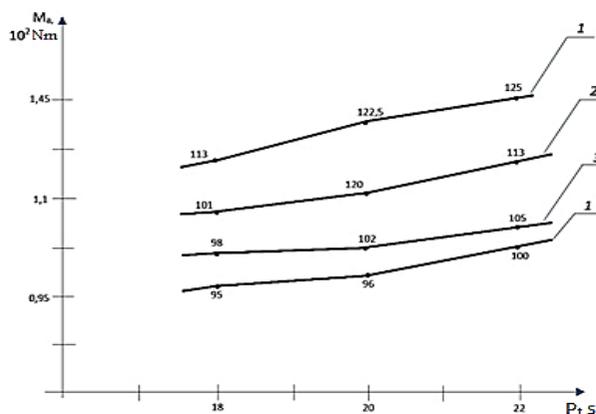
Batan berdosini burchak tebranishi mavjud konstruksiyada (prujina burilganida), yuqori qismda (nuqtada) tezda orqaga qaytishi kuzatiladi (9-rasm, 1-grafik). Prujina inobatga olinganda berdo yuqori ipni zichlash qismida biroz turib keyin tebranishlar

bosh valdagi burovchi momentning amplitudasi 113 Nm gacha kamayadi, berdoni arqoq ipiga ta'sir kuchi esa 88 N gacha kamayadi.



1-elektrdvigatel; 2-yetaklovchi shkiv; 3-tasma; 4-yetaklanuvchi shkiv; 5-mushtumchali reduktor; 6-berdo; 7, 8-tenzodatchiklar; 9-sezgir naushnik; 10-tokosyomnik; 11-UT4 rusumli kuchaytirgich; 12-ASP-128; 13-kompyuter.

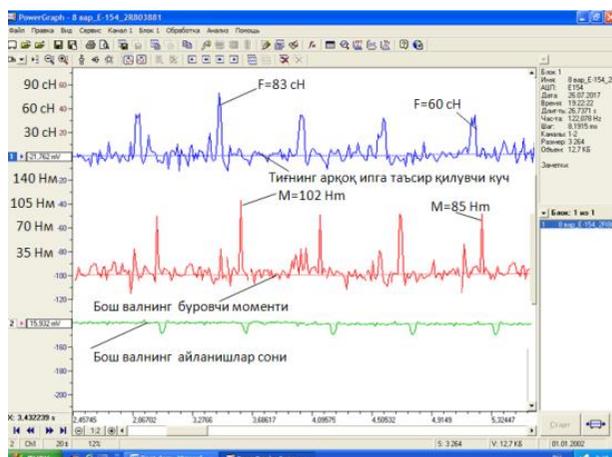
10-rasm. Tajribalarni o'tkazishning elektrotenzometrik sxemasi



1,2- mavjud konstruksiya uchun; 3, 4-tavsiya etilayotgan konstruksiya uchun; 3- $M_a=f(\Pi_T)$ -6308 TMKSH rusumli rezinani qo'llashda; 4- $M_a=f(\Pi_T)$ -7337 MVC rusumli rezinani qo'llashda

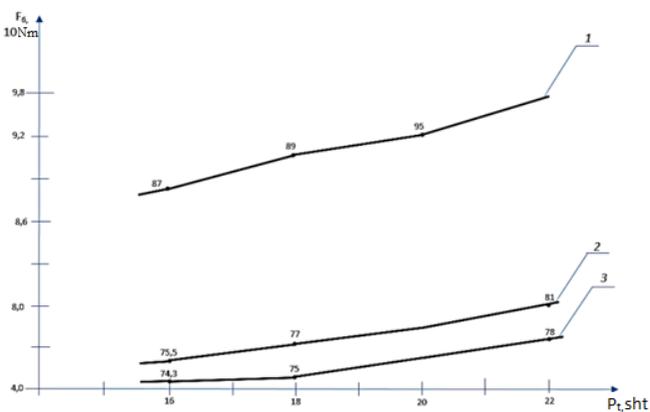
12-rasm. To'quv dastgohi bosh validagi burovchi momentning o'zgarishini 1,0 cm to'qimani shakllantirishda arqoq iplarining sonini o'zgarishiga bog'liqlik grafigi

12-rasmda ko'rsatilgan grafiklarni tahlili 1,0 cm to'qimada arqoq iplarini sonini oshirish, uni shakllantirishda mavjud va tavsiya etilayotgan mushtumchali batan mexanizmlarini qo'llashda, to'quv dastgohining bosh validagi burovchi momentni ortishiga olib kelishini ko'rsatdi. Bu arqoq iplari sonining ortishi bilan berdoga tushayotgan yuklanishlarni ortishi bilan izohlanadi.



7337 MBS rusumli rezinada

11-rasm. O'rtacha qalinlikdagi to'qimani shakllantirishda (1 sm.da 22 ta ip) bosh validagi burovchi momentning va berdoni arqoq ipiga ta'sir kuchlari qonuniyatlarini xarakterlovchi ossillogrammalari



1-mavjud mushtumchali batan mexanizmi uchun; 2, 3-tavsiya etilayotgan mushtumchali batan mexanizmi uchun; 3- $F_b=f(\Pi_T)$ -6308 TMKSh rusumli rezinani qo'llashda; 4- $F_b=f(\Pi_T)$ -7337 MVC rusumli rezinani qo'llashda

13-rasm. To'qimani shakllantirishda 1,0 cm to'qimada iplar sonining o'zgarishiga berdoni arqoq ipiga ta'sir kuchining o'zgarishini bog'liqlik grafigi

Arqoq iplarini sonini 18 tadan 22 tagacha ortishida mushtumchali batan mexanizmining bosh validagi burovchi moment 113 Nm dan 125 Nm gacha ortadi, batanda 6308-TKMSH rusumli rezinadan (aylanma bikirligi $3,75 \cdot 10^4$ Nm/rad) tayyorlangan qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarni qo‘llashda esa burovchi moment 98 Nm dan 105 Nm gacha, mushtumchali mexanizmning tarkibiy roliklarining amortizatsiyalovchi vtulkasi sifatida 7337-MVC rusumli rezinani qo‘llashda bosh valdagi burovchi moment 95 Nm dan 100 Nm gacha ortadi xolos. Shuning uchun bosh valdagi burovchi momentni iloji boricha maksimal kamaytirish va mashinaning iste'mol quvvatini kamaytirish uchun to‘quv dastgohlarining mushtumchali batan mexanizmlarini roliklarining amortizatsiyalovchi vtulkalarini tayyorlash uchun 7337 MVC rusumli (aylanma bikirligi: $0,54 \cdot 10^4$ Nm/rad) rezinani qo‘llash tavsiya etiladi.

13-rasmda to‘qimani shakllantirishda 1,0 cm da arqoq iplarining zichlashuvida berdoni arqoq ipiga ta’sir kuchini o‘zgarishining grafik bog‘liqligi ko‘rsatilgan.

Olingan grafik bog‘liqliklarni tahlili 1,0 cm shakllantirilayotgan to‘qimada arqoq iplari sonini oshirilishida berdoga yuklanishni ortishiga olib kelishini ko‘rsatdi. Bunda amortizatsiyalovchi rezinali vtulka ushbu yuklanishni bir muncha kamaytirish imkonini beradi. Mushtumchali batan mexanizmining mavjud variantida 1,0 cm shakllantirilayotgan to‘qimaga arqoq iplari sonini oshirish bilan berdoni arqoq iplariga ta’sir kuchi $P_t=22$ dona da 95 N ga, $P_t=18$ donada, $F_b=89$ N ga ortadi.

To‘quv dastgohining tavsiya etilayotgan qayishqoq elementli mushtumchali batan mexanizmining parametrlarini asoslash uchun ko‘p omilli tajribalar o‘tkazildi.

Bunda to‘qimani shakllantirish jarayoniga burovchi momentlarning asosiy ta’sirini hisobga olgan holda bosh valda quyidagi omillar tanlab olindi: rolikni rezinali vtulkasining bikirligi; batan richagining sharnirida o‘rnatilgan energiyani to‘plovchi prujinaning aylanma bikirligi; batan mexanizmi bosh valining aylanishlar chastotasi.

Chiquvchi omillar sifatida olinayotgan to‘qima sifatini tavsiflovchi tanda ipining mustahkamligi qabul qilindi.

Regressiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishda olindi:

$$Y_R = 148,14 + 2,0933 x_1 + 4,7033 x_2 + 7,8033 x_3 + 0,1817 x_1 x_2 - 0,51 x_1 x_3 - 0,6183 x_2 x_3 + 0,1767 x_1 x_2 x_3. \quad (8)$$

To‘liq omilli tajribalar asosida quyidagi asoslangan parametrlar olindi: mushtumchali mexanizm roligining rezinali vtulkasining aylanma bikirligi $0,5 \cdot 10^4$ Nm/rad; mushtumchali mexanizm prujinasining aylanma bikirligi- $7,5 \cdot 10^4$ Nm/rad; mushtumchali mexanizm bosh valining aylanishlar chastotasi 700 min^{-1} Nm/rad. Ushbu qiymatlarda tanda ipining mustahkamligini eng yuqori qiymatlari ta’minlanadi, shu bilan birga olinadigan to‘qimaning sifati ham ta’minlanadi.

Dissertatsiyaning **“Tavsiya etilgan qayishqoq elementli mushtumchali batan mexanizmi to‘quv dastgohini qiyosiy ishlab chiqarish sinovlari natijalari va iqtisodiy samaradorligi”** deb nomlangan to‘rtinchi bobida

modernizatsiya qilingan to'quv dastgohini "ALP TEXTILE" MCHJ dagi va "Kogon Nur Tekst" MCHJ korxonalaridagi qiyosiy ishlab chiqarish sinov natijalari keltirilgan. Shuningdek tavsiya etilgan konstruksiyani qo'llashdan olinadigan iqtisodiy samaradorlikni hisobi berilgan.

