ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 6

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

GIDRAVLIK BIR CHO‘MICHLI EKSKAVATORNING ISHCHI JARAYONINI AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMI ALGORITMI

Jurayev Akbar Shavkatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Teshayev Abdulxay Baxtiyor o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Maqolada gidravlik bir cho‘michli ekskavator ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimining ishlash algoritmi keltirilgan bo‘lib, u transheyalarni avtomatik tarzda qazib olishni amalga oshirish imkonini beradi. Shuningdek, gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi organi joylashuvining hisoblash sxemasi ham taqdim etilgan. Transheyani avtomatik tarzda qazib olish uchun ishlab chiqilgan ushbu algoritm transheyani oldindan belgilangan chuqurlik, uzunlik hamda belgilangan yo‘nalishda inson operatori ishtirokisiz avtomatik ravishda qazib olish imkonini beradi. Bu esa gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ekspluatatsion unumdorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: gidravlik bir cho‘michli ekskavator, avtomatlashtirish algoritmi, transheyani avtomatik qazib olish.

Аннотация. В статье представлен алгоритм работы автоматизированной системы управления рабочим процессом одноковшового гидравлического экскаватора, который обеспечивает возможность автоматической разработки траншей. Также представлена расчётная схема определения положения рабочего органа одноковшового гидравлического экскаватора. Разработанный алгоритм позволяет осуществлять автоматическую разработку траншей на заранее заданную глубину, длину и по заданному направлению без участия оператора. Это способствует повышению эксплуатационной производительности одноковшового гидравлического экскаватора.

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, алгоритм автоматизации, автоматическая разработка траншей.

Abstract. The article presents the operating algorithm of an automated control system for the working process of a single-bucket hydraulic excavator, which enables automatic trench excavation. In addition, a computational scheme for determining the position of the working equipment of the single-bucket hydraulic excavator is provided. The developed algorithm makes it possible to carry out trench excavation automatically to a predefined depth, length, and direction without the involvement of a human operator. This contributes to an increase in the operational efficiency of the single-bucket hydraulic excavator.

ISSN 3030-3907

Keywords: single-bucket hydraulic excavator, automation algorithm, automatic trench excavation.

KIRISH.

Hozirgi kunda yo‘l qurilish sohasini ratsional tashkil etish, modernizatsiya qilish va takomillashtirish masalasi nihoyatda dolzarb hisoblanadi. Bu jarayon, jumladan, yo‘l qurilishi, qurilish hamda yuk ko‘tarish va transport mashinalarini, shuningdek ularning boshqaruv tizimlarini takomillashtirishni ham o‘z ichiga oladi. Yer qazish texnikalari orasida eng keng tarqalgan mashinalardan biri gidravlik bir cho‘michli ekskavator hisoblanadi.

Hozirgi paytda dunyoda gidravlik bir cho‘michli ekskavator uchun bir qator avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari mavjud. Ushbu tizimlarning ishlash prinsipi asosan indikatorli xarakterga ega bo‘lib, ular operatorga kovshning kesuvchi qirrasi ishchi fazoda qanday joylashganligini vizual ravishda kuzatish imkonini beradi. Kovsh kesuvchi qirrasining ishchi fazodagi joylashuvi yuqori aniqlik bilan aniqlanishiga qaramay, ya’ni xatolik odatda o‘n millimetrdan oshmasligiga qaramay, inson omili bartaraf etilmagan bo‘lib qolmoqda. Shu sababli inson omili ish unumdorligiga, bajarilayotgan ishlarning aniqligiga hamda qurilish ishlarini bajarish uchun zarur bo‘lgan vaqtga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatishda davom etmoqda.

Mazkur maqolada gidravlik bir cho‘michli ekskavator ishchi jarayonini avtomatlashtirish sohasidagi ishlanmalar ko‘rib chiqiladi. Xususan, gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimini ishlab chiqish masalasi bayon etiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Gidravlik bir cho‘michli ekskavatorlarning ishchi jarayonlarini avtomatlashtirish va boshqarish tizimlarini takomillashtirish masalasi uzoq yillardan buyon ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan dastlabki tadqiqotlar asosan ekskavator ishchi organlarining harakat aniqligini oshirish, boshqaruv tizimlarini optimallashtirish hamda inson omilining ta’sirini kamaytirishga qaratilgan.

