

**BIR KOVUSHLI KON EKSKAVATORLARINING ELEKTR  
YUITMALARINI RAQAMLI BOSHQARISH VA KOMPYUTER  
TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA BOSHQARISH  
USULLARINI TADQIQ QILISH**

*Umirzaqov O‘tamurod Toshtemir o‘g‘li.*

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti*

*“Konchilik elektr mexanikasi” kafedrası asisstanti*

*Tel.: +99894-481-81-41, E-mail: utamurod1992@mail.com.*

***Annotatsiya.** Mazkur maqolada bir kovushli kon ekskavatorlarining elektr yuritmalarini avtomatlashtirilgan boshqarish hamda kompyuter texnologiyalariga asoslangan funksional diagnostika tizimlarini takomillashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Ekskavatorlarning qazish jarayoni, ishchi mexanizmlarining harakatini muvofiqlashtirish va energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan avtomatik boshqaruv tamoyillari tahlil qilingan. Ko‘tarish, bosim va aylantirish mexanizmlarining elektr yuritmalarini mikroprotessorli kontrollerlar yordamida boshqarishning afzalliklari yoritilgan. Shuningdek, elektr yuritmalarning texnik holatini real vaqt rejimida nazorat qilish, nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlash va avariya holatlarning oldini olish imkonini beruvchi funksional diagnostika tizimining tuzilishi va ishlash prinsiplari bayon etilgan. Tadqiqot natijalari ekskavatorlarning ish unumdorligini oshirish, energiya tejamkorligini ta‘minlash hamda ekspluatatsion ishonchligini yaxshilashga xizmat qiladi.*

***Kalit so‘zlar:** bir kovushli kon ekskavatori, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi, elektr yuritma, mikroprotessorli kontroller, raqamli texnologiyalar, texnik holat monitoringi, energiya samaradorligi, konchilik avtomatikasi, real vaqt monitoringi, avariya himoya, sanoat kompyuteri, intellektual boshqaruv tizimi.*

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы автоматизированного управления электроприводами одноковшовых горных экскаваторов и совершенствования систем функциональной диагностики, основанных на компьютерных технологиях. Проанализированы принципы автоматического управления, направленные на координацию процесса копания экскаваторов, движения рабочих механизмов и снижение энергопотребления. Освещены преимущества управления электроприводами механизмов подъема, давления и вращения с помощью микропроцессорных контроллеров. Также описаны структура и принципы работы системы функциональной диагностики, позволяющей контролировать техническое состояние электроприводов в режиме реального времени, выявлять неисправности на ранних стадиях и предотвращать аварийные ситуации. Результаты исследования способствуют*

повышению производительности экскаваторов, обеспечению энергоэффективности и повышению эксплуатационной надежности.

**Ключевые слова:** одноковшовый горный экскаватор, автоматизированная система управления, электропривод, микропроцессорный контроллер, цифровые технологии, мониторинг технического состояния, энергоэффективность, горная автоматика, мониторинг в реальном времени, аварийная защита, промышленный компьютер, интеллектуальная система управления.

**Abstract.** This article examines issues regarding the automated control of electric drives in single-bucket mining excavators and the improvement of functional diagnostics systems based on computer technologies. The principles of automatic control aimed at coordinating the excavation process of excavators, the movement of working mechanisms, and reducing energy consumption are analyzed. The advantages of controlling the electric drives of lifting, pressure, and rotation mechanisms using microprocessor controllers are highlighted. The structure and operating principles of the functional diagnostic system are also described, allowing for real-time monitoring of the technical condition of electric drives, early detection of malfunctions, and the prevention of emergency situations. The research results contribute to increasing the productivity of excavators, ensuring energy efficiency, and improving operational reliability.

**Keywords:** single-bucket mining excavator, automated control system, electric drive, microprocessor controller, digital technologies, technical condition monitoring, energy efficiency, mining automation, real-time monitoring, emergency protection, industrial computer, intelligent control system.