To'quv dastgohlarining mavjud va tavsiya etilayotgan mushtumchali mexanizmlarini ishlab chiqarish sharoitida taqqoslash sinovi natijalariga asosan, tavsiya etilayotgan variantda nuqsonlarni kamaytrishi hisobiga olinayotgan to'qimaning sifati ($5,0 \div 7,0$) ga oshadi, to'qimaning tanda ipi bo'yicha mustahkamligi (25 ± 30) % gacha ortadi. Bu holatda to'quv dastgohi ish rejimlarini oshirish mumkin bo'ladi va natijada unumdorlik 10 % ga ortadi. Bundan tashqari dastgohning ishlaymay turib qolishi sezilarli darajada kamayadi.

To'quv dastgohlarida qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarni qo'llashda "Kogon Nur tekst" MCHJ va "ALP TEXTILE" MCHJ ishlab chiqarish korxonalarida 738,0 million so'mni miqdorida yillik iqtisodiy samaradorlik tashkil etdi.

XULOSA

1. Mavjud mushtumchali mexanizmlar konstruksiyalarining sxemalarini tahlil qilish natijasida, mushtumchali mexanizmlarning ishonchliligi va ish resurslarini oshirishda juftliklardagi ortiqcha bog'lanishlarni oshirish va kamaytirishda qayishqoq elementlarni qo'llash bilan elementlarni harakatchanlik darajasini oshirish muhim ahamiyatga ega ekanligi ma'lum bo'ldi. Konstruksiyalarni takomillashtirish bo'yicha bajarilgan ishlar va hisoblash uslublarini tahlili, texnologik mashinalarning uzatma va mexanizmlari uchun qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarni hisoblash uslublari yetarlicha ishlab chiqilmaganligini ko'rsatdi.

2. Qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarning kinematik juftliklarining harakatchanlik darajasi va ortiqcha bog'lanishlarni bartaraf etish uslubi ishlab chiqildi.

Analitik uslub bilan qayishqoq elementli batan mexanizmining kinematik tavsiflari olindi. To'quv dastgohlari batan mexanizmini almashtiruvchi shatun va koromisloning maksimal burchak siljishini hisoblash uchun ifoda aniqlandi.

3. Batan mexanizmi kinematikasi masalasini sonli yechimi orqali koromislo (berdo)ning burchak siljishini mexanizmdagi rezinali vtulkaning deformatsiyalanishini hisobga olgan holda qonuniyatlari olindi. Urilish zonasida koromisloning burchak siljishining miqyosini mushtumchali mexanizmning rezinali vtulkasini deformatsiya qiymatlarining o'zgarishiga grafik bog'liqligi qurildi.

4. Batan uch yelkali richagining richag sharnirida o'rnatilgan prujinali energiya to'plovchini hisobga olgan holda tebranishini matematik modeli olindi. Masalani yechish bilan batan richagining aylanma chastotasiga bog'liq holda qayishqoq energiya to'plovchining buralishga bikirligini grafik bog'liqligi va batan richagi tayanchidagi doiraviy prujinaning siqilishining maksimal momentini prujinaning aylanma bikirligiga bog'liqligining grafigi qurildi.

5. Batan mexanizmining berdosi yetarli miqdordagi energiyani to'plashini ta'minlashi uchun $I_{pr}=0,012 \text{ kgm}^2$ da C_n ni $(0,9 \div 1,05) \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}$

oralig'ida tanlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Energiya to'plovchi prujinaning aylanma bikirligini oshirish, siqilish maksimal momentning ortishiga olib keladi. Parametrlarning tavsiya etiladigan qiymatlari:

$$C_n=(1000,1050) \text{ Nm/rad}; \quad w_{\text{pr}}=(35,40) \text{ s}^{-1}; \quad I_{\text{pr}}=(0.01,0.013) \text{ kgm}^2.$$

6. To'quv dastgohi batan mexanizmining prujinali uch yelkali richagini tebranishi modellashtirildi. Batan richagining tebranishini differensial tenglamasining sonli qiymatlari asosida batan osti validagi burovchi momentning o'zgarish bog'liqligi va batan mexanizmi richagining berdosi harakati qonuniyatlarini aylanma prujinani hisobga olgan holda olindi.

7. Tenzometrik uslubni qo'llash orqali mushtumchali batan mexanizmining bosh validagi kuchlarni o'zgarishiga mavjud va tavsiya etilayotgan qayishqoq elementli batan mexanizmlarida to'qima ishlab chiqarishda ipga ta'sir etuvchi kuchlarning ta'sir qonuniyatlari olindi. Bunda tavsiya etilayotgan mexanizmdagi burovchi momentning maksimal qiymati (15÷20) gacha, berdoning ta'sir kuchi esa (10÷12) % gacha kamayadi.

8. To'quv dastgohining bosh validagi burovchi momentning to'qimani shakllantirish davrida 1,0 cm dagi arqoq iplari sonining o'zgarishiga bog'liqligi qurildi. Bosh validagi burovchi momentni maksimal pasaytirishda mashinaning quvvat iste'moli ham pasayishi aniqlandi. To'quv dastgohi batan mexanizmining amortizatsiyalovchi vtulkali rolidlari uchun 7337 MVC rusumli (aylanma bikirligi: $0,54 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}$) rezinani qo'llashni tavsiya etiladi.

9. To'qimani shakllantirishda berdoni arqoq ipiga ta'sir kuchini o'zgarishining 1,0 cm to'qimadagi iplar sonining o'zgarishiga grafik bog'liqligi qurildi. Olingan grafik bog'liqliklarni tahlili shakllanayotgan 1,0 cm to'qimadagi iplar sonini oshirishda berdoga tushayotgan yuklanishni ortishiga olib kelishini ko'rsatdi. Shunday qilib, mushtumchali batan mexanizmining mavjud variantida shallantirilayotgan 1,0 sm to'qimadagi iplar sonini ortishi bilan berdoni arqoq ipiga ta'sir kuchi $P_t=22$ dona bo'lganida 95 N gacha ortadi, $P_t=18$ dona bo'lganida esa $F_b=89$ N gacha ortadi.

10. To'liq omilli tajribalar asosida mushtumchali mexanizm roligi rezinali vtulkasining aylanma bikirligi- $0,5 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}$; mushtumchali mexanizm prujinasining aylanma bikirligi- $7,5 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}$; mushtumchali mexanizm bosh valining aylanishlar chastotasi-650 ayl/min ($10,8 \text{ s}^{-1}$) asoslangan parametrlari olindi. Ushbu qiymatlarda tanda ipining mustahkamligining eng yuqori qiymatlari ta'minlanadi, shu bilan birga olingan to'qimaning yuqori sifati ham ta'minlanadi.

11. To'quv dastgohlarining mavjud va tavsiya etilayotgan mushtumchali mexanizmlarini ishlab chiqarish sharoitida taqqoslash sinovi natijalariga asosan, tavsiya etilayotgan variantda nuqsonlarni kamaytirishi hisobiga olinayotgan to'qimaning sifati (5,0÷7,0) ga oshadi, to'qimaning tanda ipi bo'yicha mustahkamligi (25±30)% gacha ortadi. Bu holatda to'quv dastgohi ish rejimlarini oshirish mumkin bo'ladi va natijada unumdorlik 10 % ga ortadi. Bundan tashqari dastgohning ishlamay turib qolishi sezilarli darajada kamayadi.

12. To'quv dastgohlarida qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarni qo'llashda "Kogon Nur teks" MCHJ va "ALP TEXTILE" MCHJ ishlab chiqarish korxonalarida 738,0 million so'm miqdorida yillik iqtisodiy samaradorlik tashkil etdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.90.01. ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ НАМАНГАНСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ХУДАЙБЕРДИЕВА МАХЛИЁ АБДУКАХОРОВНА

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И СТРУКТУРНОЙ
КИНЕМАТИЧЕСКИЙ, ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БАТАННОГО
МЕХАНИЗМА С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ТКАЦКОГО СТАНКА**

05.02.02-Теория механизмов и машин. Машиноведение и детали машин

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОР ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Наманган-2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министерства высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан под номером B2024.4.PhD/T3722.

Диссертация выполнена в Бухарском инженерно-технологическом институте.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на веб-странице Научного совета (www.namdtu.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:	Джураев Анвар Джураевич доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Кенжабоев Шукржон Шарипович доктор технических наук, профессор Собиров Холхужа Аббозович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Ферганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится на заседании научного совета PhD.03/30.12.2019.T.90.01 при Наманганском инженерно-строительном институте в 2025 году 22.10 в 10⁰⁰ часов. (Адрес: 160103 Наманган, улица Ислама Каримова, дом 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: info@namdtu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-строительного института (зарегистрирован под номером 67). (Адрес: 160103 Наманган, улица Ислама Каримова, дом 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: info@namdtu.uz).

Автореферат диссертации разослан "07" 10 2025 года.
(Протокол рассылки № 72 от "31" 05 2025 года).



Н.Г. Байбобоев
Председатель Научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н, профессор

В.М. Турдалиев
Ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н, профессор

А.Х. Умурзаков
Председатель Научного семинара при научном совете
по присуждению ученой степени, д.т.н, доцент

ВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (PhD) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Во всём мире одним из приоритетных направлений является модернизация конструкций рабочих органов машин, обеспечивающих производство текстильных материалов с высокой прочностью и равномерной плотностью, повышение их производительности, создание новых типов и широкое внедрение на предприятиях. Поэтому роль ткацких станков в обеспечении населения качественными тканями является незаменимой. Учитывая, что “Мировой рынок текстиля достигает объёма производства тканей в 120 млрд. м³ в год”¹, важное значение приобретает модернизация технологических процессов производства тканей и повышение их эффективности за счёт применения механизмов, придающих колебательные движения рабочим органам, и их внедрение в производство. В связи с этим, при усовершенствовании ткацких станков уделяется особое внимание использованию энерго- и ресурсосберегающих рабочих органов и передаточных механизмов.

Текстильная промышленность в мире стремительно развивается, и её возможности продолжают расширяться. Это, в свою очередь, требует проведения научно-исследовательских работ, направленных на разработку новых научно-технических решений для механизмов подачи утка, обладающих высокой кинематической эффективностью, надёжностью в технологических процессах и усовершенствованной конструкцией передаточных механизмов машин. В этом направлении создаются научные решения по повышению эффективности передаточных механизмов технологических машин. Одной из важных задач является разработка конструкций и методов расчёта механизмов подачи утка, ускоряющих технологический процесс в передаточных механизмах ткацких станков. Кроме того, особое внимание уделяется повышению качества текстильной продукции и снижению её себестоимости путём широкого внедрения современных технологий и техники в производство. В частности, важное значение имеет разработка усовершенствованных конструкций рабочих частей ткацких станков, используемых на текстильных предприятиях, а также создание эффективных конструкций кулачковых механизмов с эластичными элементами, обеспечивающих необходимое движение рабочим органам.