Xususan, V.S. Sherbekov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning qazish aniqligini oshirish uchun boshqaruv tizimining nazariy asoslari ishlab chiqilgan. Ushbu ishda ekskavator ishchi organlarining fazoviy holatini aniqlash va ularning harakatini nazorat qilish muammolari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, bu keyingi avtomatlashtirish tizimlari uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi .

A.A. Ruppel tadqiqotlarida gidroyuritmaga ega ekskavatorlarda qazish jarayonining aniqligini oshirish masalalari chuqur tahlil qilingan. Muallif tomonidan gidravlik yuritma elementlarining ishlash xususiyatlari va ularning

ISSN 3030-3907

boshqaruv tizimiga ta’siri o‘rganilib, qazish jarayonining sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilashga qaratilgan yechimlar taklif etilgan.

Yu.A. Braykovskiy ishlarida esa bir cho‘michli ekskavatorlarning rejalashtirish va tozalash ishlarini bajarishdagi boshqaruv tizimlari tadqiq etilgan. Ushbu tadqiqotlarda ekskavatorning ishchi siklini tashkil etuvchi operatsiyalarni optimallashtirish va boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish masalalari muhim o‘rin egallaydi.

V.F. Sanarov tomonidan bajarilgan ilmiy ishlar ekskavator boshqaruv tizimlarining statik va dinamik tavsiflarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Ushbu tadqiqotlar boshqaruv tizimlarining barqarorligi va tezkorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi hamda zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratishda nazariy asos vazifasini bajaradi.

V.N. Shlyukov va Yu.M. Knyazev tadqiqotlarida yer ishlari bajarish aniqligini oshirish masalalari keng yoritilgan. Ular ekskavator ishchi organlarining harakat trayektoriyasini aniqlash, tashqi yuklamalarning ta’sirini hisobga olish hamda boshqaruv jarayonlarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy natijalarga erishganlar .

A.V. Korolyov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda esa teleskopik ishchi jihozlarga ega gidravlik ekskavatorlarning konstruktiv parametrlarini tanlash va ularning samaradorligini oshirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Ushbu ish ekskavator konstruktsiyasini takomillashtirish orqali boshqaruv tizimining samaradorligini oshirish imkoniyatlarini ochib beradi.

Shu bilan birga, yuqorida keltirilgan ilmiy ishlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, aksariyat tadqiqotlar ekskavator ishchi organlarining harakat aniqligi va boshqaruv tizimlarining alohida elementlarini takomillashtirishga qaratilgan bo‘lib, ishchi jarayonni to‘liq avtomatlashtirish va optimal boshqarish algoritmlarini yaratish masalasi yetarli darajada yoritilmagan.

Ayniqsa, transheya qazish jarayonini oldindan belgilangan parametrlar asosida to‘liq avtomatlashtirish, ya’ni chuqurlik, uzunlik va yo‘nalishni kompleks boshqaruvchi algoritmlarni ishlab chiqish zamonaviy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Inson omilining mavjudligi ish unumdorligi va aniqlikka salbiy ta’sir ko‘rsatishini hisobga olgan holda, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Shu sababli, mazkur tadqiqotda gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish algoritmini ishlab chiqish orqali mavjud ilmiy ishlardagi kamchiliklarni bartaraf etish hamda ekskavatorning ekspluatatsion samaradorligini oshirish maqsad qilib qo‘yilgan.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimi.

Geometrik bog‘lanishlar tenglamalari: Hozirgi vaqtda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning hisoblash uchun mo‘ljallangan fazoviy sxemasi ishlab chiqilgan (1-rasm). Asosiy hisoblash bo‘g‘inlari quyidagilardan iborat:

1) Baza mashinasi, jumladan ekskavator platformasi. Uning og‘irlik markazi O_{g1} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_1X_1Y_1Z_1$ koordinatalar tizimi mavjud.

2) Strela (ekskavatorning asosiy ishchi ko‘taruvchi qismi). Uning og‘irlik markazi O_{g2} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_2X_2Y_2Z_2$ koordinatalar tizimi mavjud.

3) Rukoyat (strela bilan kovshni bog‘lovchi ishchi qism). Uning og‘irlik markazi O_{g3} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_3X_3Y_3Z_3$ koordinatalar tizimi mavjud.

