ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 1

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## ILMIY JURNAL



# Development of science

## Ilmiy jurnal

*2026/4 VOLUME 1*

*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.*
***Асадова Раъно Дилмуратовна***
*Тошкент Давлат техника университети доценти*

**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

# OSMA MEXANIZMLAR YORDAMIDA OSMA PLUGLARNING RAVON HARAKATLANISHINI TA’MINLASH VA UNING SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH

**Xidirov Muso Qaxramon og‘li**
*Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri*
*E-mail: xidirovmuso1996@gmail.com*
*ORCID 0009-0003-5636-1673*
**Otamurodov G‘ayrat To‘ychiyevich**
*Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri*
*E-mail: otamurodov0588@gmail.com*
*ORCID 0009-0005-4434-5769*
**Zaxirov Bobomurod Bobonazarovich**
*Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri*
*E-mail: zaxirovbobomurd@gmail.com*
*ORCID 0009-0002-3971-1320*
**Chuyanov Do‘stmurod Shodmonovich**
*Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri*
*E-mail: dchuyanov1@mail.ru*
*ORCID 0000-0002-1628-982*
**Irgashev Dilmurod Begmurodovich**
*Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi shahri*
*E-mail: d.b.irgashev1227@mail.ru*
*0009-0007-5541-7814*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada osma pluglarning ravon harakatini ta’minlashda osma mexanizmlarda pluglarning to‘g‘ri taqilishi (mahkamlanishi va joylashuvi)ning ahamiyati o‘rganilgan. Tadqiqotda osma tizimlarning dinamik xususiyatlari, tebranish jarayonlari hamda yuklamaning taqsimlanishi asosiy omillar sifatida tahlil qilindi. Pluglarning noto‘g‘ri taqilishi natijasida tizimda qo‘shimcha ishqalanish, tebranish amplitudasining ortishi va energiya yo‘qotilishlari yuzaga kelishi aniqlangan. Ish davomida matematik modellashtirish, kompyuter simulyatsiyasi va eksperimental tadqiqot usullari qo‘llanildi. Osma mexanizmning asosiy parametrlarining (qattiqlik, so‘nish koeffitsienti va yuklama) pluglarning harakat ravonligiga ta’siri baholandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, pluglarning optimal taqilishi tizimning barqarorligini oshiradi, tebranishlarni kamaytiradi va harakat silliqligini ta’minlaydi. Tadqiqot natijalari asosida osma mexanizmlarni loyihalashda pluglarni to‘g‘ri joylashtirish va mahkamlash muhim konstruktiv omil ekanligi asoslab berildi. Ushbu natijalar mashinasozlik va mexanik tizimlarni takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.



ISSN 3030-3907

**Kalit so‘zlar:** osma mexanizm, osma plug, ravon harakat, tebranish, dempferlash, qattiqlik, dinamik tizim, pluglarni taqilishi, energiya samaradorligi, mexanik tizim.

**Abstract.** This article investigates the importance of proper fastening and positioning of plugs in suspension mechanisms for ensuring smooth motion of suspended plugs. The study analyzes the dynamic characteristics of suspension systems, vibration processes, and load distribution as key influencing factors. It has been determined that improper fastening of plugs leads to increased friction, higher vibration amplitudes, and additional energy losses within the system. The research methodology includes mathematical modeling, computer simulation, and experimental analysis. The influence of key system parameters—such as stiffness, damping coefficient, and load—on the smoothness of plug motion has been evaluated. The results show that optimal fastening and alignment of plugs significantly improve system stability, reduce vibrations, and ensure smoother motion. Based on the findings, it is concluded that proper installation and fastening of plugs represent a critical design factor in suspension mechanisms. The results have practical significance for the improvement and optimization of mechanical and engineering systems.

**Keywords:** suspension mechanism, suspended plug, smooth motion, vibration, damping, stiffness, dynamic system, plug fastening, energy efficiency, mechanical system.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается значение правильного крепления и размещения плугов в подвесных механизмах для обеспечения их плавного движения. В исследовании проанализированы динамические характеристики подвесных систем, процессы вибрации и распределение нагрузки как основные влияющие факторы. Установлено, что неправильное крепление плугов приводит к увеличению трения, росту амплитуды колебаний и дополнительным потерям энергии. В работе использованы методы математического моделирования, компьютерного моделирования и экспериментальных исследований. Оценено влияние основных параметров системы — жесткости, коэффициента демпфирования и нагрузки — на плавность движения плугов. Полученные результаты показали, что оптимальное крепление и размещение плугов способствует повышению устойчивости системы, снижению вибраций и обеспечению плавного движения. На основе проведенного исследования обосновано, что правильная установка и крепление плугов являются важным конструктивным фактором в подвесных механизмах. Результаты работы имеют практическое значение для совершенствования механических систем.



ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** подвесной механизм, подвесной плуг, плавное движение, вибрация, демпфирование, жесткость, динамическая система, крепление плуга, энергоэффективность, механическая система

**KIRISH.**

Qishloq xo‘jaligida yerga ishlov berish jarayonlarining samaradorligi ko‘p jihatdan ishlatilayotgan agregatlar va ularning ish organlariga ta’sir etuvchi kuchlarning to‘g‘ri o‘rganilishiga bog‘liq. Shudgorlash vaqtida traktorning oqra taqish mexanizmiga asosiy mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi ish qurolli plug bo‘lib u tuproqni ag‘darish, maydalash va yumshatish jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi. Plugning ish sifati va energiya sarfi hamda traktor–plug agregatining barqarorligi aynan unga ta’sir qiluvchi kuchlarning miqdori va yo‘nalishiga bevosita bog‘liqdir.