Во многих отраслях нашей республики ведутся научные исследования, направленные на развитие производства и проектирование новых типов машин и механизмов, способных обеспечивать энергосбережение. В частности, был принят ряд практических мер по созданию нового поколения ресурсосберегающих машин для текстильного машиностроения. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы чётко обозначены задачи: “Широкое внедрение инноваций в экономику, развитие кооперационных связей между промышленными предприятиями и научно-исследовательскими учреждениями”. С этой точки зрения одной из актуальных задач является улучшение качества производимых в нашей стране тканей до уровня мировых стандартов, а также снижение себестоимости выпускаемой продукции с целью обеспечения населения качественными швейными изделиями.

¹[researchgate.net/publication/357901414](https://www.researchgate.net/publication/357901414)

²Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 от 28 января 2022 года “О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы”

Данная диссертационная работа в определённой степени служит реализации задач, изложенных в нормативно-правовых актах, регулирующих развитие текстильной отрасли, в частности: Указе Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 “О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы”, Постановлении Президента № ПП-4186 от 12 февраля 2019 года “О мерах по дальнейшему углублению реформирования текстильной и швейно-трикотажной промышленности и расширению её экспортного потенциала”, а также в Указе Президента № ПФ-71 от 1 мая 2024 года “О мерах по выводу текстильной и швейно-трикотажной промышленности на новый этап развития”, и других нормативно-правовых документах, касающихся данной сферы деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Результаты этих исследований являются второй частью развития науки и техники республики. Оно проводилось в соответствии с приоритетным направлением II. “Энергетика, энерго- и ресурсоэффективность”.

Степень изученности проблемы. В мировой научной практике проведены многочисленные исследования по работе ткацких станков и приборных механизмов, автоматизации текстильных механизмов, сенсорному управлению, высокопроизводительному производству и проектированию станков на основе современных материалов. В частности, значительный вклад в данную область внесли такие зарубежные учёные, как А.О.Терехина, З.Чжунхуан, Ю.Ших, Э.Ондер и другие. Вместе с тем, большое внимание в ряде научных исследований уделено изучению сил, воздействующих на нити в процессе ткачества, а также напряжений, действующих на рабочие органы станков. Этими вопросами занимались М.Мансур, М.Н.Мохамед, А.С.Бьюэрвелл, Д.Альберг, Э.Нильсон, М.В.Лукоп, В.А.Суров, О.В.Максимчук, Е.В.Булатнилов, В.А.Орнацкая, С.С.Кивилис, С.В.Лушников, Д.Уом и другие. В области проектирования кулачковых механизмов (механизмов с муфтами) также проведено множество научных исследований. В частности, Е.В. Рыбникова в своих работах рассмотрела вопросы динамического синтеза таких механизмов, оптимизации законов движения и параметров механизма в соответствии с заданными критериями качества, выбранными в зависимости от условий эксплуатации агрегата машины.

Ряд учёных Республики Узбекистан, таких как Э.Ш.Алимбаев, А.Даминов, Р.И.Каримов, С.С.Рахимходжаев, П.С.Сиддиков, А.Джураев, О.А.Ахунбабаев, Б.К.Хасанов, Д.Н. Кадырова, провели научные исследования и внесли достойный вклад в развитие текстильной отрасли.

В результате проведённых исследований были разработаны многочисленные научные работы, посвящённые ткацким станкам и их приборным механизмам. Однако вопросы реализации необходимых законов движения приборного механизма на протяжении всего рабочего цикла с целью получения высококачественных тканей остаются недостаточно изученными. Наряду с этим, не были должным образом учтены такие важные факторы, как ширина формируемой ткани, разновидности и формы материалов, отдельные воздействия на нити, а также инерционные и динамические нагрузки, приходящиеся на отдельные элементы приборного механизма. Кроме того, практически не проводились исследования, направленные на разработку

прибойных механизмов с кулачковым приводом и гибко-эластичными элементами для обеспечения получения качественного ткацкого полотна.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательской работы высшего образовательного учреждения, в котором была выполнена диссертация. Исследование диссертации выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Бухарского государственного технического университета, а также в рамках проекта YOT-Ftex-2018-52 “Разработка конструкции и расчёт параметров энергетически накапливающего рычажного батан-механизма для ткацкого станка для получения качественных тканей” (2018).

Цель исследования заключается в совершенствовании конструкции ресурсосберегающего батанного механизма ткацкого станка с гибкоэлементным кулачковым приводом для получения высококачественных тканей, а также в обосновании параметров, обеспечивающих необходимые законы движения.

Задачи исследования:

разработка эффективных конструктивных схем батанного механизма с кулачковым приводом, гибкими элементами и пружинным накопителем энергии;

создание метода устранения избыточных связей в батанном механизме на основе его структурного анализа;

определение необходимых законов движения коромысла (бердо) на основе кинематического анализа батанного механизма с гибкими элементами;

разработка математической модели, описывающей законы движения батанного механизма, с учётом максимальных деформаций гибких элементов, а также определение колебаний пружинного трёхрычажного рычага-накопителя энергии и получение требуемой траектории движения бердо на основе численного решения;

экспериментальное определение силы воздействия бердо на уточную нить, закономерностей изменения частоты вращения главного вала и крутящего момента для модернизированного батанного механизма ткацкого станка;

определение оптимальных параметров батанного механизма на основе многопараметрических экспериментов;

проведение сравнительных производственных испытаний ткацкого станка с предложенным батанным механизмом, разработка рекомендаций по его внедрению в производство и оценка экономической эффективности.

Объект исследования является ткацкий станок и модернизированный прибойный механизм.

Предметом исследования являются параметры технологических процессов, различная деформация нитей при плотном прикреплении пряжей к кромке ткани, широкий ассортимент тканей, математические модели и рекомендуемые параметры.

Методы исследования. В процессе исследования использовались теоретические основы структуры тканей, теоретическая механика, высшая математика, детали машин, методы испытания текстильной техники,

тензометрия, а также методы математической статистики, позволяющие получать обобщённые результаты исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана конструкция составного кулачкового и контурно-кулачкового батанного механизма, оснащённого энергосберегающей пружиной, реализующей закон движения коромысла, обеспечивающего равномерную плотность уточной нити в обрабатываемой на ткацком станке ткани.

при структурном анализе составного кулачкового и контурно-кулачкового батанного механизма усовершенствован метод определения степени подвижности и устранения избыточных связей в кинематических парах.

разработаны формулы, позволяющие определить амплитуды колебаний шатуна и коромысла в эквивалентном рычажном механизме, заменяющем кулачковый механизм, с учетом предельных деформаций упругих элементов в составных кинематических парах.

определены значения параметров, характеризующих законы колебаний трёхплечего рычага батанного механизма, обеспечивающие равномерное уплотнение уточной нити для получения качественной ткани, в том числе положение бердо в верхней точке и малая траектория колебаний.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

применение нового конструктивного приборного механизма с гибкоэластичными элементами и пружинным энергосберегающим устройством в ткацком станке позволило получить образцы высококачественных и прочных тканей;

рекомендованный ресурсосберегающий кулачковый приборный механизм, на основе результатов сравнительных производственных испытаний, позволил увеличить усилие на разрыв ткани в 1,5 раза и уменьшить нагрузку на главный вал на 1,3 раза.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования характеризуется их логическим соответствием существующим и действующим фундаментальным теориям, использованием стандартизированных методов и инструментов в расчетах, а также внедрением полученных результатов в производство с реальным экономическим эффектом.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научное значение результатов исследования заключается в разработке новой ресурсосберегающей конструкции батан-механизма ткацкого станка с гибким элементом, определении траектории, скорости и ускорения движения бердса батан-механизма, а также обосновании параметров механизма на основе комплексных исследований.

Практическое значение результатов исследования характеризуется созданием батан-механизма с гибким элементом, его применением, что привело к увеличению производительности труда, продлению срока службы станка, экономии.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных

результатов по совершенствованию конструкции кулачкового батанного механизма ткацкого станка и обоснованию его параметров:

составной кулачковый батанный механизм с упругими элементами и энергосберегающей пружиной был внедрён на ткацкий станок марки STB российского производства на предприятии ООО “Kogon Nur Tekst” Кагантского района Бухарской области. (Согласно справке ассоциации “O‘zto‘qimachilik sanoat” № 03/25-3123 от 20 ноября 2024 года). В результате потребление электроэнергии снизилось до 4,0 %, а производительность труда увеличилась на 6,5 %;

составной кулачковый батанный механизм с упругими элементами и энергосберегающей пружиной был внедрён на ткацкий станок марки optiMax-i производства Бельгии (Picanol) на предприятии ООО “ALP TEXTILE” Каганского района Бухарской области. (Согласно справке ассоциации “O‘zto‘qimachilik sanoat” № 03/25-3123 от 20 ноября 2024 года). В результате потребление электроэнергии снизилось до 3,0 %, а производительность труда увеличилась на 5,0 %.

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты исследования были обсуждены на научно-технических конференциях, а также на 6 международных и 2 республиканских научно-практических мероприятиях.

Публикация результатов исследования.

По теме диссертации опубликовано всего 11 научных работ, из них 5 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 4 статьи в республиканских и 1 статья в зарубежном журнале, а также получен 1 патент Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованной литературы и приложений. Общий объём диссертации составляет 113 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.

Во введении описывается важность и актуальность диссертационной работы. В нём определена цель, и сформулированы задачи, а также отражены объект и тема исследования. Приводятся необходимые сведения о соответствии исследования приоритетным направлениям развития науки и техники в республике, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов, а также сведения о применении и апробации результатов исследований производству, публикации, а также содержанию и объёму диссертации.