4) Kovsh (yer qazish ishini bajaruvchi asosiy ishchi organ). Uning og‘irlik markazi O_{g4} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_4X_4Y_4Z_4$ koordinatalar tizimi mavjud.

Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning matematik tavsifi uning umumlashgan koordinatalarini tanlashdan boshlanadi. Bunda har bir koordinata hisoblash sxemasidagi mos bo‘g‘inning holatini ifodalashi kerak. Umumlashgan koordinatalarni tanlashning turli usullariga mos ravishda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning kinematikasi va dinamikasi tenglamalari murakkablik darajasi hamda ko‘rgazmaliligi bo‘yicha farqlanishi mumkin.

Qabul qilingan hisoblash sxemasi uchun tanlangan umumlashgan koordinatalar va ularga mos keluvchi erkinlik darajalari quyidagilardan iborat:

q_1 — O_1 nuqtadagi og‘irlik markazining O_0Y_0 o‘qi bo‘ylab siljishi

q_2 — ekskavator platformasining O_0X_0 o‘qi atrofida aylanishi

q_3 — ekskavator platformasining O_0Y_0 o‘qi atrofida aylanishi

q_4 — ekskavator platformasining O_0Z_0 o‘qi atrofida aylanishi

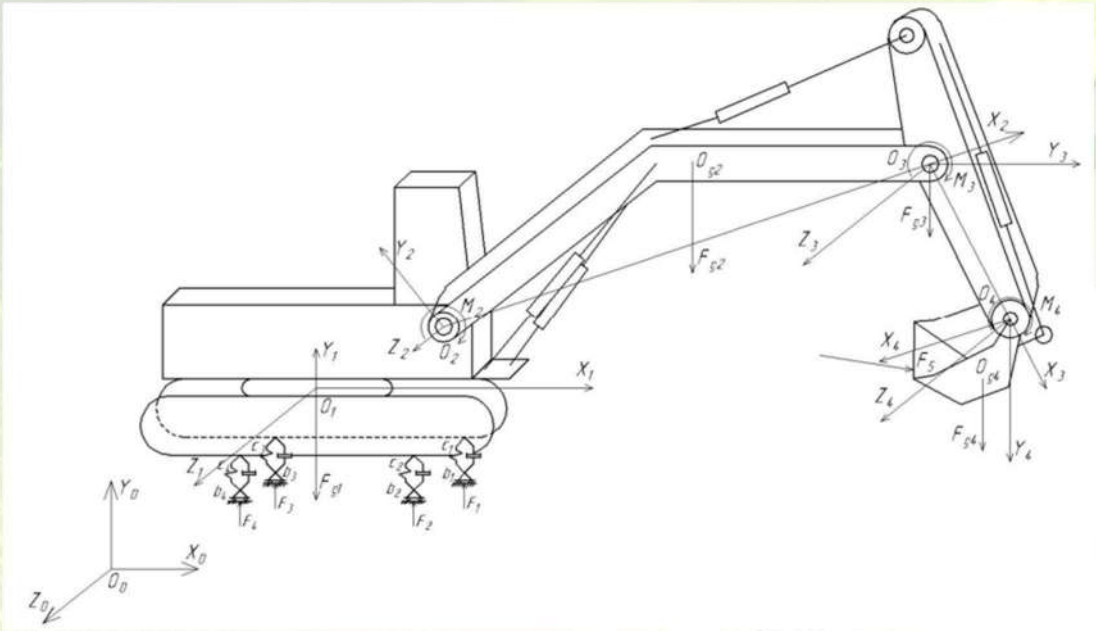
q_5 — ekskavator strelasining O_1Z_1 o‘qi atrofida aylanishi

q_6 — ekskavator rukoyatining O_2Z_2 o‘qi atrofida aylanishi

q_7 — ekskavator kovshining O_3Z_3 o‘qi atrofida aylanishi

Shunday qilib, tanlangan umumlashgan koordinatalar yordamida bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi organlarining fazoviy harakati matematik jihatdan ifodalanadi, bu esa keyinchalik kinematik va dinamik tenglamalarni tuzish hamda avtomatik boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning hisoblash fazoviy sxemasi.