**ADABIYOTLAR TAXLILI VA METODOLIGIYA**.

Osma mexanizmlar orqali ravon harakatni ta’minlash masalasi mashinasozlik va mexanika sohasida keng o‘rganilgan bo‘lib, ushbu yo‘nalishda olib borilgan tadqiqotlar asosan tizimning dinamik xususiyatlari, tebranishlarni kamaytirish va energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Zamonaviy ilmiy ishlarda osma tizimlar ko‘pincha ko‘p erkinlik darajasiga ega dinamik tizim sifatida qaraladi. Xususan, R. Lopes va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda osma tizimning dinamik javobi differensial tenglamalar asosida modellashtirilib, tizimning tabiiy chastotalari va rezonans holatlari ravon harakatga bevosita ta’sir qilishi aniqlangan. Mualliflar tomonidan o‘tkazilgan modal tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, osma mexanizm parametrlarini noto‘g‘ri tanlash tebranish amplitudasining ortishiga va harakatning notekis bo‘lishiga olib keladi.

Shu bilan birga, M.Al-Ashmori va X.Wang tadqiqotlarida osma mexanizmlar tebranishlarni izolyatsiya qiluvchi tizim sifatida ko‘rib chiqilib, ravon harakatni ta’minlash uchun vibratsion energiyani kamaytirish muhimligi asoslab berilgan. Ularning ishida biomekanik model va Model Predictive Control (MPC) usuli qo‘llanilib, faol boshqaruv tizimlari yordamida harakat silliqligini sezilarli darajada oshirish mumkinligi ko‘rsatilgan.

Osma tizimlarni optimallashtirish masalasi M. Mahmoodi Kaleibar va hammualliflar ishlarida chuqur o‘rganilgan. Ular tomonidan o‘tkazilgan parametrik tahlil natijalariga ko‘ra, tizimning qattiqlik (stiffness) va so‘nish (damping) koeffitsientlari o‘rtasidagi optimal nisbatni tanlash ravon harakatni ta’minlashning asosiy sharti hisoblanadi. Tadqiqotda matematik optimallashtirish usullari qo‘llanilib, minimal tebranish va maksimal barqarorlikka erishilgan.

So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar, jumladan Szerszeń va Domanski ishlarida, aktiv osma mexanizmlar va real vaqt boshqaruv algoritmlarining



ISSN 3030-3907

ahamiyati alohida ta’kidlanadi. Ularning natijalariga ko‘ra, PID tipidagi boshqaruv tizimlari yordamida osma mexanizmlar tashqi ta’sirlarga moslashib, harakat ravonligini avtomatik tarzda saqlab turadi.

Bundan tashqari, gidravlik va yarim aktiv osma tizimlar bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar (Zhang va boshqalar) shuni ko‘rsatadiki, energiya tejamkorlik va harakat silliqligi o‘rtasida optimal muvozanatni ta’minlash mumkin. Ushbu tizimlarda ko‘p darajali dinamik modellar qo‘llanilib, real sharoitga yaqin natijalar olingan.

Zhang Y., Li H., Chen X., Mao R., Liu J., Zhang T., Rao S. S., Inman D. J., Karnopp D., Margolis D., Rosenberg R., Gillespie T. D., Hrovat D., Sharp R. S., Hassan S.A., Poussot-Vassal C., Sename O., Dugard L., Gaspar P., Goodwin G. C.,Graebe S. F., Salgado M. E kabi bir qancha olimlar tomonidan osma pluglarga tasir qilivchi kuchlar va ularning harakat ravonligiga tasiri ustida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

**MUHOKAMA.**

Orqa plugga ta’sir qiluvchi kuchlar tarkibiga tortish (qarshilik) kuchi, tuproqning reaksiya kuchlari, ishqalanish kuchlari hamda og‘irlik va tayanch kuchlari kiradi. Ushbu kuchlarning o‘zaro muvozanati plugning ish jarayonidagi harakatini, tuproq bilan o‘zaro ta’sir mexanizmini va umumiy texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarni belgilaydi. Shuningdek, tuproqning fizik-mexanik xossalari, ishlov berish chuqurligi va tezligi ham ushbu kuchlarning o‘zgarishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Plugga ta’sir qiluvchi asosiy kuchlar nazariy jihatdan tahlil qilinib, ularning shakllanish omillari va ish jarayonidagi ahamiyati yoritiladi. Tadqiqot natijalari plug konstruksiyasini takomillashtirish, energiya sarfini kamaytirish hamda yerga ishlov berish jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Plugning dinamik xususiyatlari agregatining konstruktiv va ekspluatatsion parametrlariga bevosita bog‘liq bo‘lib, ular agregatning harakat jarayonidagi barqarorligi va tebranish xarakterini belgilaydi. Xususan, plugning massasi va og‘irlik markazining joylashuvi, ramaning ishchi organlarning fazoviy joylanishi harakat davomida hosil bo‘ladigan inertsiya kuchlari va momentlarining miqdoriga ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu omillar noto‘g‘ri tanlanganda plugning gorizontal tekislikda tebranishi kuchayib, ko‘ndalang siljishlar yuzaga kelishi mumkin.

Shuningdek, agregatning ish tezligi va ishlov berish chuqurligi ortishi bilan tuproq qarshiligi o‘zgaruvchan xarakter kasb etadi, bu esa dinamik yuklamalarning notekis taqsimlanishiga olib keladi. Natijada plug ish organlariga ta’sir etuvchi kuchlar vaqt bo‘yicha o‘zgarib, agregat harakatida barqarorlikning pasayishiga



ISSN 3030-3907

sabab bo‘lishi mumkin. Ayniqsa, tuproqning mexanik tarkibi va namligi notekis bo‘lgan sharoitlarda bu holat yaqqol namoyon bo‘ladi.