Первая глава диссертации, озаглавленная **“Конструктивные особенности кулачковых механизмов и анализ исследований по их совершенствованию”**, посвящена анализу выполненных работ по

совершенствованию конструкций кулачковых механизмов и методов их расчёта. Рассмотрены конструктивные особенности кулачковых механизмов, приведены схемы конструкций кулачковых батан-механизмов ткацких станков и анализ научных исследований в данной области. Представлены схемы кулачковых батан-механизмов с составными кулачками и подвижными элементами в кинематических парах.

Кулачок 2 и присоединённый к нему контр-кулачок 3 получают вращательное движение от главного вала 4. При этом трёхплечий рычаг (толкатель) совершает колебательное движение за счёт постоянного контакта роликов 5 и 6 с профилем кулачков 2 и 3. Данное движение передаётся на брус 10 (через плечо рычага 7) и далее посредством берда 11 (рис. 1).

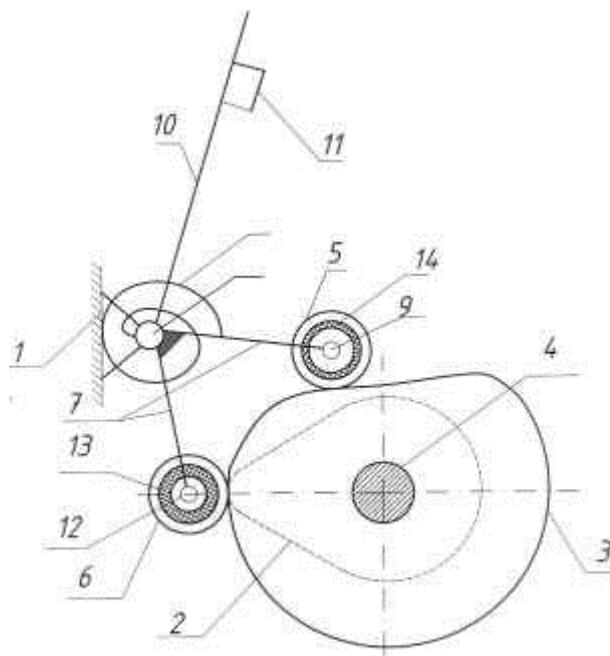


Рис.1. Кулачковый батан-механизм с составным роликовым и энергонакопительным пружинным элементом

В процессе работы батан-механизма составные ролики 5 и 6 находятся в постоянном контакте с профилями кулачка 2 и контр-кулачка 3, в результате чего возникает высокая контактная сила. Деформируясь, эластичные резиновые втулки 13 и 14 амортизируют эти контактные нагрузки между роликами 5 и 6 и кулачками 2 и 3.

Максимальные значения этих сил возникают в момент удара уточной нити. Основной процесс удара уточной нити обеспечивается взаимодействием кулачка 2, составного ролика 6, плеча трёхплечего рычага 7, бруса 10 и берда 11. Поэтому толщина эластичной резиновой втулки 13 в два раза больше, чем толщина втулки 14.

Кроме того, при колебательном движении берда 11 и бруса 10 в направлении против часовой стрелки (вхолостую) крутящая пружина 15 скручивается, накапливая энергию. В рабочем режиме, когда брус 10 вместе с бердо 11 движется по направлению часовой стрелки (во время удара),

пружина 15 высвобождает накопленную энергию, обеспечивая достаточную силу удара бердо 11 по уточной нити. Это приводит к снижению потребности в мощности во время удара уточной нити, а также увеличивает производительность машины. В данном батан-механизме за счёт деформации резиновых втулок обеспечивается небольшая податливость бердо при уплотнении нити, а также его малые колебания с низкой амплитудой, что способствует формированию качественной ткани.

Кроме того, разработанная новая схема батан-механизма с гибкими элементами представлена на рис. 2.

Принцип работы батан-механизма следующий: кулачок 1 и соединённый с ним через резиновую втулку 11 контр-кулачок 2 получают движение от главного вала 3 через упругую резиновую втулку 4. При этом трёхплечий рычаг (толкатель) совершает колебательное движение за счёт постоянного контакта ролика 5 с профилями кулачков 1 и 2.

Данное движение передаётся на плечо рычага с брусом 9 и бердо 10. При возвратно-колебательном движении рычага 6 несбалансированные инерционные силы вызывают увеличение реакционных нагрузок в кинематических парах, главным образом в опорах батан-вала 7.

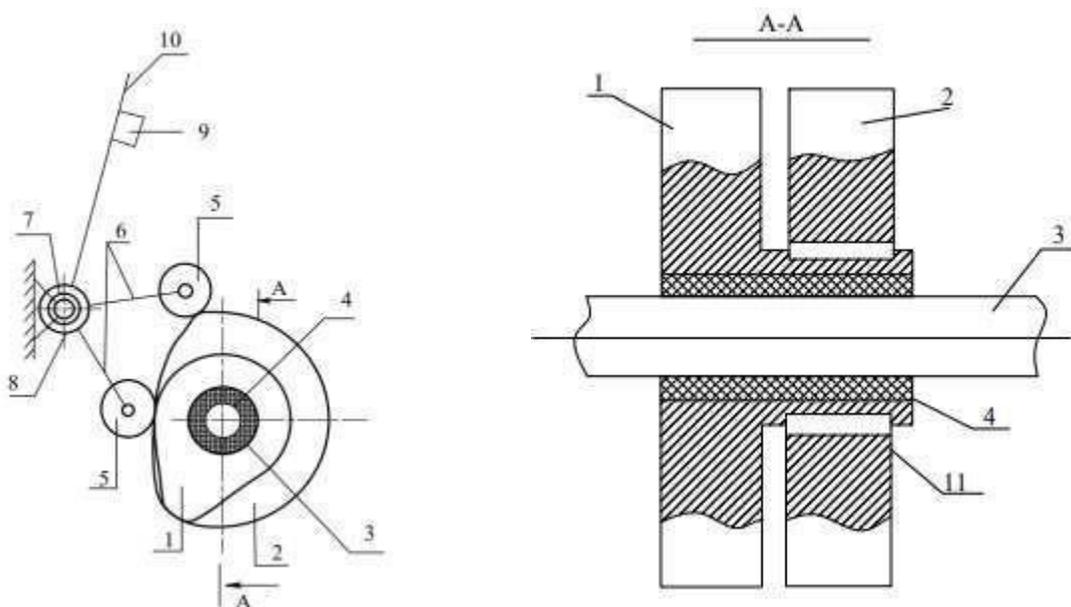


Рис.2. Кулачковый батан-механизм, оснащенный составным кулачком и кинематическими парами с гибкими элементами

Эти инерционные силы амортизируются за счёт упругой резиновой втулки 8. Кроме того, в процессе работы батан-механизма из-за частого перехода роликов 5 с кулачка 1 на контр-кулачок 2 возникают ударные нагрузки, что приводит к повышенному уровню шума и вибрации, а также увеличению реакционных сил в опорах батан-вала 7. Ударное взаимодействие роликов 5 с кулачками 1 и 2 смягчается за счёт упругой резиновой втулки 4, что снижает уровень шумов, вибраций и нагрузку на опоры механизма.

Кроме того, упругая резиновая втулка 11 обеспечивает амортизацию результирующих инерционных сил, возникающих при движении кулачка 1 и

контр-кулачка 2. Это способствует равномерному вращению главного вала 3 батан-механизма, повышая его надёжность. В результате появляется возможность увеличения скоростных режимов работы батан-механизма ткацкого станка, что способствует получению качественного тканого полотна.

Учитывая широкие кинематические возможности и простоту конструкции, для дальнейших исследований рекомендуется первая из разработанных схем (рис. 1), и на её основе проводятся экспериментальные и теоретические исследования.

Вторая глава диссертации, озаглавленная **“Структурный, кинематический и динамический анализ кулачковых механизмов с переменными параметрами и гибкими элементами”**, посвящена разработке метода определения подвижности кулачковых механизмов и избыточных связей, а также проведению кинематического анализа механизмов с переменными параметрами. Приведены результаты кинематического анализа кулачковых механизмов с эллипсоидными и эксцентрическими роликами, рассмотрен метрический синтез таких механизмов. Также проведён кинематический анализ кулачкового механизма ткацкого станка, оснащённого составными роликами. Кроме того, в главе приведены закономерности колебаний трёхплечего рычага батан-механизма, а также формула для определения жёсткости энергонакопительной пружины.

Как известно, избыточные связи возникают из-за параллельности осей кинематических пар. В результате этого в кинематических парах появляются высокие реакционные силы, которые могут привести к их выходу из строя. Обычно для устранения избыточных связей понижают класс соответствующих кинематических пар. В нашем случае предлагается использовать составные шарниры с упругими элементами. При этом каждая координата или направление деформации упругих элементов устраняет одну избыточную связь в механизме, обеспечивая его более стабильную и надёжную работу.

Для выявления избыточных связей в рекомендуемом механизме предлагается следующая формула.:

$$q = W - 6n + 5P_5 + 4P_4 + 3P_3 + 2P_2 + P_1 - K, \quad (1)$$

где K -количество упругих элементов в кинематических парах механизма или их координаты деформации.

Одна избыточная связь в механизме значительно снижает рабочий ресурс ткацкого станка.

Для устранения избыточных связей в механизме использованы ролики, изготовленные в сочетании с упругими втулками, а также в шарнире

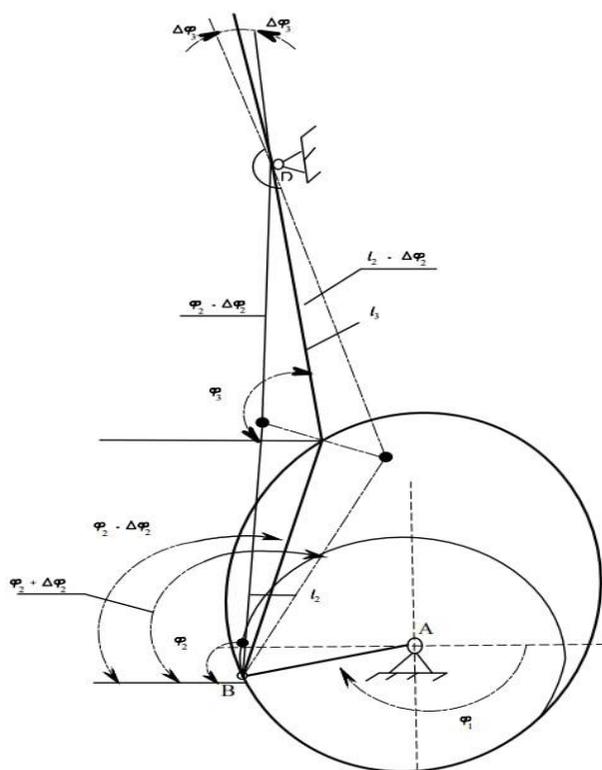


Рис.3. Схема заменяемого кулачкового механизма батана ткацкого станка.