**Kirish.** Konchilik sanoatida ochiq usulda foydali qazilmalarni qazib olish hajmining ortib borishi yuqori unumdor va ishonchli texnologik uskunalardan foydalanishni talab etmoqda. Ushbu uskunalar orasida bir kovushli kon ekskavatorlari asosiy qazib olish va yuklash agregatlaridan biri hisoblanadi. Ekskavatorlarning texnik holati, ish unumdorligi va energiya samaradorligi kon korxonalarining iqtisodiy ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli ularning boshqaruv tizimlarini avtomatlashtirish hamda elektr yuritmalarining texnik holatini uzluksiz nazorat qilish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

Jahon amaliyotida kon ekskavatorlarini boshqarishda raqamli texnologiyalar, mikroprotsessorli qurilmalar, sanoat kompyuterlari va sun'iy intellekt elementlaridan foydalanish keng joriy etilmoqda. Caterpillar, Komatsu, Hitachi va Liebherr kabi yetakchi kompaniyalar tomonidan ishlab chiqilgan zamonaviy ekskavatorlarda real vaqt rejimida monitoring, masofaviy diagnostika va avtonom boshqaruv tizimlari

qo‘llanilmoqda. Bunday yechimlar operator xatolarini kamaytirish, qazish jarayonini optimallashtirish hamda energiya sarfini pasaytirish imkonini beradi.

Bir kovushli ekskavatorlarning ish jarayoni murakkab siklik xarakterga ega bo‘lib, qazish, yuklangan kovushni tashish, tushirish va boshlang‘ich holatga qaytarish operatsiyalaridan iborat. Ushbu operatsiyalarni samarali bajarish ko‘tarish, bosim va aylantirish mexanizmlarining elektr yuritmalarini o‘zaro muvofiqlashtirilgan holda boshqarishni talab qiladi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, operatorning malakasi, ish sharoiti va inson omili ekskavator unumdorligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Natijada qazish jarayonining optimal rejimda olib borilmasligi energiya sarfining ortishi va uskunalarning tezroq eskirishiga sabab bo‘ladi.

Mikroprotessor texnologiyalari va kompyuter boshqaruv tizimlari asosida yaratilgan avtomatlashtirilgan boshqaruv komplekslari ekskavator ishchi organlarining harakat trayektoriyasini optimallashtirish, texnologik parametrlarni nazorat qilish va avariya holatlarning oldini olish imkonini beradi. Shu bilan birga, elektr yuritmalar tarkibidagi doimiy tok dvigatellari va quvvat o‘zgartirgichlarining texnik holatini funksional diagnostika usullari orqali nazorat qilish ularning ishonchligini oshirishga xizmat qiladi. Diagnostika tizimlari yordamida nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlash, rejali ta‘mirlash ishlarini tashkil etish va uskunalarning kutilmagan to‘xtashlarini kamaytirish mumkin.

Mazkur maqolada bir kovushli kon ekskavatorlarining elektr yuritmalarini avtomatlashtirilgan boshqarish tamoyillari, mikroprotessorli boshqaruv vositalari asosida qurilgan tizimlarning funksional imkoniyatlari hamda kompyuter texnologiyalariga asoslangan funksional diagnostika usullarini takomillashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi ekskavatorlarning ish unumdorligi, energiya samaradorligi va ekspluatatsion ishonchligini oshirishga qaratilgan zamonaviy texnik yechimlarni ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning maqsadi.** bir kovushli kon ekskavatorlarining elektr yuritmalarini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini takomillashtirish hamda kompyuter texnologiyalariga asoslangan funksional diagnostika usullarini ishlab chiqish orqali ularning ish unumdorligi, energiya samaradorligi va ekspluatatsion ishonchligini oshirishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun qazish jarayonini optimallashtirish, ko‘tarish, bosim va aylantirish mexanizmlarining elektr yuritmalarini mikroprotessorli boshqaruv vositalari asosida muvofiqlashtirish, texnologik parametrlarni real vaqt rejimida monitoring qilish hamda elektr yuritmalarda yuzaga keladigan nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlash imkonini beruvchi funksional diagnostika tizimlarini takomillashtirish vazifalari belgilangan.

