ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 9

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

SHAR PROKATLASH VALOKLARI QIRQUVCHI MEXANIZMLARINING ASOSIY PARAMETRLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH ASOSIDA ASOSLASH

Axmedov Azamat Xaitovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti professori, texnika fanlari doktori
E-mail: azam0602@mail.ru
Tel: +998901232287
Xojibekov Toxir Dilmuradovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti mustaqil izlanuvchisi
E-mail: hojibek2016@gmail.com
Tel: +998998027136
Xurramov Doston Xusan o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti mustaqil izlanuvchisi
E-mail: dostonxurramov66@gmail.com
Tel: +998997669440

Annotatsiya. Ushbu maqolada shar prokatlash stanoklarida qo‘llaniladigan valoklarni qirquvchi mexanizmlarning konstruktiv va kinematik xususiyatlari tadqiq etilgan. Qirquvchi mexanizmning samarali ishlashini ta’minlash maqsadida kulachokli mexanizm asosidagi tizimning matematik modeli ishlab chiqilgan. Mexanizm elementlarining o‘zaro harakati, siljish, tezlik va tezlanish qonuniyatlari analitik usullar yordamida aniqlangan. Olingan matematik bog‘lanishlar asosida mexanizmning asosiy parametrlarini tanlash va optimallashtirish imkoniyati yaratilgan. Tadqiqot natijalari shar prokatlash jarayonida qirquvchi mexanizmlar samaradorligini oshirish, mexanizmning ish barqarorligini ta’minlash va energiya sarfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: shar prokatlash, qirquvchi mexanizm, kulachokli mexanizm, matematik modellashtirish, kinematik tahlil, mexanizm parametrlari, prokatlash stanoklari.

Аннотация. В статье исследованы конструктивные и кинематические особенности режущих механизмов, применяемых в шаропрокатных станах. Для повышения эффективности работы режущей системы разработана математическая модель кулачкового механизма, обеспечивающего движение режущего инструмента. На основе аналитического подхода получены дифференциальные уравнения движения толкателя и режущего элемента. Проведен анализ основных кинематических параметров механизма, таких как перемещение, скорость и ускорение. Полученные

результаты позволяют обосновать рациональные параметры кулачкового механизма и повысить точность процесса резания прокатываемых заготовок. Предложенная модель может быть использована при проектировании и оптимизации режущих механизмов шаропрокатных станов.

Ключевые слова: шаропрокатный стан, режущий механизм, кулачковый механизм, математическое моделирование, кинематический анализ, параметры механизма, прокатка металлов.

Annotation. This paper investigates the structural and kinematic characteristics of cutting mechanisms used in ball-rolling mills. In order to improve the efficiency of the cutting system, a mathematical model of a cam mechanism providing the motion of the cutting tool has been developed. Based on an analytical approach, differential equations describing the motion of the follower and the cutting element were obtained. The main kinematic parameters of the mechanism, including displacement, velocity, and acceleration, were analyzed. The obtained results make it possible to substantiate rational parameters of the cam mechanism and improve the accuracy of the cutting process of rolled billets. The proposed model can be used in the design and optimization of cutting mechanisms for ball-rolling mills.

Keywords: ball-rolling mill, cutting mechanism, cam mechanism, mathematical modeling, kinematic analysis, mechanism parameters, metal rolling.

KIRISH.

Metall prokatlash sanoatida shar prokatlash jarayonlari keng qo‘llaniladi. Ushbu jarayonda prokatlangan zagotovkani kerakli uzunlikda ajratish uchun maxsus qirquvchi mexanizmlar ishlatiladi. Qirquvchi mexanizmlarning ishlash aniqligi va samaradorligi prokatlash jarayonining umumiy unumdorligiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli prokatlash stanoklarida qo‘llaniladigan qirquvchi tizimlarning konstruktiv va kinematik parametrlarini ilmiy asosda tanlash muhim masalalardan biridir [1, 2, 4].

Amaliyotda qirquvchi mexanizmlarni harakatga keltirish uchun turli mexanik tizimlar qo‘llaniladi. Ular orasida kulachokli mexanizmlar yuqori aniqlikda harakat qonunini hosil qilish imkoniyati bilan ajralib turadi. Kulachokli mexanizmlar yordamida qirquvchi asbobning harakat trayektoriyasini oldindan berilgan qonun bo‘yicha boshqarish mumkin.