Gidravlik yuritma tomondan ishchi jihozlarga M_2, M_3 va M_4 kuch momentlari ta’sir qiladi. Tuproqning ishchi jihoz elementlariga ta’siri F_1, F_2 va F_3 kuchlari bilan ifodalanadi. Tuproqning ishchi organga ta’siri esa $\vec{F}_5$ vektori orqali ifodalanadi:

$$\vec{F}_5 = [F_{5x}, F_{5y}, F_{5z}, 1]^T \qquad (1)$$

Yurish mexanizmi jihozlari elementlariga qo‘yilgan bog‘lanishlarning elastik-viskoz xossalari qattiqlik koeffitsiyentlari C_1, C_2 hamda yopishqoqlik koeffitsiyentlari b_1, b_2 bilan tavsiflanadi.

Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning kinematik xususiyatlarini tahlil qilish uchun zarur bo‘lgan asosiy qonuniyatlarni aniqlash maqsadida hisoblash sxemasining umumlashgan koordinatalari o‘zgarishining ta’siri, bir cho‘michli gidravlik ekskavator hisoblash sxemasi koordinatalarining xatoliklari, axborot-o‘lchash qurilmasining xatoliklari hamda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning konstruktiv parametrlari hisobga olinib, ishchi jihoz elementlari orasidagi geometrik bog‘lanish tenglamalari tuziladi.

Koordinatalar tizimlarining bir-biriga nisbatan burilishini aniqlovchi Eylerning no-kommutativlik sharti hisobga olinib, koordinatalar tizimlarining Z_i, Y_i va X_i o‘qlari atrofida ketma-ket aylanishi hamda ularga mos ravishda ψ_i, υ_i va χ_i burchaklari tanlanadi. Qabul qilingan hisoblash sxemasi uchun koordinatalar tizimlari o‘rtasidagi o‘tish matritsasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

$$A_1 = \begin{bmatrix} \cos q_6 \cdot \cos q_5 & \sin q_5 & -\sin q_6 \cdot \cos q_5 & 0 \\ \sin q_6 \cdot \sin q_4 - & \cos q_5 \cdot \cos q_4 & \cos q_6 \cdot \sin q_4 + & Y_1 \\ -\cos q_6 \cdot \cos q_4 \cdot \sin q_4 & & +\sin q_6 \cdot \cos q_4 \cdot \sin q_4 & \\ \sin q_6 \cdot \cos q_4 + & -\cos q_5 \cdot \sin q_4 & \cos q_6 \cdot \cos q_4 - & 0 \\ +\cos q_6 \cdot \sin q_4 \cdot \sin q_5 & & -\sin q_6 \cdot \sin q_4 \cdot \sin q_5 & \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

O‘tish matritsasi $O_2X_2Y_2Z_2$ koordinatalar tizimidan $O_1X_1Y_1Z_1$ koordinatalar tizimiga o‘tish matritsasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$A_2 = \begin{bmatrix} \cos q_7 & \sin q_7 & 0 & l_1 \\ -\sin q_7 & \cos q_7 & 0 & l_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Bu yerda l_1 va l_2 — bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning chiziqli o‘lchamlari bo‘lib, ular O_2 nuqtaning $O_1X_1Y_1Z_1$ koordinatalar tizimidagi joylashuvini O_1X_1 va O_1Y_1 o‘qlari bo‘yicha aniqlaydi.

Keyingi koordinata tizimlari orasidagi o‘tish $O_3X_3Y_3Z_3$ koordinatalar tizimidan $O_2X_2Y_2Z_2$ koordinatalar tizimiga o‘tish matritsasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$A_3 = \begin{bmatrix} \cos q_8 & \sin q_8 & 0 & l_3 \\ -\sin q_8 & \cos q_8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Bu yerda l_3 — strela va rukoyatning шарнирli birikma markazlari orasidagi masofa hisoblanadi.

Keyingi bo‘g‘in uchun o‘tish matritsasi $O_4X_4Y_4Z_4$ koordinatalar tizimidan $O_3X_3Y_3Z_3$ koordinatalar tizimiga o‘tish matritsasi quyidagicha yoziladi:

$$A_4 = \begin{bmatrix} \cos q_9 & \sin q_9 & 0 & l_4 \\ -\sin q_9 & \cos q_9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Bu yerda l_4 — rukoyat va kovshning bo‘g‘inli birikma markazlari orasidagi masofani bildiradi.