**Tadqiqot vazifalari.** Tadqiqot maqsadiga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- Bir kovushli kon ekskavatorlarining elektr yuritmalari va ularni avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarining mavjud holatini tahlil qilish.
- Ekskavatorning qazish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy texnologik va energetik omillarni aniqlash hamda ularning o'zaro bog'liqligini o'rganish.
- Ko'tarish, bosim va aylantirish mexanizmlarining elektr yuritmalarini mikroprosessorli qurilmalar asosida boshqarish tamoyillarini tadqiq etish.
- Qazish siklini optimallashtirish va ishchi organlar harakatini muvofiqlashtirishga qaratilgan avtomatlashtirilgan boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish.
- Elektr yuritmalarning ish rejimlarini real vaqt rejimida monitoring qilish imkonini beruvchi axborot-boshqaruv tizimining funksional tuzilmasini takomillashtirish.
- Elektr yuritmalar tarkibidagi doimiy tok dvigatellari va boshqa asosiy elementlarning texnik holatini nazorat qilish usullarini tahlil qilish.
- Elektr yuritmalarda yuzaga keladigan nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlashga mo'ljallangan kompyuter texnologiyalariga asoslangan funksional diagnostika tizimini ishlab chiqish.
- Avtomatlashtirilgan boshqaruv va funksional diagnostika tizimlarini qo'llash natijasida ekskavatorlarning energiya samaradorligi, ish unumdorligi va ekspluatatsion ishonchligini oshirish imkoniyatlarini baholash.
- Tadqiqot natijalari asosida kon ekskavatorlarining elektr yuritmalarini boshqarish va diagnostika qilish tizimlarini amaliyotga joriy etish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

Siklikli kon ekskavatorlarini avtomatlashtirish inson xatolarining ularning ishlashiga ta'sirini yo'q qiladi yoki cheklaydi. Malakasiz ishlash, kechasi va noqulay ob-havo sharoitida ko'rinishning cheklanganligi, uzun ish yuzalarida ishlaganda ish tezligining pasayishi va operatorning charchoqligi bitta kovushli ekskavatorlarning unumdorligini sezilarli darajada pasaytiradi. Operatorning qazish jarayonini (kovushni tosh massasi bilan to'ldirish) optimal darajada nazorat qilmasligi natijasida energiya sarfi ortadi [1-10].

Mikroprosessor texnologiyasidan foydalangan holda zamonaviy kompyuter axborot texnologiyalari bitta kovushli kon ekskavatorining qazish jarayoni uchun ishonchli va samarali avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimini yaratish imkonini beradi. Bunday ekskavator uchun boshqaruv mantig'i juda murakkab va talab qilinadigan ma'lumotlar miqdori juda katta.

**Bu ikki darajadagi boshqaruvga ega tizimning ierarxik tuzilishidan foydalanish maqsadga muvofiqligiga olib keladi:**

- **Yuqori daraja** ekskavator operatorining avtomatlashtirilgan ish stantsiyasidir. Boshqaruv kompyuteri ekskavatorning harakatlanish mexanizmlarini muvofiqlashtiradi, qazish jarayonini optimallashtiradi va vizualizatsiya qiladi.
- **Pastki daraja** - bu boshqaruv kompyuteriga ulangan mikroprotessor kontrollerlari guruhi bo'lib, ular elektr drayvlar bilan birgalikda ekskavatorning ishchi mexanizmlarining harakatini - ko'tarish, bosim o'tkazish va aylanishni boshqarish dasturlarini shakllantiradi va amalga oshiradi.

Bitta ekskavator stantsiyasidan yuz bloki dasturini tanlaydi va bajarilishini nazorat qiladi hamda agar kerak bo'lsa, haydovchi boshqaruvchilariga bevosita ta'sir ko'rsatish orqali ish mexanizmi traektoriyalarini sozlaydi . Yuz bloki qurib bo'lingandan so'ng, operator shuningdek, ekskavatorning yangi stantsiyaga harakatlanishini va kovushning ma'lum geometrik parametrlarga - balandlik, kenglik va chuqurlikka ega bo'lgan keyingi yuz blokining boshlang'ich nuqtasiga joylashishini ham nazorat qiladi [11-27].