Bundan tashqari, plug agregatining traktorga ulanish sxemasi ham dinamik xususiyatlarni shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi. Osma va yarim osma pluglarda bog‘lovchi mexanizmlarning erkinlik darajasi harakat vaqtida qo‘shimcha burchak tezlanishlarini keltirib chiqarib, agregatning ko‘ndalang barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois, agregat parametrlarini optimal tanlash va ularning o‘zaro muvofiqligini ta’minlash plugning dinamik barqarorligini oshirishning asosiy sharti hisoblanadi.

Plug–traktor agregati ko‘p darajali va o‘zaro bog‘langan elementlardan tashkil topgan murakkab dinamik tizim hisoblanadi. Ushbu murakkablik, avvalo, tizimning ko‘p o‘lchovli bo‘lishi, ya’ni harakatni tavsiflovchi koordinatalar va holat o‘zgaruvchilarining soni katta ekanligi bilan izohlanadi. Bundan tashqari, agregat dinamikasini ifodalovchi differensial tenglamalar yuqori tartibli bo‘lib, ular orasida chiziqsiz bog‘lanishlar mavjudligi tizimni to‘liq tahlil qilishni sezilarli darajada murakkablashtiradi. Tuproq–plugning o‘zaro ta’sirlarida yuzaga keladigan kuchlar va momentlarning o‘zgaruvchan xarakteri ushbu chiziqsizlikni yanada kuchaytiradi.

Shu sababli, dastlabki tadqiqot bosqichida plug–traktor agregatini soddalashtirilgan sxema, ya’ni chiziqli model ko‘rinishida ko‘rib chiqish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunda tizimning muayyan ish rejimi atrofida chiziqlashtirilgan matematik modeli tuziladi va asosiy dinamik xususiyatlar aniqlanadi. Ushbu yondashuv agregatning barqarorligi, tebranish xususiyatlari va tashqi ta’sirlarga sezuvchanligini baholash imkonini beradi.

A.B.Lurie tomonidan ta’kidlanganidek, murakkab mexanik va texnologik tizimlarni idealizatsiya qilish ko‘plab qishloq xo‘jalik agregatlari hamda ularning boshqaruv tizimlarini o‘rganishda samarali usul hisoblanadi. Ayniqsa, dinamikasi yetarlicha o‘rganilmagan tizimlar uchun chiziqli modellar muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ular yordamida jarayonlarning fizik mohiyatini chuqurroq anglash va loyihalash bo‘yicha tajriba to‘plash mumkin. Natijada, chiziqlashtirilgan model keyingi bosqichlarda murakkabroq, chiziqsiz modellarni ishlab chiqish va ularni takomillashtirish uchun ishonchli nazariy asos vazifasini bajaradi.

Sintez masalalarini yechishda ko‘plab tadqiqotchilar dinamik tizimning operator tavsifi sifatida amplituda–chastota (AChX) va faza–chastota (FChX) xususiyatlaridan keng foydalanadilar. Ushbu yondashuv murakkab mexanik tizimlarning chastotaviy sohada xatti-harakatini baholash va ularning boshqaruvchanligini tahlil qilish imkonini beradi. Ayniqsa, ko‘p omilli va chiziqsiz



ISSN 3030-3907

xususiyatlarga ega bo‘lgan plug–traktor agregatini o‘rganishda chastotaviy tahlil usullari muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Plug–traktor agregatining boshqaruvchanligi va barqarorligi uni boshqaruvchi hamda bezovta qiluvchi ta’sirlarga bo‘lgan javob reaksiyasining aniqligi va tezligi bilan baholanadi. Boshqaruvchi ta’sirlarga, masalan, traktor tortish kuchining o‘zgarishi yoki osma mexanizm holatining rostlanishi kirsa, bezovta qiluvchi ta’sirlarga tuproq qarshiligining o‘zgarishi, ish chuqurligining notekisligi va tashqi dinamik yuklamalar kiradi. Ushbu ta’sirlar agregatning harakat parametrlarida tebranishlar va og‘ishlarni keltirib chiqaradi.

Shu sababli, plug–traktor agregatiga ta’sir etuvchi boshqaruvchi va majburiy tebranishlarning amplituda–chastota va faza–chastota xususiyatlarini aniqlash zarur hisoblanadi. Amplituda–chastota xususiyati tizim chiqishidagi tebranish amplitudasining kirish signali chastotasiga bog‘liqligini ifodalaydi va agregatning turli chastotali ta’sirlarga sezuvchanlik darajasini aniqlash imkonini beradi. Faza–chastota xususiyati esa chiqish signali fazasining kirish signaliga nisbatan siljishini tavsiflab, tizimda yuzaga keladigan kechikishlar va inertsiya ta’sirlarini baholashga xizmat qiladi.

Mazkur chastotaviy xususiyatlar asosida plug–traktor agregatining barqarorlik zaxirasi, rezonans chastotalari va tebranishlarning kuchayish ehtimoli aniqlanadi. Bu esa boshqaruv algoritmlarini tanlash, konstruktiv va boshqaruv parametrlarini moslashtirish hamda agregatning gorizontal tekislikdagi barqarorligini ta’minlash uchun muhim ilmiy asos yaratadi. Natijada, amplituda–chastota va faza–chastota tahlili plug–traktor agregatini samarali boshqarish va uning ish jarayonidagi ishonchliligini oshirishga xizmat qiluvchi muhim vosita hisoblanadi.