Mahalliy koordinatalar tizimidan inertsiya koordinatalar tizimiga o‘tish quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$T_1 = A_1 \quad (6)$$

$$T_2 = A_1 \cdot A_2 \quad (7)$$

ISSN 3030-3907

$$T_3 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \quad (8)$$

$$T_4 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \quad (9)$$

Bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida transheyani avtomatik qazish algoritmi.

Loyihada belgilangan darajagacha transheya qazish bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida bajariladigan eng muhim qurilish ishlaridan biri hisoblanadi. Biroq hozirgi vaqtgacha bir cho‘michli gidravlik ekskavator ish jarayonining optimal algoritmi mavjud emas, bu esa transheya qazish jarayonini avtomatlashtirish va inson omilini to‘liq bartaraf etish imkonini bermaydi.

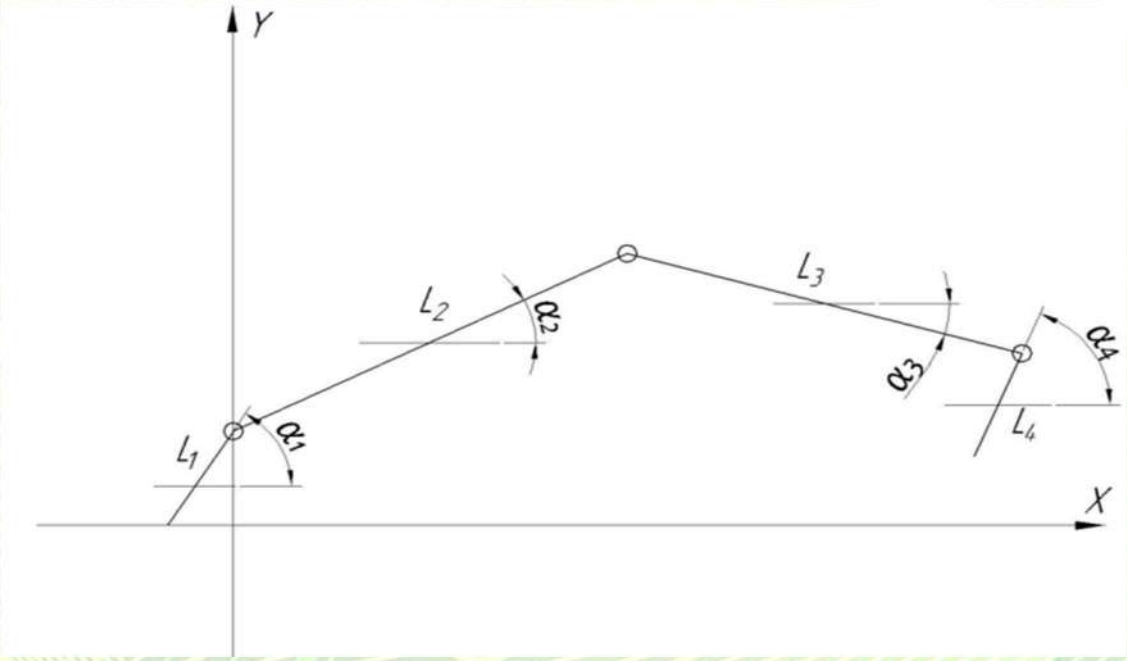
Inson omili esa bajariladigan ishlarning unumdorligiga, aniqligiga hamda ishlarni bajarish uchun zarur bo‘lgan umumiy vaqtga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Bajarilayotgan ishlarning sifatini oshirish hamda ekskavatorning ishlab chiqarish unumdorligini ko‘paytirish maqsadida yuqorida keltirilgan hisoblash fazoviy sxemasi asosida transheya qazish ish jarayonini avtomatlashtirish algoritmi ishlab chiqilgan (3-rasm).

Bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining bo‘ylama tekislikdagi joylashuvini aniqlash uchun tekis hisoblash sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Mazkur sxema quyidagi imkoniyatlarni beradi:

- qazib olinayotgan transheya uchastkasining uzunligini aniqlash
- kovshning istalgan vaqt momentidagi balandlik holatini aniqlash
- bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining gabarit o‘lchamlaridan foydalanish orqali ishchi organ holatini aniqlash



2-rasm. Bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining bo‘ylama tekislikdagi holatini aniqlash

ISSN 3030-3907

Bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining bo‘ylama tekislikdagi joylashuvini aniqlash uchun ishchi jihoz elementlarining gabarit o‘lchamlarini bilish zarur. Bular quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- strela uzunligi L_2
- rukoyat uzunligi L_3
- kovshni mahkamlash sharniridan kesuvchi qirraga bo‘lgan masofa (kovsh uzunligi sifatida qabul qilinadi) L_4
- mashina bazasining gabarit o‘lchami L_1 (strela sharniri mahkamlangan nuqtaning balandligi).