**Pastdan yuqoriga qarab qazib olishni va tog' jinslari massasini samosvalga yuklashni amalga oshiradigan ekskavator ch'michi uchun kompyuter boshqaruv tizimini qurish tamoyillarini ko'rib chiqaylik .**

Ish jarayoni siklikdir. Har bir qazish sikli to'rtta asosiy ketma-ket operatsiyadan iborat: qazish (kovushni to'ldirish), yuklangan kovushni tushirish nuqtasiga olib borish, kovushni samosvalga tushirish va bo'sh kovushni sirtga olib borish keyingi qazish uchun boshlang'ich nuqta. Eng qiyin vazifa qazish ishlarini boshqarishdir.

**Qazish jarayonini boshqarishni optimallashtirish quyidagilarni ta'minlashi kerak:**

- Yetarlicha yaxshi yuz tekisligiga erishiladi. Bunga qazish jarayonining dastlabki qismida kovush tishlarining gorizontaal harakatini ta'minlash orqali dastani kengaytmasining belgilangan qiymatdan og'ishiga qarab tortish tezligini tartibga solish orqali erishiladi.
- Yuk ko'taruvchi qo'zg'atuvchi quvvatdan to'liq foydalanish minimal qazish vaqtini ta'minlaydi. Bunga yuzni rejalashtirishdan keyin qazish jarayonini boshqarish, maksimal kovush ko'tarish tezligida ko'taruvchi motor oqimini barqarorlashtirish orqali erishiladi.
- Tosh qo'shilishidan o'tgandan so'ng, ikkilamchi kovushning tez kirib borishi. Bunga ko'taruvchi dvigatel yuki nisbatan past bo'lgan davrlarda ko'tarish tezligini asta-sekin kamaytirish orqali erishish mumkin. Ushbu boshqaruv qazish vaqtini va energiya sarfini kamaytiradi.
- Optimal kesish burchagi qazish jarayonida eng yaxshi energiya samaradorligini ta'minlaydi. Bunga kovushning ma'lum bir traektoriya bo'ylab eng kam kesish energiyasi sarfi bilan harakatlanishini ta'minlash orqali erishish mumkin.

- Kovush tashishni optimallashtirishning asosiy maqsadi (kovushni tushirishga o'tkazish, uni yuzga qaytarish) ko'tarish, tortish va aylanish mexanizmlarining ishlashini sinxronlashtirish, uzatish operatsiyalarining minimal davomiyligiga erishish va dinamik yuklarni cheklashdir.
- Dragline ekskavatorlari uchun bunday kovush uzatishni boshqarish tamoyillari [1-10] da batafsil tavsiflangan. Ulardan belkurakning kovush uzatishni boshqarish uchun ham foydalanish mumkin .

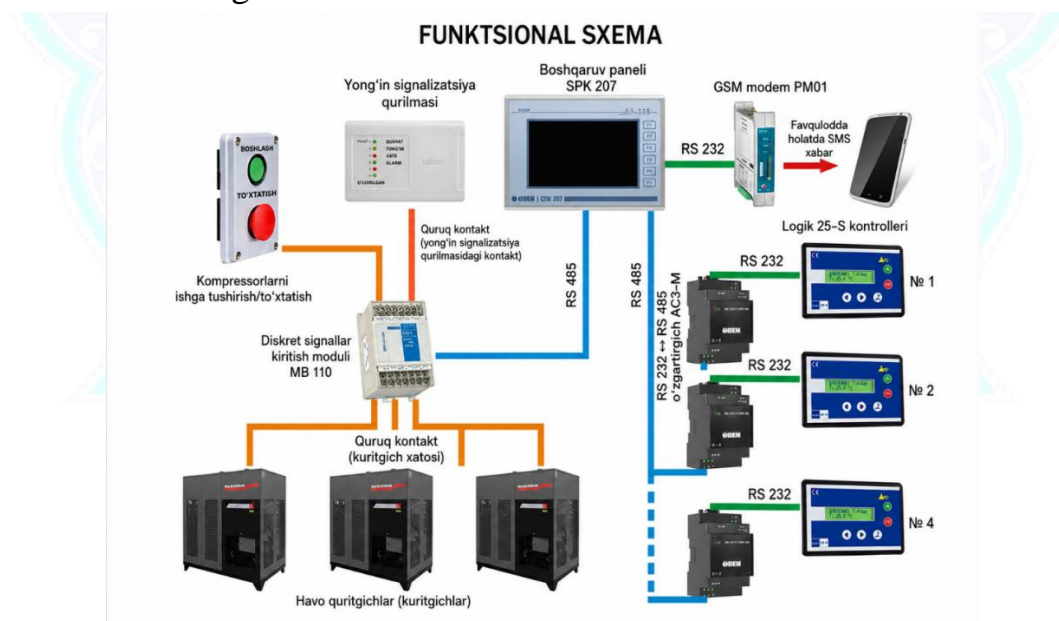
**Umuman olganda, mexanik kovush uchun kompyuter boshqaruv tizimi quyidagi asosiy funktsiyalarning bajarilishini ta'minlashi kerak:**