Plug agregatining matematik modelini chiziqli talqinida ham yuqori tartibli va o‘zaro bog‘langan differensial tenglamalarida to‘g‘ridan-to‘g‘ri tahlil qilish amaliy jihatdan murakkabdir. Shu bois, modelni soddalashtirish va tahlil qilish imkoniyatini oshirish maqsadida bir qator asosli farazlar qabul qilinadi. Ushbu farazlar agregatning real ish sharoitlarini yetarli darajada aks ettirgan holda, matematik modellarni soddalashtirishga xizmat qiladi.

Birinchi taxmin-dalalar yuzasining gorizontal deb qabul qilinish hamda tuproqqa ishlov beriladigan maydonlarning aksariyat qismi oldindan tekislanishi hamda ularning makrorelyefi kichik burchaklar bilan tavsiflanishi bilan asoslanadi. Bunday sharoitda qiyalik va ko‘ndalang og‘ishlarning agregat dinamikasiga ta’siri ikkinchi darajali bo‘lib, modelda e’tibordan chetda qoldirilishi mumkin.

Ikkinchi taxmin-traktorning qattiq ramkali deb qaralishi-zamonaviy qishloq xo‘jalik traktorlari konstruktsiyasining mukkamaligi bilan izohlanadi. Og‘irlik



ISSN 3030-3907

markazining simmetriya o‘qidan og‘ishi amaliy o‘lchovlar bo‘yicha 2,5 cm dan oshmaydi, bu esa ko‘ndalang momentlarning kichik bo‘lishini va ularning dinamik ta’siri e’tiborga olinmasligini asoslaydi.

Uchinchi taxmin-plugning tortish qarshiligi tebranishlari oldinga harakat tezligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmasligi-ko‘p yillik dala tajribalari natijalari bilan tasdiqlanadi. Ushbu tadqiqotlar davomida traktorning ish tezligi variatsiya koeffitsienti 6 % dan oshmasligi aniqlangan bo‘lib, bu tezlikni doimiy deb qabul qilishga ilmiy asos beradi.

To‘rtinchi taxmin-traktor g‘ildirak shinalarining lateral o‘zaro ta’sirini “yonlama siljish” gipotezasi asosida ko‘rib chiqish-yumshoq va o‘rta zichlikdagi tuproq sharoitlarida ushbu gipotezaning chiziqli talqini yetarli aniqlik berishi bilan asoslanadi. Kichik og‘ishlar doirasida lateral kuchlarning yonlama siljishga chiziqli bog‘liqligi tajribalar bilan tasdiqlangan.

Beshinchi taxmin- shinalarning gyroskopik va stabilizatsion momentlari hamda vertikal o‘q bo‘yicha burilish momentlarini hisobga olmaslik plug agregatining ish jarayonida burchak tezliklarining kichik qiymatlarga ega bo‘lishi va shinalarning burilishdagi yuqori qattiqligi bilan izohlanadi. Natijada, ushbu momentlarning umumiy dinamikaga qo‘shgan hissasi juda kichik bo‘lib, model aniqligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi.

Oltinchi taxmin bir o‘qda joylashgan g‘ildiraklarning og‘ish burchaklari lateral kuchlari kichik deb qabul qilish, traktor massasining chap va o‘ng tomonlarga deyarli teng taqsimlanishi bilan asoslanadi. Masalan, HTZ-120/160 rusumli traktorlarda bu farq 7 % dan oshmaydi, bu esa ko‘ndalang yuklanishlarning simmetrik deb qabul qilinishiga imkon beradi.

Yettinchi taxmin traktorning boshqaruvchi g‘ildiraklari burilish burchaklarining kichik va o‘zaro teng deb olinishi-tajribaviy ma’lumotlarga asoslanadi. Amaliy o‘lchovlar shuni ko‘rsatadiki, ish jarayonida boshqaruvchi g‘ildiraklarning burilish burchagi 0,175 rad (10°) dan oshmaydi. Bundan tashqari, rul trapetsiyasining kinematik xususiyatlari sababli chap va o‘ng g‘ildiraklar burilish burchaklari orasidagi farq kichik bo‘lib, ularni teng deb qabul qilish modelning aniqligini sezilarli darajada pasaytirmaydi.

**NATIJALAR.**

Qabul qilingan farazlar asosida plug traktor agregatining harakati gorizontal tekislikda ko‘rib chiqiladi va tizim **tekis-parallel harakat qiluvchi qattiq jism** sifatida modellashtiriladi. Harakatni tavsiflash uchun umumlashgan koordinatalar sifatida traktorning boshqaruvchi g‘ildiraklar markazining ko‘ndalang siljishi hamda agregatning burilish burchagi tanlanadi. Ushbu koordinatalar agregatning



ISSN 3030-3907

yo‘nalish barqarorligini va boshqaruvchanligini ifodalash uchun yetarli hisoblanadi.

Umumlashgan koordinatalar:

$y(t)$ – agregatning ko‘ndalang siljishi,

$\psi(t)$ – agregatning kurs burchagi

Dinamik tizimni holat fazosida ifodalash uchun quyidagi holat o‘zgaruvchilari kiritiladi:

$$x_1 = y, \quad x_2 = \dot{y}, \quad x_3 = \psi, \quad x_4 = \dot{\psi} \tag{1}$$

Holat vektori quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} y \\ \dot{y} \\ \psi \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} \tag{2}$$

Agregatning ko‘ndalang yo‘nalishdagi harakati Nyutonning ikkinchi qonuni asosida aniqlanadi. Chiziqli talqinda lateral kuchlar ko‘ndalang tezlik va kurs burchagiga proporsional deb qabul qilinadi.