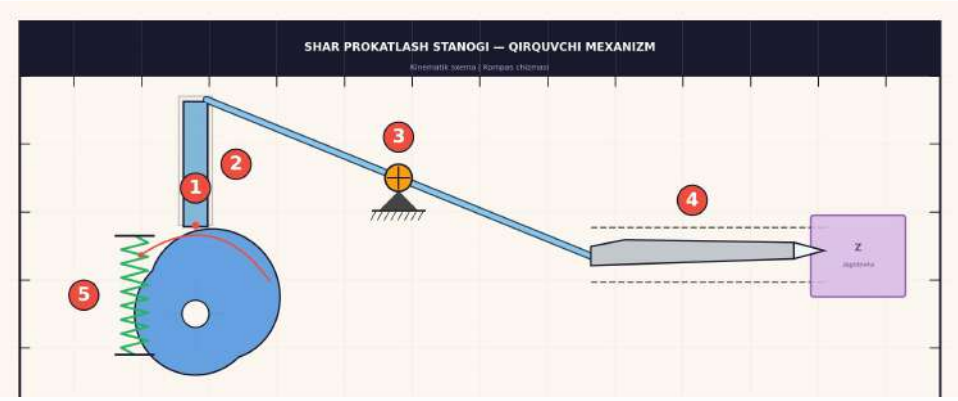
Shu sababli shar prokatlash valoklari uchun qirquvchi mexanizmlarning matematik modellarini ishlab chiqish va ularning asosiy parametrlarini aniqlash dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi.

Shar prokatlash stanoklarida qirquvchi mexanizmning ish jarayonini tavsiflash uchun kulachokli mexanizmning harakat qonuniyatlarini matematik

ISSN 3030-3907

modellashtirish zarur. Kulachok aylanishi natijasida turtkich (tolkatel) ma'lum qonun bo'yicha siljiydi va qirquvchi pichoqning harakatini ta'minlaydi [5, 6].

Shar prokatlash stanogida qirquvchi mexanizm quyidagi asosiy elementlardan tashkil topadi: kulachok (1) – aylanuvchi boshqaruvchi element, turtkich (2) – kulachok profiliga tayanib siljiydi, richag yoki slayder (3) – harakatni uzatuvchi element, qirquvchi pichoq (4) – zagotovkani kesuvchi ishchi organ, qaytaruvchi prujina (5) – mexanizmni boshlang'ich holatga qaytaradi (1-rasm.).



1-rasm. Qirquvchi mexanizm

Kinematik jihatdan mexanizm quyidagi ketma-ketlikda ishlaydi:

Kulachok aylanishi→turtkich siljishi→richag harakati→pichoq siljishi. Kulachokning aylanishi natijasida turtkichning siljishi hosil bo'ladi va u qirquvchi pichoqni harakatga keltiradi.

Mexanizmning asosiy kinematik parametrlari: kulachok burchagi - φ, turtkich siljishi - s, tezlik - v, tezlanish - a.

Shar prokatlash stanoklarida qirquvchi mexanizmning asosiy vazifasi prokatlangan zagotovkani aniq momentda kesishdan iborat. Bu jarayon kulachokli mexanizm yordamida amalga oshiriladi. Kulachok aylanishi natijasida turtkich va qirquvchi pichoq ma'lum qonun bo'yicha harakat qiladi.

Kulachok aylanish burchagi vaqt funksiyasi sifatida quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi(t) = \omega t, \qquad (1)$$

bunda ω — kulachokning burchak tezligi.

Turtkichning siljish qonuni kulachok profiliga bog'liq bo'lib, u umumiy holda quyidagicha yoziladi:

$$s(\varphi) = h \cdot f(\varphi), \qquad (2)$$

bunda: h — maksimal siljish, $f(\varphi)$ — kulachok profilining normallashgan funksiyasi.

Kulachok mexanizmlarida zarba va tebranishlarni kamaytirish uchun ko'pincha sinusoidal harakat qonuni qo'llaniladi:

ISSN 3030-3907

$$s(\varphi)=\frac{h}{2}\left(1-\cos\frac{\pi\varphi}{\beta}\right), \quad (3)$$

bunda β — ko‘tarilish burchagi.

Mexanizmning dinamik tenglamasini hosil qilishda qirquvchi mexanizmning harakatini aniqlash uchun Lagranj tenglamasi qo‘llaniladi. Umumlashgan koordinata sifatida turtkich siljishi $s(t)$ qabul qilinadi.

Mexanizmning harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi [3]:

$$m\ddot{s}+c\dot{s}+ks=F_c(t), \quad (4)$$

bunda m — qirquvchi tizimning keltirilgan massasi, c — dissipativ qarshilik koeffitsiyenti, k — elastiklik koeffitsiyenti, $F_c(t)$ — kulachok tomonidan uzatiladigan majburiy kuch.