- Bitta ekskavator stendida, oldindan belgilangan blokini ishlab chiqish paytida qazish sikllarini avtomatik boshqarish
- Ekskavator tsikl vaqtini qisqartirish, dinamik yuklarni kamaytirish va energiyani tejash uchun qazish va kovush bilan ishlash operatsiyalarini optimallashtirish
- Ko'tarish, tortish va aylanish drayverlari va ovoz signali (siren) uchun mexanik tormozlarni avtomatik boshqarish
- Ekskavatorning ishchi mexanizmlarining elektr drayverlarining buyruq kontrollerlari yordamida operator tomonidan qazish jarayonini qo'lda boshqarish
- Yuzdagi parametrlar va vaziyatlarni avtomatik boshqarish:
  - Kovushning yuza bo'shlig'idagi koordinatalari ( $\phi_n, \rho_n, \alpha$ ) mos ravishda, vertikal tekislikda tutqichning aylanish (ko'tarish) burchagi, tutqichning kengayishi va ekskavator platformasining aylanish burchagi
  - Paqir yuklash og'irligi  $G$  va samosval  $\Sigma G$
  - Ekskavator ro'li - bo'ylama  $Y$  va ko'ndalang  $\Theta$
  - Tutqichning ko'tarish burchagi  $\phi_n$  bo'yicha oxirgi holati maksimal va kengaytma  $\rho_n$  daq,  $\rho_n$  maksimal.
  - elektr motorlarining toklari  $I_n, I_N, I_V$  va harakat tezligi  $\omega_n, V_H, \omega$  mos ravishda drayverlarda, ko'tarish, bosim va aylanishda
  - Joriy smena boshidan hisoblangan sikllar va yuklanmagan tog' jinslari massasining soni
  - ko'mir qatlamida xarakterli vaziyatlarning (ish sahnalari)  $S$  paydo bo'lishi:
  - Yuk tushirish punktida samosvalning mavjudligi
  - Samosvaldagi tushirish joylarida kovushning paydo bo'lishi va yuzada qazish boshlanishi
  - osilib turgan joylar (vizorlar) paydo bo'lishi, rudalarning qulashi va sirpanishi xavfi tug'diradi