Ko‘ndalang harakat tenglamasi:

$$m\,\ddot{y} = -C_y\,\dot{y} - C_\psi\,\psi + F_p \tag{3}$$

bu yerda: $m$ — plug–traktor agregatining keltirilgan massasi,

$C_y$ — ko‘ndalang tezlik bo‘yicha dempferlash koeffitsienti,

$C_\psi$ — kurs burchagi bo‘yicha barqarorlik koeffitsienti,

$F_p$ — plug tomonidan hosil qilinadigan ko‘ndalang bezovta qiluvchi kuch

Agregatning vertikal o‘q atrofidagi aylanishi lateral kuchlarning momentlari bilan belgilanadi. Chiziqli yaqinlashuvda ushbu momentlar kurs burchagi va burchak tezligiga bog‘liq deb olinadi.

Aylanish harakat tenglamasi:

$$J\,\ddot{\psi} = -C_m\,\dot{\psi} - C_k\,\psi + M_p \tag{4}$$

bunda: $J$ — agregatning vertikal o‘q bo‘yicha inertsiya momenti,

$C_m$ — burchak tezligi bo‘yicha dempferlash koeffitsienti,

$C_k$ — kurs bo‘yicha tiklovchi moment koeffitsienti,

$M_p$ — plug qarshiligidan hosil bo‘ladigan bezovta qiluvchi moment.

(3) va (4) tenglamalar asosida plug–traktor agregatining gorizontal tekislikdagi chiziqli differensial tenglamalar tizimi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:



ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = -\dfrac{C_y}{m} x_2 - \dfrac{C_\psi}{m} x_3 + \dfrac{1}{m} F_p, \\ \dot{x}_3 = x_4, \\ \dot{x}_4 = -\dfrac{C_m}{J} x_4 - \dfrac{C_k}{J} x_3 + \dfrac{1}{J} M_p. \end{cases} \quad (5)$$

Chiziqli model asosida olinadigan uzatish funksiyasi *G(s)* chastotaviy tahlil uchun quyidagicha ko‘rinishda ishlatiladi:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{F_p(s)} = \frac{s^2 + \frac{C_m}{J} s + \frac{C_k}{J}}{(s^2 + \frac{C_y}{m} s + \frac{C_\psi}{m})(s^2 + \frac{C_m}{J} s + \frac{C_k}{J})} \quad (6)$$

Plug–traktor agregati murakkab dinamik tizimdir. Bu murakkablik uning ko‘p o‘lchovliligi, ushbu masalani tadqiq qilish uchun, avvalo, orqa osma pluglarga uzunlamas–vertikal tekislikda ta’sir qiluvchi kuchlar sxemalarini tuzish zarur. Avval orqa osma plugning ishchi holatidagi sxemasini ko‘rib chiqamiz (1-rasm).

Ushbu diagrammada ko‘rsatilgan kuchlar tizimida noma’lum qiymatlar quyidagilardir:

**$P_{вз}$** va **$P_{нз}$** – agregat traktorning orqa osma tizimi tirlari reaksiyalari;

**$N_{кз}$** – orqa osma plugning tayanch g‘ildiragidagi vertikal reaksiya

Ushbu noma’lum qiymatlarni aniqlash uchun, berilgan agregatning uzunlamas–vertikal tekislikdagi muvozanatini hisobga olib, quyidagi uchta statika tenglamasini tuzish kifoya:

uzunlamas yo‘nalishdagi kuchlar muvozanati $\sum X=0$

vertikal yo‘nalishdagi kuchlar muvozanati $\sum Y=0$

aylanish momentlari muvozanati $\sum M=0$

$$P_{fз}=f\cdot N_{кз}, \quad M_{fз}=f\cdot N_{кз}\cdot r_к, \quad R_{zз}=0{,}2\cdot R_{xз}, \quad h_{cз}=h_2 \quad (7)$$

Shundan so‘ng tegishli o‘zgartirishlar kiritilgach, dastlabki (7) tenglamalar tizimi quyidagi yakuniy ko‘rinishda ifodalanadi:

$$\{\sum X=R_{xз}+P_{fз}-P_{вз}-P_{нз}=0 \quad (8)$$

$$\sum Y=G_{пз}+R_{zз}-N_{кз}=0 \quad (9)$$

$$\sum M=M_{fз}+R_{xз}\cdot h_{cз}+G_{пз}\cdot L_п-P_{вз}\cdot L_к-P_{нз}\cdot L_c=0 \quad (10)$$

(7) tenglamalar tizimida quyidagi belgilashlar qabul qilingan:

$P_{fз}$, $M_{fз}$ – plugning tayanch g‘ildiragidagi kuch va aylanish qarshilik momenti;

$R_{xз}$, $R_{zз}$ – plugning tortish qarshiligining gorizontal va vertikal komponentlari (bir korpusga nisbatan);