Деформация резиновых элементов составного ролика кулачкового механизма обеспечивает выполнение необходимого закона движения конца коромысла (бердо). В этом случае важно определить законы движения коромысла с учётом максимальной деформации (сжатия и растяжения) резиновых втулок ролика. Рассмотрим кинематику данного кулачкового механизма. Для этого был построен кинематический анализ, в котором кинематическая пара 4-го класса заменена на вращательную кинематическую пару 5-го класса (рис. 3).

Предлагаемый кулачковый механизм был проанализирован с использованием известного метода замкнутых векторов, в результате чего получено выражение для определения угловых перемещений φ_2 и φ_3 .

Законы угловых перемещений принимают следующий вид:

$$\varphi_3 = \arccos \frac{l_1^2 - l_2^2 + l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}{2l_3 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} + \operatorname{arctg} \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_4 - l_1 \cos \varphi_1},$$

$$\varphi_2 = \arccos \frac{l_1^2 + l_2^2 - l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}{2l_2 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} + \operatorname{arctg} \frac{l_1 \sin \varphi_1}{l_4 - l_1 \cos \varphi_1}. \quad (2)$$

С учётом деформации упругого элемента длины шатуна (поводка) и коромысла (бердо) батан-механизма ткацкого станка считаются периодически изменяющимися. Определение значений $\Delta \varphi_2$ и $\Delta \varphi_3$ должно учитывать их циклические изменения в процессе работы механизма, что обусловлено воздействием нагрузок и упругих свойств материала.

При этом пределы изменения $\Delta \varphi_2$ и $\Delta \varphi_3$ определяются следующим образом:

трёхплечего рычага установлена пружина. При этом:

$$q = 1 - 6 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 1 - 3 = 0.$$

Предложенный вариант кулачкового батан-механизма (рис. 1) позволяет увеличить рабочий ресурс по сравнению с существующими конструкциями в два раза.

Кинематический анализ кулачковых механизмов с роликами переменных параметров проведён аналитическим методом, на основе численного решения определены законы движения толкателя. Была решена задача синтеза эллипсоидного кулачкового механизма на основе закона движения толкателя, получены формулы для определения параметров эллипса.

$$\Delta\varphi_3 = \frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1 + (l_3 + \Delta l_3)^2 - (l_2 + \Delta l_2)^2}{2(l_3 + \Delta l_3)\sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1}} - \\ - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1 + (l_3 - \Delta l_3)^2 - (l_2 - \Delta l_2)^2}{2(l_3 + \Delta l_3)\sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1}} \end{array} \right],$$

$$\Delta\varphi_2 = \frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1 + (l_2 + \Delta l_2)^2 - (l_3 + \Delta l_3)^2}{2(l_3 + \Delta l_3)\sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1}} - \\ - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1 + (l_2 - \Delta l_2)^2 - (l_3 - \Delta l_3)^2}{2(l_2 - \Delta l_3)\sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos\varphi_1}} \end{array} \right]. \quad (3)$$

На основе схемы, представленной на рис-3, можно выразить зависимости следующим образом:

$$\varphi_3 \max = \varphi_3 + \Delta\varphi_3, \quad \varphi_3 \min = \varphi_3 - \Delta\varphi_3,$$

$$\varphi_2 \max = \varphi_2 + \Delta\varphi_2, \quad \varphi_2 \min = \varphi_2 - \Delta\varphi_2. \quad (4)$$

Анализ полученного графика (рис. 4) показал, что длины r и значительно влияют на амплитуду и форму колебаний коромысла. На амплитуду колебаний коромысла влияет значение r . При радиусе кривошипного механизма (минимальном радиусе профиля кулачка) $r=0,0685$ м угловое перемещение коромысла достигает 0,34 rad. При увеличении радиуса до $r=0,0885$ м угловое перемещение коромысла возрастает до 0,44 rad. Для обеспечения изменения скорости бердо при угловом перемещении 0,44 rad необходимо, чтобы крутящая жёсткость упругого элемента находилась в пределах $(0,52 \div 0,56) \cdot 10^4$ Nm/rad.

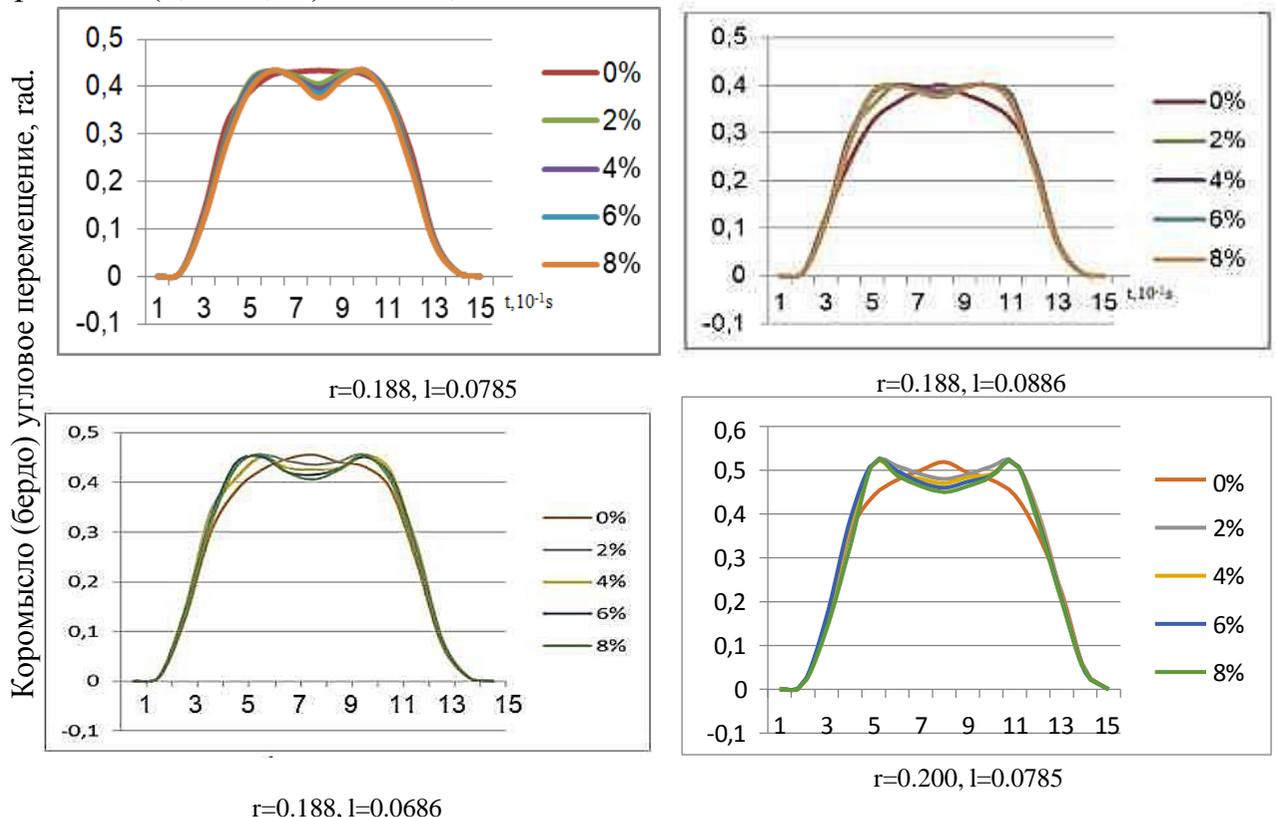


Рис.4. Законы углового перемещения коромысла с учетом деформации упругого элемента

На основе полученных результатов работы законов углового перемещения бердо при максимальной деформации резиновой втулки ролика батан-механизма ткацкого станка можно сделать следующие выводы. На рисунке 5 представлен график зависимости величины углового перемещения коромысла в зоне удара от деформации резиновой втулки кулачкового механизма. Анализ графиков показывает, что увеличение значения деформации резиновой втулки приводит к нелинейному росту углового перемещения коромысла в его малых положениях. При этом значение $\Delta\varphi_3'$ при $\Delta\varphi_3=9,0$ % достигает $3,1^\circ$ $\Delta\varphi_3' \leq (1,0^\circ \div 1,5^\circ)$ в диапазоне рекомендуемое значение устойчивости и колебаний коромысла составляет $\Delta_3=(5,5 \div 6,5)$ %.

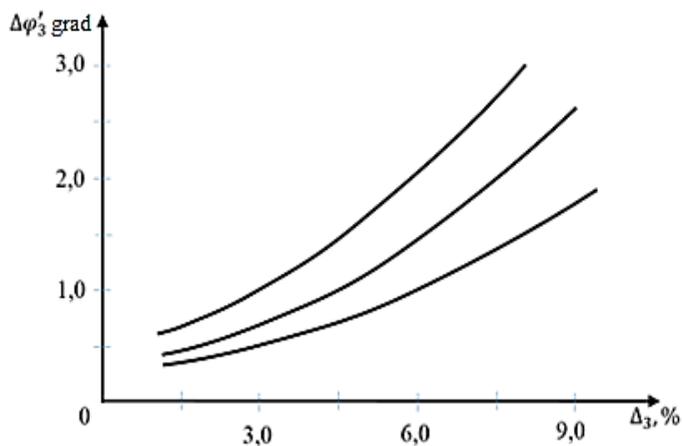


Рис.5. Графики зависимости величины углового перемещения коромысла в зоне удара от значения деформации резиновой втулки кулачкового механизма

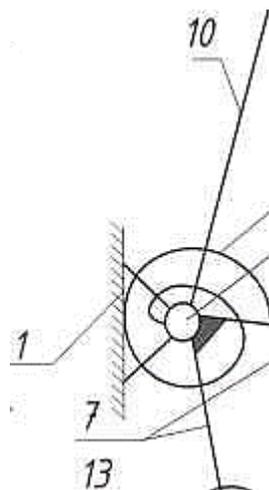


Рис.6. Схема расположения накопителя энергии в виде пружины, установленной в шарнире батан-рычага

Во время колебательного движения бруса 10 с установленным на нём бердо 11 против часовой стрелки (в режиме свободного хода) пружина 15 закручивается и накапливает энергию. При движении бруса 10 в рабочем режиме по часовой стрелке пружина 15 раскручивается, высвобождая накопленную энергию и помогая движению бердо 11. Это способствует уплотнению нити необходимым усилием при ударе.