Mashina bazasi, strela, rukoyat va kovshning gravitatsiya gorizontiga nisbatan qiyalik burchaklari mos ravishda α_1, α_2, α_3, α_4 bo‘lsa, kovshning kesuvchi qirrasining tekislikdagi holatini istalgan vaqt momentida aniqlash mumkin. Bunda uning balandlik koordinatasi H va uzunlik koordinatasi L quyidagi tenglamalar orqali topiladi:

$$L = L_1 \cdot cos\alpha_1 + L_4 \cdot cos\alpha_2 + L_3 \cdot cos\alpha_3 - L_4 \cdot cos\alpha_4 \quad (10)$$

$$H = L_1 \cdot sin\alpha_1 + L_4 \cdot sin\alpha_2 + L_3 \cdot sin\alpha_3 - L_4 \cdot sin\alpha_4 \quad (11)$$

Ushbu algoritm transheya qazishning ishchi sikliga tegishli standart operatsiyalar ketma-ketligi va hisoblash parametrlaridan iborat bo‘lgan amallar tizimini ifodalaydi.

Algoritm yuqorida keltirilgan operatsiyalarni takroriy bajarish asosida ishlaydigan siklik jarayon hisoblanadi.

Ish boshlanishida operator quyidagi parametrlarni belgilaydi:

- transheyaning chuqurligi
- transheyaning uzunligi
- transheyaning yo‘nalishi

Shundan so‘ng ekskavatorning ishchi sikli boshlanadi. Avval kovsh strela gidrotsilindri yordamida tuproqqa botiriladi, bunda gidrotsilindrdagi bosim maksimal qiymatga yetguncha jarayon davom etadi.

Keyin kovsh gidrotsilindri yordamida qazish jarayoni amalga oshiriladi. Ushbu qazish usuli kovshning kesuvchi qirrasida maksimal kuch hosil qilish imkonini beradi.

Kovsh tuproq bilan to‘liq to‘lguncha to‘ldirish jarayoni davom etadi.

Keyingi bosqichda to‘ldirilgan kovsh ma’lum balandlikka ko‘tariladi, bu balandlik ekskavator platformasini tuproqni to‘kish tomoniga burish imkonini beradi.

Shundan so‘ng kovsh tuproqni to‘kish joyiga ag‘dariladi, keyin esa platforma boshlang‘ich holatiga qaytariladi.

ISSN 3030-3907

Yuqorida keltirilgan operatsiyalar qazilayotgan transheyaning mahalliy uchastkasida talab etilgan chuqurlikka erishilgunga qadar takrorlanadi.

Ishchi jihozlarning harakatini ta’minlovchi gidrotsilindrlar

Mazkur jarayonda ekskavator ishchi jihozlarining barcha gidrotsilindrlari ishtirok etadi:

- strela gidrotsilindri — kovshni tuproqqa botirish jarayonini amalga oshiradi
- rukoyat gidrotsilindri — kovshning kesuvchi qirrasini ekskavatorning bo‘ylama tekisligida siljitadi
- kovsh gidrotsilindri — bevosita qazish jarayonini bajaradi