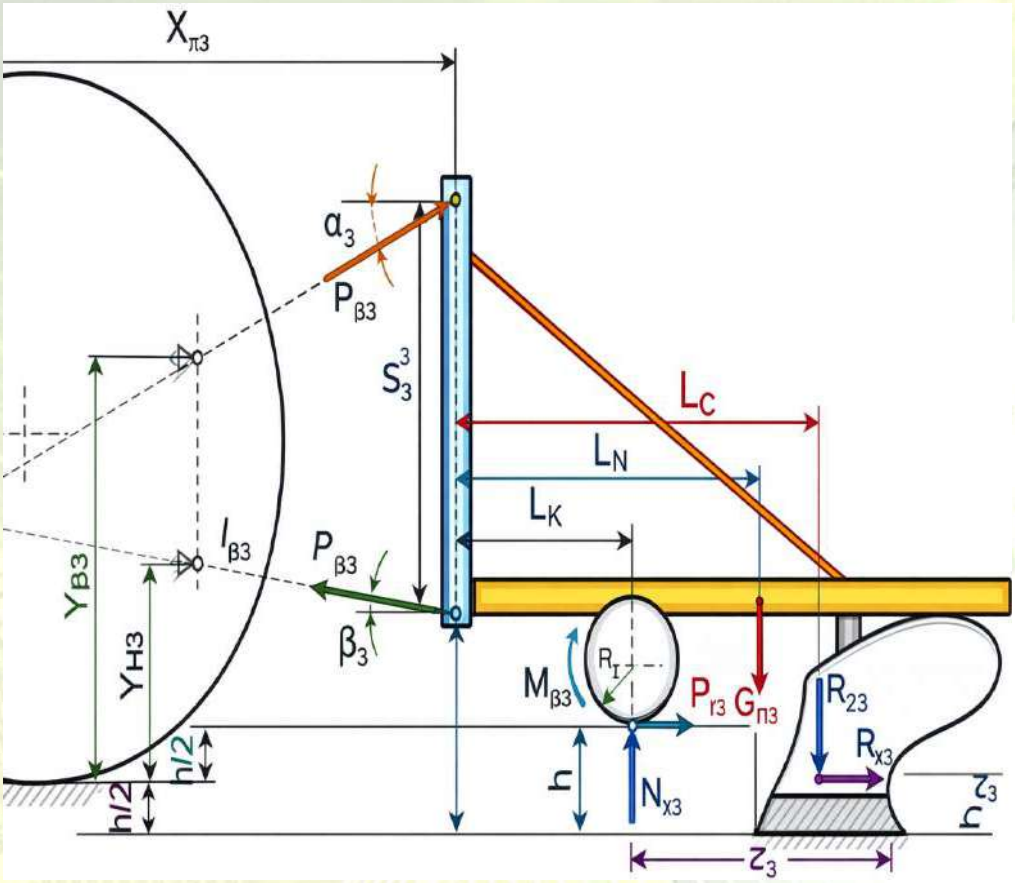
$G_{пз}$ – orqa osma plugning og‘irligi;

$h$ – haydash chuqurligi;

$L_п$, $L_к$, $X_{пз}$, $Y_{пз}$, $h_{cз}$, $h$, $L_c$ – 1-rasmda qabul qilingan konstruktiv parametrlar



ISSN 3030-3907




**1-rasm –Plugga ta’sir qiluvchi kuchlar diagrammasi.**

Yuqoridagi tenglamalarga quyidagi uchta tenglamani qo‘shish mumkin, ular quyidagi kattaliklarni aniqlaydi:

$$X_{\pi 3} = \frac{[h_{B3} - h_{H3} + l_{H3} \cdot (tana \cdot cos\beta_2 + si \quad _3)]}{tana + tan\beta_3} \qquad (11)$$

$$Y_{\pi 3} = X_{\pi 3} \cdot tan\beta_3 + h_{H3} - l_{H3} \cdot sin\beta_3 \qquad (12)$$

$$R_{x3} = K_o \cdot B_{П3} \cdot h \qquad (13)$$

bu yerda $r_к$ – plug tayanch g‘ildiragining radiusi;

$l_{нз}$ – traktor orqa osma tizimining pastki tirlari uzunligining uzunlamas–vertikal tekislikdagi proyeksiyasi;

$h_{вз}$, $h_{нз}$ – traktor orqa osma tizimining markaziy va pastki tirlari ulanish nuqtalarining vertikal koordinatalari;

$X_{\pi з}$, $Y_{\pi з}$ – traktor orqa osma tizimining lahzalik aylanish markazining gorizontal va vertikal koordinatalari;

$k_o$ – plugning xos qarshilik koeffitsienti;

$B_{пз}$ – plugning ish kengligi.

Traktor orqa osma tizimining pastki ($\beta_з$) va markaziy ($\alpha_з$) turlari og‘ish burchaklari quyidagi tenglamalar orqali aniqlanadi. Ular old osma plugni agregatlash variantlari tahlilida olingan tenglamalarga o‘xshash:



ISSN 3030-3907

$$\beta_3 = \arcsin\left(\frac{h_{H3} - l_0 + \frac{h}{2}}{l_{H3}}\right) \quad (14)$$

$$\alpha_3 = arctan\left(\frac{l_o - h_{B3} - \frac{h}{2} + s_3}{l_{H3} \cdot cos\beta_3}\right) \quad (15)$$

bu yerda: $l_o$ – plug harakatlanadigan tayanch yuzadan traktor orqa osma tizimining pastki tirlari ulanish nuqtasigacha bo‘lgan masofa;

$S_з$ – orqa plug ulanish uchburchagi riserining balandligi.

Osma pluglarda o‘ng tomonga ko‘ndalang siljishda plugning “qarshilik markazi” $D^1$ nuqta, 2-rasm orqali aniqlanib, quvvat vositasining uzunlamas simmetriya o‘qidan o‘ng tomonda joylashadi. Bu chiziq bilan tortish chizig‘i orasida $\gamma$ burchagi hosil bo‘ladi, natijada tortish kuchi $T^1$ ning ko‘ndalang komponenti $T_y$ paydo bo‘ladi. Haydash jarayonida bu kuch plugning dala taxtalariga qo‘shimcha yuk bo‘lib ta’sir qiladi, bu esa yorma devoriga ishqalanish kuchini oshiradi va oxir-oqibat plugning tortish qarshiligini ko‘paytiradi.

Agar plug simmetrik tarzda o‘rnatilsa, uning “qarshilik markazi” $D_o$ nuqta, 2-rasm quvvat vositasining simmetriya tekisligida joylashadi. Bu holatda kuch $T$ yo‘qolmaydi, biroq uning ta’siri minimal darajaga tushadi. Plugning dala taxtalariga bosim asosan tuproqning yon tomonga siljishi natijasida hosil bo‘ladigan kuchlar $\sum P_y$, 2-rasm orqali aniqlanadi.