В результате обеспечивается качество формирования ткани на ткацком станке.

Для обоснования параметров упругого накопителя энергии была использована известная методика, на основе которой получена формула для определения крутящей жёсткости:

$$C_n = \frac{I_{np}\omega_p^2}{\varphi_B^2} \quad (5)$$

при этом I_{np} -приведённый момент инерции рычага; ω_p^2 -угловая скорость батанного рычага; C_n -круговая жёсткость пружины; φ_B^2 -угол закручивания пружины, gradus.

В этом случае максимальный угол закручивания пружины определяется следующим образом:

$$\varphi_{\text{max}} = \frac{\omega_p}{\sqrt{C_n/I_n}} \quad (6)$$

На основе численного решения построены графики зависимостей:

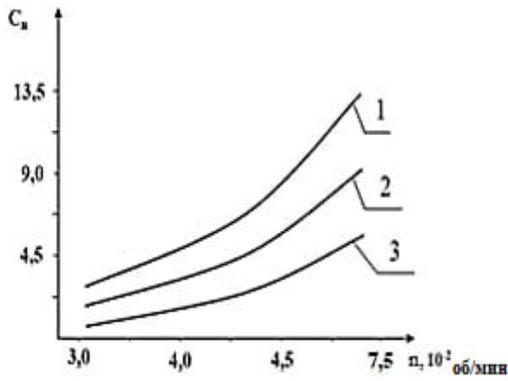


Рис.7. Графики зависимости крутящей жесткости упругого накопителя энергии от частоты колебаний батан-рычага

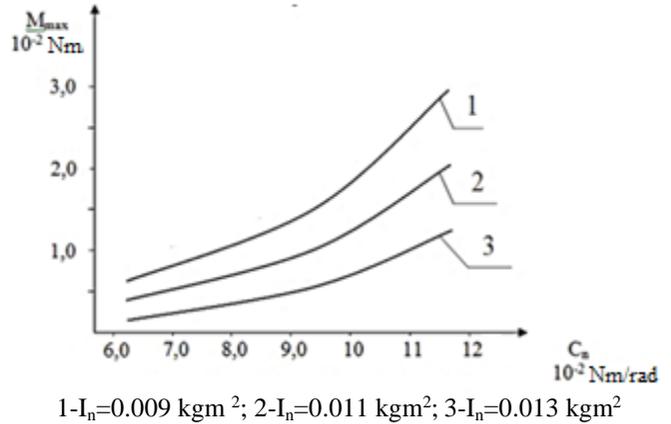


Рис.8. Графики зависимости максимального момента сжатия кольцевой пружины в опоре батан-рычага от изменения крутящей жёсткости пружины

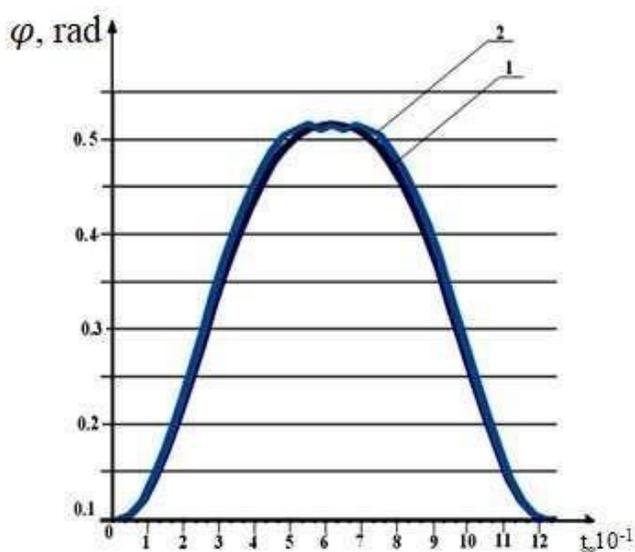
При увеличении частоты вращения главного вала с 355 об/мин ($5,9 \text{ s}^{-1}$), до 750 об/мин ($12,5 \text{ s}^{-1}$), коэффициент крутящей жёсткости пружины накопителя энергии рычага изменяется нелинейно. При моменте инерции $0,009 \text{ kgm}^2$ коэффициент крутящей жёсткости возрастает от $2,8 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ до $12,75 \text{ Nm/rad}$ по нелинейному закону. Согласно экспериментальным данным, если принять коэффициент крутящей жёсткости пружины равным $7,5 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$, то оптимальная частота вращения главного вала составляет $650 \div 700$ об/мин ($10,8 \div 11,6 \text{ s}^{-1}$). При этом рекомендуется, чтобы момент инерции трёхплечего рычага находился в пределах $(0,011 \div 0,012) \text{ kgm}^2$.

Следует отметить, что увеличение жёсткости пружины приводит к росту сопротивления. На рисунке 8 приведены графики изменения крутящего момента главного вала в зависимости от коэффициента крутящей жёсткости трёхплечего рычага батан-механизма. При увеличении жёсткости с $6,5 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ до $12 \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$ и моменте инерции $0,011 \text{ kgm}^2$ крутящий момент на главном валу возрастает нелинейно-с 44 Nm до $183,5 \text{ Nm}$. С увеличением момента инерции также возрастает значение крутящего момента. При рекомендуемых значениях крутящей жесткости пружины накопителя энергии, то есть при $C_n=(6,5 \div 7,5) \cdot 10^2 \text{ Nm/rad}$, крутящий момент на главном валу не превышает $45 \div 65 \text{ Nm}$.

На трёхплечий рычаг с круговой пружиной механизма батана ткацкого станка действуют следующие моменты сил: от силы инерции; моменты от упругой и диссипативной сил круговой пружины; момент сопротивления от силы прибоа; момент от силы трения в шарнире рычага; момент от возмущающей силы со стороны спаренных кулачков; моменты от сил тяжести плеч рычага. Используя принцип Даламбера условие равновесия трёхплечего рычага механизма батана ткацкого станка имеет вид:

$$I_p \frac{d^2 \varphi_p}{dt^2} = P_b(\varphi_k) \cdot l_1 k - m_2 g l_2^1 \cos(\alpha - \varphi_p) - m_3 g l_3^1 \cdot \cos(\alpha - \varphi_p + \beta) - m_1 g l_1^1 \cdot \cos \varphi_p - M_{TP} - b_k \frac{d\varphi_p}{dt} - C_k \varphi_p. \quad (7)$$

где φ_p -угловое перемещение трёхплечего рычага; $P_b(\varphi_k)$ -возмущающая сила со стороны кулачка; l_2 -длина второго и третьего плеча рычага; k -коэффициент, учитывающий жёсткость и диссипацию упругих элементов роликов батана; m_1, m_2, m_3 -массы плеч рычага; I_p -приведённый момент инерции рычага батана; $l_1^1; l_2^1; l_3^1$ -расстояния от оси вращения до точек центра тяжести плеч рычага; α, β – постоянные углы между плечами рычага; M_{mp} - момент от сил трения в шарнире рычага; C_k, b_k -коэффициенты круговой жёсткости и диссипации пружины в опоре рычага. Полученное математическое выражение было решено численным методом, в результате чего определён закон движения трёхплечего рычага батан-механизма (рис. 9).



1-без учета вращающейся пружины; 2-с учетом вращающейся пружины

Рис.9. Закон движения рычага батан-механизма

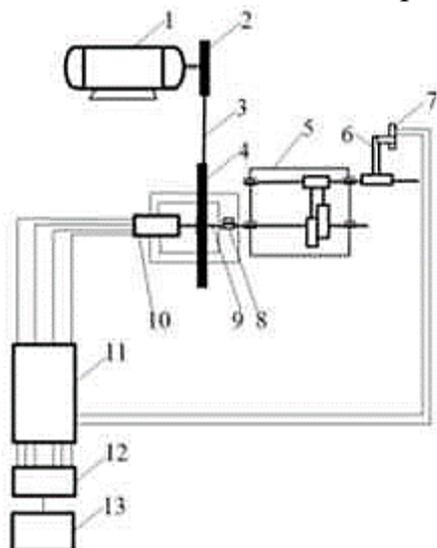
При угловых колебаниях батана в существующей конструкции (при закручивании пружины) наблюдается быстрое обратное движение в верхней точке (рис. 9, график 1). С учётом пружины бердо задерживается в зоне уплотнения верхней нити, после чего возникают колебания. Значения $\Delta\varphi_3$ находятся в пределах $0,02 \div 0,035$ rad. В этом случае создается необходимый интервал для уплотнения нити, что обеспечивает получение качественной ткани.

На основе теоретических исследований с учетом рекомендованных параметров

была изготовлена экспериментальная модель батан-механизма и проведены испытания.

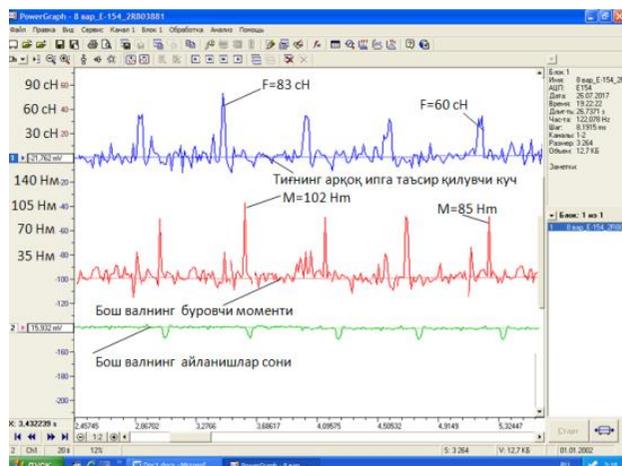
В третьей главе диссертации, озаглавленной “**Результаты и анализ экспериментальных исследований по обоснованию параметров кулачкового батан-механизма ткацкого станка с упругим элементом**”, приведены закономерности изменения крутящего момента на главном валу, частоты его вращения, силы воздействия бердо на нить в зависимости от жёсткости резиновой втулки ролика кулачкового механизма и нагрузки (сопротивления) уплотняемой нити. На основе полнофакторных экспериментальных исследований обоснованы оптимальные значения параметров кулачкового механизма.