Kulachokdan uzatiladigan kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$F_c(t)=k_c(r(\varphi)-r_0-s(t)), \quad (5)$$

bunda, k_c — kontakt qattiqligi, $r(\varphi)$ — kulachok profil radiusi, r_0 — boshlang‘ich radius.

Kulachok profili quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$r(\varphi)=r_0+\frac{h}{2}\left(1-\cos\frac{\pi\varphi}{\beta}\right). \quad (6)$$

Yuqoridagi munosabatlarni inobatga olgan holda mexanizmning harakat tenglamasi quyidagi nochiziqli differensial tenglama ko‘rinishini oladi:

$$m\ddot{s}+c\dot{s}+ks=k_c\left(\frac{h}{2}\left(1-\cos\frac{\pi\varphi}{\beta}\right)-s(t)\right). \quad (7)$$

Keltirilgan model tenglamalar asosida kulachokli mexanizm parametrlarini optimallashtirish uchun qirquvchi mexanizm samaradorligini oshirish maqsadida quyidagi optimallashtirish funksiyasi qo‘llaniladi:

$$J=\int_0^T\left(\alpha a^2(t)+\beta v^2(t)\right)dt, \quad (8)$$

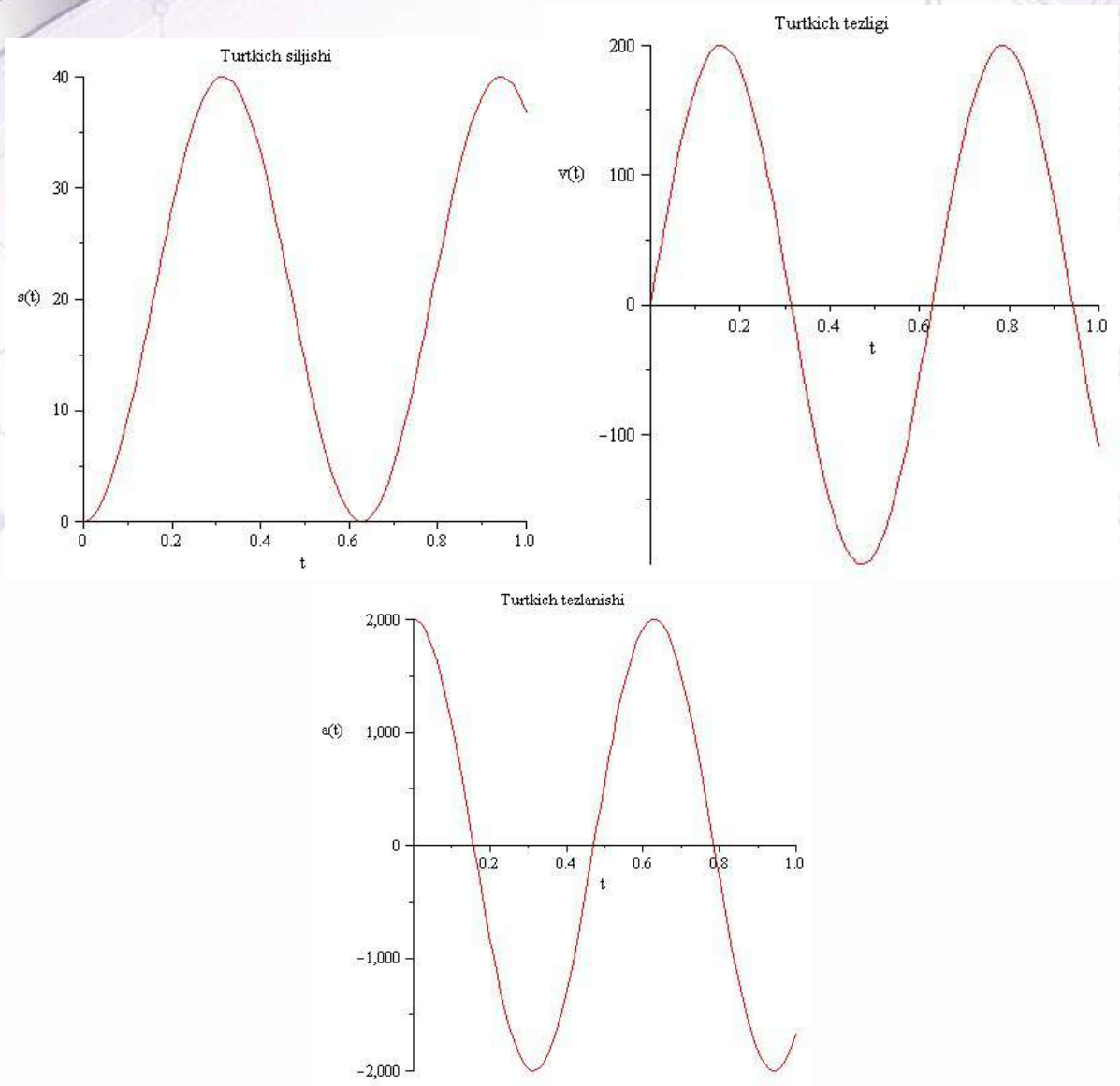
bunda $a(t)$ — tezlanish, $v(t)$ — tezlik, α,β — og‘irlik koeffitsiyentlari.