Modulli quvvat vositasining yuqori tortish xususiyatlari va nisbatan plugning qamrash kengligi plugni nafaqat simmetrik, balki chap tomonga ko‘ndalang siljish bilan ham ulash imkonini beradi. Agar plugning “qarshilik markazi” quvvat vositasining uzunlamas simmetriya o‘qidan chap tomonda joylashsa $D$ nuqta 2-rasmda berilganidek tortish kuchining ko‘ndalang komponenti $T_y$ dala taxtalarga tushadigan yukni kamaytirishga yordam beradi.

Bu holatda plugning muvozanat sharti quyidagicha ifodalanadi:

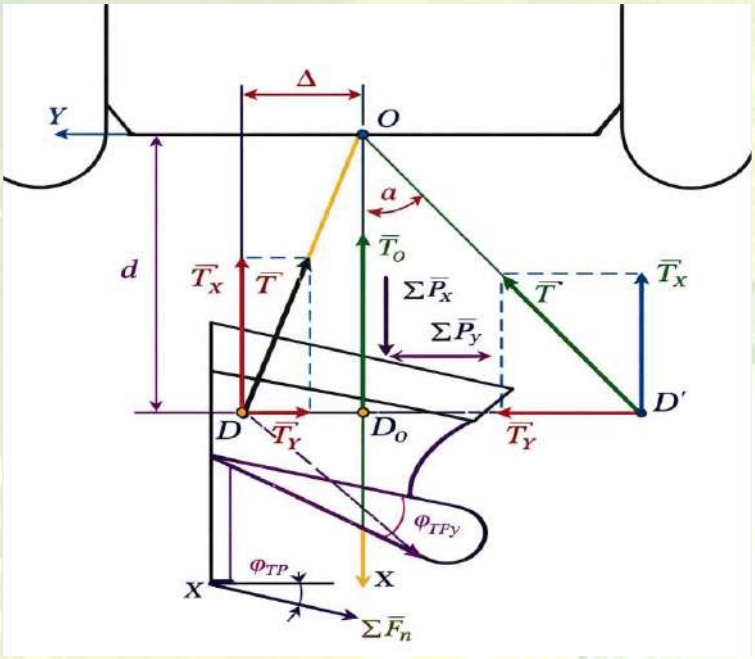
$$T_x \cdot e_p - T_y \cdot d = 0 \quad (16)$$

bu yerda: **d** – plugning “qarshilik markazi”ning uzunlamas koordinatasi;

$\mathbf{e_n}$ – plugning “qarshilik markazi”ning chap tomonga ko‘ndalang siljish miqdori.



ISSN 3030-3907




**2-rasm – Plugning turli ko‘ndalang siljishlarida unga ta’sir qiluvchi kuchlar diagrammasi.**

Bu holatda, 2-rasmda ko‘rsatilgan sxemadan ko‘rinib turibdiki, quyidagi munosabat hosil bo‘ladi:

$$T_x \cdot e_p - T_y \cdot d = 0 \qquad (17)$$

$$T_x P_x F_n .sin \qquad (18)$$

$$T_y \square P_y F_n .sin tr \qquad (19)$$

bu yerda: $\sum P_x$ – plug korpuslariga ta’sir qiluvchi tuproq qarshiligining uzunlamas komponentlari yig‘indisi;

$\sum P_y$ – plug korpuslariga ta’sir qiluvchi tuproq qarshiligining ko‘ndalang komponentlari yig‘indisi;

$\sum F_p$ – yorma devorining umumiy reaksiyasi bo‘lib, u tuproqning po‘latga nisbatan ishqalanish burchagi $\varphi_{mp}$ ga ko‘ra normaldan og‘adi.

O‘z navbatida, quyidagi munosabatlar hosil bo‘ladi:

Quyidagi tenglamalar hosil bo‘ladi:

$$\sum T_{mp} = \sum F_p \cdot sin\varphi_{mp} \qquad (20)$$

$$\sum T_{f=} \sum FП \cdot cos\varphi_{mp} \qquad (21)$$

Bu yerda $\sum$**FП** – yorma devorining umumiy reaksiyasi;

$\varphi_{тр}$ – tuproqning po‘latga nisbatan ishqalanish burchagi;

$\sum$**Tтр** – tortish kuchining ko‘ndalang komponentlari yig‘indisi;

$\sum$**T** – tortish kuchining uzunlamas komponentlari yig‘indis

$$\sum F_{\text{тр}} = \frac{d \cdot \sum P_y - e_n \cdot \sum P_x}{e_n + d \cdot f^{-1}} \qquad (22)$$

bu yerda: $\sum F_{mp}$ – plugning yon taxtalari bilan yorma devori orasidagi umumiy ishqalanish kuchi;



ISSN 3030-3907

$f$ – po‘latning tuproqqa nisbatan ishqalanish koeffitsienti.

(22) ifodadan ko‘rinadiki, plugning chap tomonga ko‘ndalang siljishi $e_n$ ortishi bilan yon taxtalarning yorma devoriga ishqalanish kuchi giperbolik qonuniyat bo‘yicha kamayadi. Bu esa plowning tortish qarshiligining mos ravishda kamayishiga olib keladi.

Plugning gorizontal tekislikda barqarorligini ta’minlash uchun $e_n$ ning maksimal qiymati shunday bo‘lishi kerakki, umumiy ishqalanish kuchi $\sum F_{mp}$ ning minimal qiymati nolga teng bo‘lmasin. Aks holda, plug yorma devoridan og‘ib ketadi va haydash sifati yomonlashadi yoki umuman imkonsiz bo‘lib qoladi.