Исследования кулачкового механизма с упругим элементом при переменных нагрузках и кинематических параметрах были проведены с использованием схемы электротензометрии.



1-электродвигатель; 2-ведущий шкив; 3-ремень; 4-ведомый шкив; 5-кулачковый редуктор; 6-бердо; 7, 8- тензодатчики; 9-вставительный наушник; 10-токосъёмник; 11-усилитель УТ4; 12-АЦП-128; 13-компьютер

Рис.10. Электротензометрическая схема проведения экспериментов



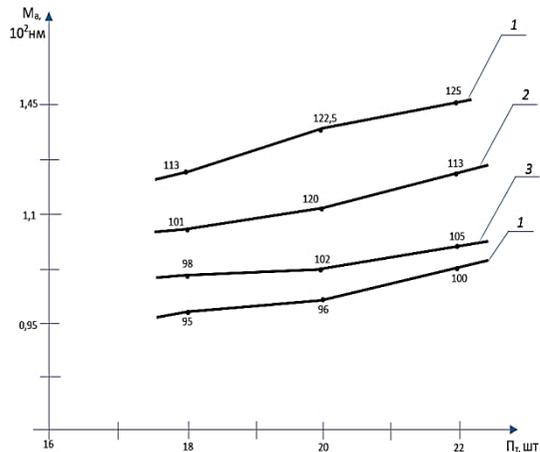
При марки резины 7337 МВС
Рис.11. Осциллограммы, характеризующие закономерности изменение крутящего момента на главном валу с силы воздействия берда на уточную нить при ткани формирования средней толщины (22 ниток в 1,0 см)

Результаты приведены на рис.11. В предлагаемом варианте амплитуда крутящего момента на главном валу уменьшается до 105 Нм за счёт амортизации упругими элементами, а сила воздействия на верёвку уменьшается до 80N. Известно, что уменьшение толщины ткани, а именно при 12 тканевых слоях толщиной 1,0 см, приводит к снижению нагрузки. В существующем варианте механизма с муштуковым батаном при формировании ткани средней толщины амплитуда крутящего момента на главном валу уменьшается до 113 Nm, а сила воздействия на верёвку уменьшается до 88 N.

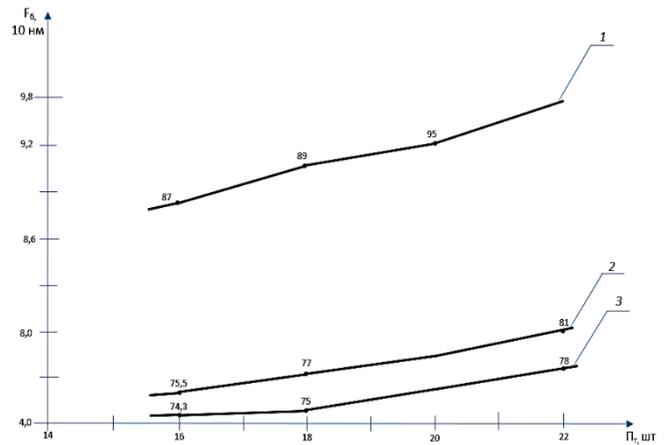
Анализ полученных графиков на рис-12 показывает, что с увеличением количества уточной нити в 1,0 см ткани при его формирование приводит к возрастанию крутящего момента на главном валу ткацкого станка при использовании серийного и рекомендуемого вариантов кулачковых батанных механизмов. Это объясняется увеличением нагрузки на берда от возрастания количества уточных нитей, так самым также увеличивается нагрузка на главном валу.

При возрастанием количества уточной нити от 18 до 22 штук крутящий момент на главном валу в серийном варианте кулачкового механизма батана возрастает от 113 Nm до 125 Nm, а при использовании кулачкового механизма с упругими элементами в батане крутящий момент возрастает от 98 Nm до 105 Nm при использовании резины марки 6308-ТКМШ (круговая жёсткость: $3,75 \cdot 10^4$ Nm/rad), при использовании резины марки 7337-МВС в

качестве амортизирующей втулки в составных роликах кулачкового механизма крутящий момент на главном валу увеличивается от 95 Nm до 100 Nm. Поэтому для максимального снижения крутящего момента на главном валу, тем самым снижается, потребляемая мощность машины, рекомендуется использование марки резины 7337 МВС (круговая жёсткость: $0,54 \cdot 10^4$ Nm/rad) для амортизирующей втулки ролика кулачкового механизма батана ткацкого станка.



1,2-для существующей конструкции; 3,4-для рекомендуемой конструкции; 3- $M_a=f(P_T)$ -при использовании резины из марки 6308 ТМКШ; 4- $M_a=f(P_T)$ -при использовании марки резины 7337 МВС
Рис.12. Зависимости изменения крутящего момента на главном валу ткацкого станка от изменения количества уточной нити в 1,0 см ткани при его формировании



1-для серийной конструкции кулачкового механизма батана; 2,3-для рекомендуемой конструкции кулачкового механизма батана; 3- $F_b=f(P_T)$ -при использовании резины из марки 6308 ТМКШ 4- $F_b=f(P_T)$ -при использовании марки резины 7337 МВС
Рис.13. Графические зависимости изменения силы воздействия берда на уточную нить при тканеформировании от изменения количества ниток в 1,0 см ткани

На рис.13 представлены графические зависимости изменения силы воздействия берда на уточную нить при их уплотнении для формирования ткани от изменения количества уточной нити в 1,0 см ткани.

Анализ полученных графических зависимостей показывает, что увеличение количества уточной нити в 1,0 см формируемой ткани возрастает нагрузка на берда. При этом амортизирующая резиновая втулка позволяет значительно уменьшить эту нагрузку. Так, при серийном варианте кулачкового батанного механизма с увеличением количества уточной нити в 1,0 см формируемой ткани сила воздействий берда на уточную нить возрастает до 95 N при $P_T=22$ шт, а при $P_T=18$ шт, $F_b=89$ N.

Для обоснования параметров предлагаемого механизма с муштуковым батаном и упругими элементами на ткацком станке было проведено множество факторов опытов.

При этом, с учётом основного воздействия крутящих моментов на процесс формирования ткани, на главном валу были выбраны следующие факторы: жёсткость резиновой втулки ролика, жёсткость пружины, установленной на шарнире рычага батана для накопления энергии, и частота вращения главного вала механизма батана.

В качестве выходных факторов было принято прочностное описание нити, характеризующее качество получаемой ткани.

Регрессионное уравнение было получено в следующем виде:

$$Y_R = 148,14 + 2,0933 x_1 + 4,7033 x_2 + 7,8033 x_3 + 0,1817 x_1 x_2 - 0,51 x_1 x_3 - 0,6183 x_2 x_3 + 0,1767 x_1 x_2 x_3. \quad (8)$$

На основе полнофакторных экспериментов были получены следующие обоснованные параметры: крутящая жёсткость резиновой втулки ролика муштукового механизма- $0,5 \cdot 10^4$ Nm/rad; крутящая жёсткость пружины муштукового механизма- $7,5 \cdot 0,5 \cdot 10^4$ Nm/rad; частота вращения главного вала муштукового механизма-650 об/мин ($10,8 \text{ s}^{-1}$). При данных значениях обеспечивается максимальная прочность уточной нити, а также сохраняется высокое качество получаемой ткани.

В четвёртой главе диссертации, озаглавленной **“Результаты сравнительных производственных испытаний и экономическая эффективность ткацкого станка с модернизированным муштуковым батан-механизмом с упругими элементами”**, приведены результаты сравнительных производственных испытаний модернизированного ткацкого станка на предприятиях ООО “ALP Textile” и ООО “Kogon Nur Teks”. Также представлен расчёт экономической эффективности от применения предлагаемой конструкции.

На основе результатов сравнительных испытаний существующих и предлагаемых муштуковых механизмов в производственных условиях установлено, что в рекомендуемом варианте за счёт снижения дефектов качество получаемой ткани повышается на $(5,0 \div 7,0)$ единиц, а прочность уточной нити увеличивается до (25 ± 30) %. В этом случае возможно повышение рабочих режимов ткацкого станка, что приводит к увеличению производительности на 10 %. Кроме того, значительно сокращаются простои оборудования.

При применении кулачковых механизмов с упругими элементами на ткацких станках в производственных предприятиях ООО “Kogon Nur Teks” и ООО “ALP TEXTILE” годовая экономическая эффективность составила 738,0 млн. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа схем существующих кулачковых механизмов было установлено, что для повышения надёжности и эксплуатационного ресурса кулачковых механизмов важно использование упругих элементов, которые увеличивают или уменьшают избыточные связи в кинематических парах, тем самым повышая степень подвижности элементов. Анализ

выполненных работ по совершенствованию конструкций и методов расчёта показал, что методы расчёта кулачковых механизмов с упругими элементами для приводов и механизмов технологических машин разработаны недостаточно.

2. Разработан метод устранения избыточных связей и повышения степени подвижности кинематических пар кулачковых механизмов с упругими элементами.

Получены кинематические характеристики батанного механизма с упругими элементами аналитическим методом. Определено выражение для расчёта максимального углового смещения шатуна и коромысла в заменяемом батанном механизме ткацких станков.

3. Численное решение задачи кинематики батанного механизма позволило определить закономерности углового смещения коромысла (бердо) с учётом деформации резиновой втулки в механизме. Построена графическая зависимость между изменением значений деформации резиновой втулки кулачкового механизма и величиной углового смещения коромысла в зоне удара.

4. Разработана математическая модель колебаний трёхплечего рычага батана с учётом пружинного накопителя энергии, установленного в шарнире рычага. В результате решения задачи построены графические зависимости: жёсткости на кручение упругого накопителя энергии в зависимости от частоты вращения рычага батана, максимального момента сжатия круговой пружины в опоре рычага батана в зависимости от крутильной жёсткости пружины.