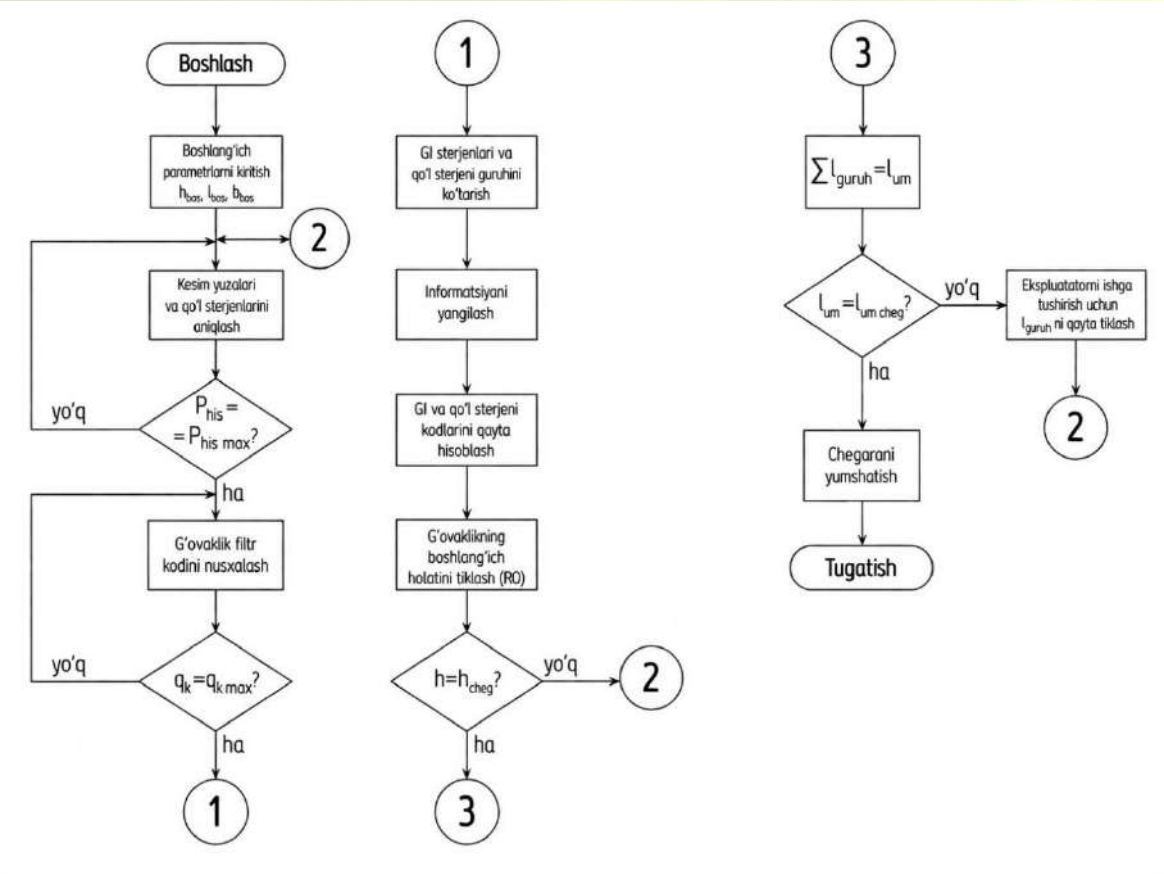
Ekskavatorning ishchi fazosi cheklangan bo‘lganligi sababli, ekskavator joyidan siljimasdan cheklangan uzunlikdagi transheya uchastkasini qazishi mumkin.

Shu sababli transheya uchastkasi uzunligini aniqlash uchun 10-formula asosida tegishli hisoblash amalga oshiriladi, bu hisoblash ishchi jihozlarning grafik sxemasi bilan mos keladi (2-rasm).

Transheyaning umumiy uzunligi bir nechta uchastkalardan iborat bo‘ladi. Agar qazilgan uchastkalar umumiy uzunligi belgilangan transheya uzunligidan kichik bo‘lsa, ekskavator uchastka uzunligiga teng masofaga orqaga siljiydi va keyingi uchastkani qazish uchun ishchi siklni takrorlaydi.

Ushbu jarayon belgilangan transheya uzunligiga erishilgunga qadar davom etadi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida transheyani avtomatik qazish algoritmi

Shu tarzda ishlab chiqilgan avtomatlashtirish algoritmiga muvofiq transheyani qazishning ish jarayoni amalga oshiriladi. Ish jarayonini sutkaning istalgan vaqtida olib borish mumkin, bu esa mehnat unumdorligini oshirish va ishlarni bajarish uchun sarflanadigan vaqtni qisqartirish imkonini beradi.

XULOSA.