(22) ifodadan kelib chiqadiki, bu shart quyidagicha yoziladi:

$$\mathrm{d} \cdot \sum P_y - e_n \cdot \sum P_x > o \qquad (23)$$

Shundan:

$$e_n < d \cdot \frac{\sum P_y}{\sum P_x} \qquad (24)$$

Hisobga olsak,

$$\sum P_y = \sum P_x \cdot \cot(\varphi_{\text{тр}} + \gamma_o) \qquad (25)$$

oxir-oqibat quyidagini olamiz:

$$e_n < d \cdot cot(\varphi_{\text{тр}} + \gamma_o) \qquad (26)$$

bu yerda $\gamma_o$ – plug pichog‘i bilan yorma devori orasida hosil bo‘ladigan burchak.

Amaliyotda har bir plug–traktor agregati uchun chap tomonga ko‘ndalang siljish qiymatini aniqlashda (25) va (26) ifodalardan olingan natijalar taqqoslanadi va foydalanish uchun kichikroq qiymat olinadi. Bu holda, ham quvvat vositasi iz kengligi bilan plugning ish kengligi nisbatini, ham plugning barqaror ishlash shartini hisobga olish zarur bo‘ladi.

**XULOSA.** Osma pluglarning ravon va uzluksiz harakatlanishini ta’minlashda osma mexanizmlar hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu mexanizmlar yukni muvozanatli taqsimlab, harakat jarayonida tebranish va silkinishlarni kamaytiradi. Natijada pluglar silliq, barqaror va aniq yo‘nalishda harakat qiladi. Bundan tashqari, to‘g‘ri tanlangan va sozlangan osma mexanizmlar ishqalanishni kamaytirib, detallar orasidagi ortiqcha kuchlanishlarni bartaraf etadi. Bu esa nafaqat harakatning ravonligini oshiradi, balki energiya tejamkorligini ta’minlab, qurilmaning xizmat muddatini uzaytiradi. Shu bois, osma plug tizimlarida osma mexanizmlarni to‘g‘ri loyihalash va ulardan samarali foydalanish ravon harakatni ta’minlashning asosiy shartlaridan biri hisoblanar ekan.

## FOYDANALILGAN ADABIYOTLAR

1. Lopes, R., Farahani, B. V., et al. (2023). Dynamic response analysis of vehicle suspension systems. Journal of Mechanical Engineering Research, 15(2), 45–58.



ISSN 3030-3907

2. Al-Ashmori, M., & Wang, X. (2020). Vibration control of suspension systems: A review. Applied Sciences, 10(3), 1148.
3. Szerszeń, W., & Domański, P. (2025). Active suspension control for mobile robotic systems. Nonlinear Dynamics, 112(4), 3567–3582.
4. Mahmoodi Kaleibar, M., Ahmadian, M., & Fathi, A. (2013). Optimization of suspension system parameters for vehicle performance improvement. Vehicle System Dynamics, 51(10), 1520–1538.
5. Zhang, Y., Li, H., & Chen, X. (2025). Performance analysis of hydraulically interconnected suspension systems. Energy Reports, 11, 2345–2358.
6. Mao, R., Liu, J., & Zhang, T. (2026). Smart suspension systems: A comprehensive review of technologies and applications. Springer Proceedings in Engineering, 89, 412–425.
7. Rao, S. S. (2017). Mechanical Vibrations (6th ed.). Pearson Education.
8. Inman, D. J. (2014). Engineering Vibration (4th ed.). Prentice Hall.
9. Karnopp, D., Margolis, D., & Rosenberg, R. (2012). System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic Systems. Wiley.
10. Gillespie, T. D. (1992). Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE International.
11. .Hrovat, D. (1997). Survey of advanced suspension developments and related optimal control applications. Automatica, 33(10), 1781–1817.
12. .Sharp, R. S., & Hassan, S. A. (1986). On the performance capabilities of active automobile suspension systems. Vehicle System Dynamics, 15(6), 335–350.
13. Poussot-Vassal, C., Sename, O., Dugard, L., & Gáspár, P. (2012). Vehicle Dynamics and Control. Wiley-ISTE.
14. SO 2631-1 (1997). Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration. International Organization for Standardization.
15. Goodwin, G. C., Graebe, S. F., & Salgado, M. E. (2001). Control System Design. Prentice Hall.
16. Ravshanov, K., Fayzullaev, K., Ismoilov, I., Irgashev, D., Mamatov, S., & Mardonov, S. (2020, July). The machine for the preparation of the soil in sowing of plow crops under film. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 883, No. 1, p. 012138). IOP Publishing.
17. Fayzullaev K. et al. Study on mechanisms of tillage for melon cultivation under the film //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 304. – C. 03012.
18. Fayzullayev K. et al. Raking plates of the combination machine's subsoiler //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 264. – C. 04039.
19. Irgashev D. et al. Placement of working bodies on the frame of the tool plow-ripper //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 390. – C. 01036.



ISSN 3030-3907

20. Irgashev D., Mamadiyorov O., Xidirov M. Technical analysis of the disk working bodies that work the soil and them working between the garden row //Science and innovation. – 2022. – T. №. A5. – C. 150-155.
21. 21.Irgashev D. B. Basing the Constructional Parameters of the Plug-Softener that Works Between the Garden Rows. – 2024.
22. Mamatov F. et al. Justification of the bottom softening parameters of working organ with a sloping column //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 434. – C. 03010.
23. Mamatov F. et al. Justification of the bottom softening parameters of working organ with a sloping column //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 434. – C. 03010.
24. Irgashev Dilmurod Begmurodovich I. D. B. Theoretical Basis of Leveling Tillage in A Paraplow-Type Slanted-Column Chisel Plow //– 2025. – T. 7. – №. 3. – C. 168-175



ISSN 3030-3907