5. Для обеспечения накопления достаточного количества энергии бердом батанного механизма рекомендуется выбирать $I_{pr}=0,012 \text{ kgm}^2$ и жёсткость на кручение C_n в диапазоне $(0,9 \div 1,05) \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}$. Увеличение крутильной жёсткости накопительной пружины приводит к росту максимального момента сжатия. Рекомендуемые значения параметров обеспечивают оптимальную работу механизма.

$$C_n=(1000,1050) \text{ Nm/rad}; \quad w_p=(35,40) \text{ s}^{-1}; \quad I=(0,01,0,013) \text{ kgm}^2.$$

6. Колебания пружинного трёхплечего рычага батанного механизма ткацкого станка были смоделированы. На основе численных значений дифференциального уравнения колебаний получена зависимость изменения крутящего момента в валу батана, а также закономерности движения бердо рычага батанного механизма с учётом влияния крутильной пружины.

7. Применение тензометрического метода позволило определить закономерности изменения сил на главном валу кулачкового батанного механизма, а также влияние этих сил на нить в процессе ткачества для существующих и рекомендуемых механизмов с упругими элементами. В предложенном механизме максимальное значение крутящего момента снижается на $15 \div 20 \%$, а сила воздействия бердо уменьшается на $10 \div 12 \%$, что способствует снижению нагрузки на нить и улучшению условий ткачества.

8. Построена зависимость крутящего момента на главном валу ткацкого

станка от изменения количества уточных нитей на 1,0 см в процессе формирования ткани. Установлено, что снижение максимального крутящего момента на главном валу приводит к уменьшению энергопотребления машины. Для амортизирующих втулочных роликов батанного механизма ткацкого станка рекомендуется использовать резину марки 7337 МВС с крутильной жесткостью $0,54 \cdot 10^4$ Nm/rad.

9. Построена графическая зависимость изменения силы воздействия бердо на уточную нить от количества нитей в 1,0 см ткани. Анализ полученных зависимостей показал, что увеличение количества нитей в 1,0 см ткани приводит к росту нагрузки на бердо. В существующем варианте кулачкового батанного механизма при $P_T=22$ шт количество нитей, воздействующая сила возрастает до 95 N, а при $P_T=18$ сила достигает 89 N. Это свидетельствует о возрастании нагрузки на уточную нить при увеличении плотности ткани.

10. На основе полнофакторных экспериментов определены оптимальные параметры кулачкового механизма: крутильная жёсткость резиновой втулки ролика кулачкового механизма $0,5 \cdot 10^4$ Nm/rad, крутильная жёсткость пружины кулачкового механизма $7,5 \cdot 10^4$ Nm/rad, частота вращения главного вала кулачкового механизма 650 об/мин ($10,8$ s⁻¹), при этих значениях обеспечивается наивысшая прочность основы и высокое качество получаемой ткани.

11. Сравнительные испытания существующих и рекомендуемых кулачковых механизмов в производственных условиях показали, что в предложенном варианте за счёт уменьшения дефектов: качество ткани повышается на 5,0-7,0 единиц, прочность основы увеличивается на 25-30 %, производительность возрастает на 10 %, простои станка значительно сокращаются. Эти улучшения позволяют повысить режимы работы ткацкого станка и обеспечить более стабильный и эффективный производственный процесс.

12. Применение кулачковых механизмов с упругими элементами на ткацких станках в производственных предприятиях ООО “Kogon Nur Teks” и ООО “ALP TEXTILE” обеспечило годовую экономическую эффективность в размере 738,0 млн. сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES PHD.03/30.12.2019.T.90.01 AT THE NAMANGAN CIVIL
ENGINEERING INSTITUTE**

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

KHUDAYBERDIYEVA MAKHLIYO ABDUKAHOROVNA

**DEVELOPMENT OF THE DESIGN AND STRUCTURAL KINEMATIC,
DYNAMIC ANALYSIS OF THE BEATING MECHANISM WITH ELASTIC
ELEMENTS OF A WEAVING LOOM**

05.02.02 – Theory of mechanisms and machines. Mechanical engineering and machine parts

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

Namangan-2025

INTRODUCTION (abstract of Doctor PhD thesis)

The aim of the research is to improve the design of a resource-saving batten mechanism of a weaving loom with a flexible-element cam drive to produce high-quality fabrics, as well as to justify the parameters that ensure the required motion laws.

The object of the research work is the weaving loom and the modernized beating-up mechanism.

The scientific novelty of research is as follows:

a design of a compound cam and contour-cam beating-up mechanism equipped with an energy-saving spring has been developed. The mechanism implements the motion law of the rocker arm, ensuring uniform weft thread density in the fabric being processed on the weaving loom.

during the structural analysis of the compound cam and contour-cam beating-up mechanism, the method for determining the degree of mobility and eliminating redundant constraints in kinematic pairs was improved.

formulas have been derived to determine the oscillation amplitudes of the connecting rod and rocker in an equivalent linkage mechanism that replaces the cam mechanism, taking into account the limit deformations of elastic elements in compound kinematic pairs.

parameter values have been determined that characterize the oscillation laws of the three-arm lever of the beating-up mechanism, ensuring uniform compaction of the weft thread to produce high-quality fabric, including the reed's top position and its small oscillation trajectory.

Implementation of research results. The obtained scientific results have been implemented in several textile enterprises within the “O‘zto‘qimachilik sanoat” association, specifically:

1. LLC “Kogon Nur Teks” (March 3, 2023-July 13, 2024): Industrial trials were conducted with the participation of leading specialists (Act dated July 15, 2024). The application of a rubber damper virtually eliminated warp and weft breaks, unsecured threads, loop formation, and fabric bulging, ensuring the production of high-quality fabrics. Energy consumption decreased by 4,0 %, while labor productivity increased by 6,5 %.

2. LLC “ALP TEXTILE” (Act dated October 30, 2024): Similar industrial trials were conducted, demonstrating that the application of a rubber damper virtually eliminated warp and weft breaks, unsecured threads, loop formation, and fabric bulging, leading to high-quality fabric production. Energy consumption decreased by 3,0 %, and labor productivity increased by 5,0 %.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions and recommendations, a list of references, and appendices. The total length volume of the dissertation is 113 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. O'zR Patenti, №IAP 7977 To'qimachilik dastgohining batan mexanizmi / Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A., Madraximov Sh.X. // 7.03.2025. Byul. №4
2. Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A. Mushtumchali mexanizmlarning konstruktiv xususiyatlari va ularni takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar tahlili // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnali. -Buxoro, 2024. -№ 3.-B. 278-286. (05.00.00, OAKning 2017-yil 29-martdagi №239/5 qarori).
3. Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A. Qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlarning samarali sxemalarini ishlab chiqish // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnal. -Buxoro, 2024. -№4 -B. 261-266. (05.00.00, OAKning 2017-yil 29-martdagi №239/5 qarori).
4. Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A., Urmanov N.T. Kinematic analysis of a cam mechanism with elastic elements of paired cams of a boel mechanism of a weaving loom // Scientific And Technical Journal Namangan Institute of Engineering And Technology Volume 7 Issue 3. -Namangan, 2022. – P. 33-38. (05.00.00 №33).
5. Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A. Ekssentrikli, rolikli va elleptik mushtumchali mexanizm tahlili. // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti Ilmiy-texnikaviy jurnal.-Buxoro, 2024. -№3. - B. 309-314. (05.00.00, OAKning 2017-yil 29-martdagi №239/5 qarori).
6. Xudayberdiyeva M.A. Laws of motion of the cam mechanism with an eccentric roller // International Multidisciplinary Journal for Research & Devolopment. Volume 11, Issue 06. -India, 2024. – P. 142-145. (01.00.00; (35) CrossRef)

II bo'lim (II часть; II part)

7. Xudayberdiyeva M.A, Djurayev A. Improvement of the loom batan mechanism // “Paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. - Termiz, 2023. - B. 32-34.
8. Худайбердиева М.А, Кулачковый батанный механизм с составными роликами и пружинным накопителем энергии // International conference on advance and technology. Volume 01 Issue 07, U.K. - London, 2024. - P. 25-28.
9. Xudayberdiyeva M.A, Djurayev A. To'quv dastgohi batan mexanizmi vazifasi va ishlash jarayoni // “Raqamli iqtisodiyot, elektron hukumat va sun'iy intellect uchun dasturiy vositalar, Axborotlarni qayta ishlashning zamonaviy usullari” Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari. - Buxoro, 2023. - B. 61-62.

10. Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A. To‘quv dastgohi qayishqoq elementli batan mexanizmining yangi konstruksiyasini ishlab chiqish va ishlab chiqarish sharoitida solishtirma sinov ishlarini amalga oshirish // “Mashinasozlik tarmoqlarida innovasion yondashuvlar” mavzusida o‘tkazilgan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. - Namangan, 2024. - B. 508-511.

11. Xudayberdiyeva M.A., Djurayev A. Madraximov Sh.H. To‘quv dastgohi qayishqoq elementli mushtumchali batan mexanizmining eksperimental tadqiqotlarning natijalari va tahlili // “Mashinasozlik tarmoqlarida innovasion yondashuvlar” mavzusida o‘tkazilgan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. - Namangan, 2024. - B. 610-614.

12. Djurayev A., Xudayberdiyeva M.A, Determination of degrees of mobility and redundant connections in kinematic pairs of cam mechanisms // Transport va yo‘l muhandisligi istiqbollari va muammolari” mavzusidagi Respublika ilmiy va ilmiy-texnik konferentsiya materiallari to‘plami. - Namangan, 2025. - B. 940-946.

Avtoreferat Namangan muhandislik-qurilish instituti “Mexanika va texnologiya” ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus hamda ingliz tillaridagi mosligi tekshirildi (_____ 2025)

Bosishga ruxsat etildi: 30.09.2025-yil.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆, “Times New Roman” garniturası.
Shartli bosma tabog‘i 2,75 Adadi: 60. Buyurtma: № 198.

“Vodiy Poligraf” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Namangan sh., 5-kichik tuman, G‘alaba ko‘chasi, 19-uy.