Mazkur maqolada gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimini yaratishga qaratilgan algoritm ishlab chiqildi va uning ishlash prinsiplari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida ekskavatorning ishchi jihozlari uchun fazoviy hisoblash sxemasi tuzilib, uning asosiy bo‘g‘inlari – baza mashinasi, strela, rukoyat va kovshning o‘zaro geometrik bog‘lanishlari matematik jihatdan ifodalandi. Umumlashgan koordinatalar tizimini tanlash orqali ekskavator ishchi organlarining fazoviy harakati tavsiflandi hamda kinematik va dinamik tenglamalarni tuzish uchun zarur bo‘lgan nazariy asoslar shakllantirildi.

Koordinatalar tizimlari o‘rtasidagi o‘tish matritsalari hamda Eyler burchaklari asosida ekskavator ishchi jihozlarining fazodagi joylashuvi aniqlanib, kovsh kesuvchi qirrasining fazodagi koordinatalarini aniqlash imkoniyati yaratildi. Shu asosda ishchi organlarning bo‘ylama tekislikdagi joylashuvini aniqlovchi tenglamalar keltirildi va kovshning istalgan vaqt momentidagi balandlik hamda

ISSN 3030-3907

uzunlik koordinatalarini hisoblash usuli ishlab chiqildi. Bu esa ekskavator ishchi jihozlari harakatini aniq modellashtirish va avtomatik boshqarish tizimini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijasida transheyani avtomatik qazib olish jarayonini boshqarishga mo‘ljallangan algoritm ishlab chiqildi. Mazkur algoritm ekskavatorning ishchi siklini tashkil etuvchi asosiy operatsiyalar – kovshni tuproqqa botirish, qazish, kovshni to‘ldirish, uni ko‘tarish, platformani burish va tuproqni to‘kish jarayonlarining ketma-ketligini o‘z ichiga oladi. Ushbu jarayonlar gidrotsilindrlar yordamida boshqarilib, ish jarayoni siklik tarzda takrorlanadi. Algoritm operator tomonidan oldindan kiritilgan parametrlar – transheya chuqurligi, uzunligi va yo‘nalishiga mos ravishda avtomatik ravishda ishlaydi.

Taklif etilgan avtomatlashtirish algoritmi inson omilining ta’sirini sezilarli darajada kamaytirish, qazish jarayonining aniqligini oshirish hamda ekskavatorning ekspluatatsion unumdorligini ko‘paytirish imkonini beradi. Shuningdek, ushbu algoritm yordamida qazish jarayonini sutkaning istalgan vaqtida amalga oshirish mumkin bo‘lib, bu esa qurilish ishlarining samaradorligini oshirish va ishlarni bajarish uchun sarflanadigan umumiy vaqtni qisqartirishga xizmat qiladi.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan matematik model va avtomatlashtirilgan boshqarish algoritmi gidravlik bir cho‘michli ekskavatorlarning ishchi jarayonini takomillashtirishda, ularning ish samaradorligini oshirishda hamda yer qazish ishlarini avtomatlashtirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida ushbu algoritmni raqamli modellashtirish dasturlari yordamida sinovdan o‘tkazish va real ekskavator boshqaruv tizimlariga joriy etish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sherbekov, V.S. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning tuproqni qazish aniqligini oshirish maqsadida boshqaruv tizimini tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1974. 155 bet.
2. Ruppel, A.A. Gidroyuritmaga ega bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida tuproq qazish aniqligini oshirish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1986. 266 bet.
3. Braykovskiy, Yu.A. Rejalashtirish va tozalash ishlarini bajarish uchun bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning boshqaruv tizimini tadqiq etish va ishlab chiqish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Moskva: VNIIstroyDormash, 1971. 189 bet.

ISSN 3030-3907

4. Sanarov, V.F. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorni boshqarishning kuzatuvchi tizimining statik va dinamik tavsiflarini tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1973. 150 bet.
5. Shlyukov, V.N. Gidroyuritmaga ega bir cho‘michli ekskavatorni yer ishlari bajarish aniqligini oshirish maqsadida tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI. 143 bet.
6. Knyazev, Yu.M. Yer ishlari bajarish aniqligini oshirish maqsadida bir cho‘michli ekskavatorni tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1980. 213 bet.
7. Korolyov, A.V. Rejalashtiruvchi gidravlik ekskavatorlarning teleskopik ishchi jihozlari mexanizmlarining parametrlarini tadqiq etish va tanlash: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Moskva: VNIIstroyDormash, 1973. 150 bet.

ISSN 3030-3907