Ushbu (8) funksionalni minimallashtirish orqali mexanizm tebranishlari kamayib, zarba yuklamalari pasayadi hamda qirquvchi pichoqning ishlash aniqligi oshishiga erishiladi.

Keltirilgan matematik model asosida quyidagi parametrlar aniqlanadi: kulachok ko‘tarilish burchagi - β, maksimal siljish - h, kulachokning asosiy radiusi - r_0, mexanizmning optimal burchak tezligi - ω.

Maple 18 dasturiy paketi yordamida siljish, tezlik va tezlanish grafigini hosil qilish imkoniyatini ko‘rsatib o‘tamiz.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Siljish, tezlik va tezlanish o‘zgarishi grafigi

Ushbu grafiklar *Maple* dasturi yordamida quyidagi buyruqlar orqali hosil qilinadi**:**

```
restart:
with(plots):
h:=40:
beta:=Pi:
omega:=10:
phi:=t->omega*t:
s:=t->(h/2)*(1-cos(Pi*phi(t)/beta)):
v:=t->diff(s(t),t):
a:=t->diff(s(t),t$2):
p1:=plot(s(t),t=0..1,title="Turtkich siljishi",labels=["t","s(t)"]):
p2:=plot(v(t),t=0..1,title="Turtkich tezligi",labels=["t","v(t)"]):
p3:=plot(a(t),t=0..1,title="Turtkich tezlanishi",labels=["t","a(t)"]):
display(p1);
```


ISSN 3030-3907

display(p2);
display(p3);

Olingan grafiklar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kulachok mexanizmining siljish funksiyasi silliq o‘zgaradi va mexanizm ish jarayonida keskin zarbalar kuzatilmaydi. Tezlik grafigi maksimal qiymatga ko‘tarilish jarayonining o‘rtasida erishadi. Tezlanish grafigi esa mexanizm dinamik yuklamalarini baholash imkonini beradi. Mazkur tahlil asosida kulachok mexanizmining optimal parametrlarini tanlash mumkin bo‘ladi.

XULOSALAR. Kulachokli mexanizmning differensial tenglamalar asosidagi matematik modeli ishlab chiqildi, bu orqali turtkich siljishi, tezlik va tezlanish kabi kinematik va dinamik parametrlar aniq tavsiflandi. Ushbu model shar prokatlash valoklari qirquvchi mexanizmlarining ishlashini ilmiy asosda tahlil qilish imkonini beradi.

Grafik tahlil natijalari mexanizmning ish jarayonida zarba va vibratsiya yuklamalarining minimal ekanligini ko‘rsatdi, shuningdek, siljish, tezlik va tezlanish funksiyalari silliq o‘zgaradi. Bu prokatlash jarayonining barqarorligini va qirquvchi pichoqning aniqligini ta’minlaydi.

Matematik model asosida mexanizm parametrlarini optimallashtirish imkoniyati mavjudligi aniqlandi, jumladan, kulachok ko‘tarilish burchagi, maksimal siljish va burchak tezligi kabi parametrlar tanlanib, qirquvchi tizim samaradorligi oshirildi va energiya sarfi kamaytirildi.

ADABIYOTLAR

1. Shigley, J.E., Mischke, C.R. *Mechanical Engineering Design*, 10th Edition, McGraw-Hill, 2020.
2. Norton, R.L. *Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines*, 6th Edition, McGraw-Hill, 2021.
3. Boresi, A.P., Schmidt, R.J. *Advanced Mechanics of Materials*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 2003.
4. Chase, K.W., Norton, R.L., Ashok, K. *Kinematics and Dynamics of Machinery*, Prentice Hall, 2018.
5. Singh, R. *Metal Forming: Mechanics and Metallurgy*, McGraw-Hill, 2019.
6. Heywood, J.B. *Mechanical Design of Machine Elements*, Elsevier, 2017.

ISSN 3030-3907