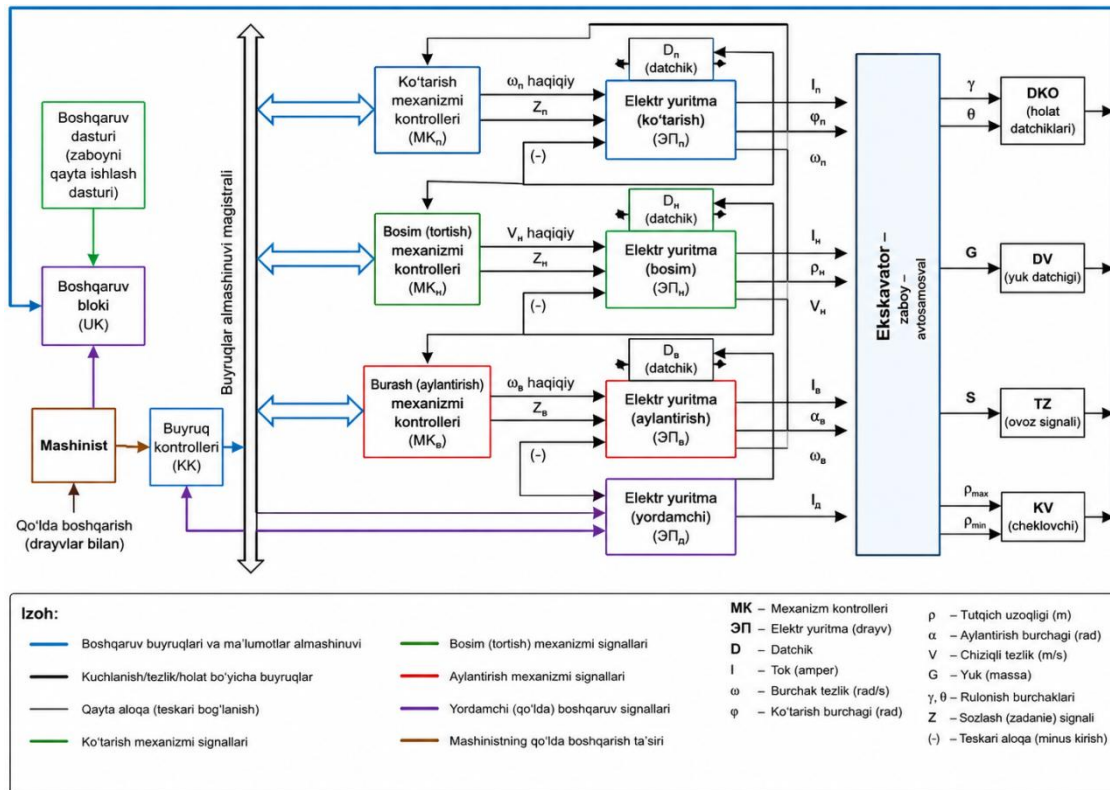
***Avtomatik himoya (qazish jarayonini to'xtatish) quyidagi hollarda kuzatiladi:***

- Har qanday tsikl operatsiyasi davomida ruxsat etilgan qiymatdan oshib ketish
- Samosvalning ortiqcha yuklanishi.

- Kovush ko'tarish.
- Tutqichning ruxsat etilmagan kengaytmasi.
- Asosiy elektr drayverlarning har qandayining elektr himoyasini ishga tushirish.
- Qazish jarayonini avtomatik ravishda blokirovka qilish (taqiqlash) quyidagi hollarda:
  - Yuzda xavfli osmalarning paydo bo'lishi.
  - Kovush tushirish punktida samosvalning yo'qligi.
  - Ekskavatorning maksimal qiyalik holati.
- Avtomatik signal:
  - tsiklning boshlanishi (ogohlantirish) va favqulodda vaziyatdan oldingi holat haqida ovozli signal - boshqaruv rejimi haqida yorug'lik signali ("Avtomatik", "Qo'lda")
- Vizualizatsiya (kompyuter ekranida ma'lumotlarni aks ettirish):
  - Amalga oshirilayotgan operatsiya va kovushning yuzaki bo'shliqdagi holati (qazish jarayonining mnemonik diagrammasi)
  - Samosvalning og'irlik yuklanishi, tushirilmagan tog' jinslari massasi miqdori va sikllar soni (raqamli ko'rsatkich)
  - Himoyalarni faollashtirish va avtomatik blokirovka qilish sabablari (ekrandagi yorug'lik paneli).
- Yuqoridagi funktsiyalarning bajarilishini ta'minlaydigan ekskavator kovushining avtomatik ishlashini kompyuter boshqaruv tizimining tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan.



**1-rasm.** Ekskovatorning avtomatik boshqaruv tizimining tuzilishi.



2-rasm. Ekskovatorning ishlashini boshqarish algoritmi.

### Diagrammada quyidagi belgilar qo'llaniladi:

- C sirena (ovozli signal).
- KK ekskavator elektr uzatmalari uchun qo'lda boshqarish kontrollerlari.
- $MK_P$ ,  $MK_N$ ,  $MK_V$  - mos ravishda ko'tarish, bosim va aylanish uchun elektr drayverlarning mikroprotssessor kontrollerlari.
- $EP_P$ ,  $EP_N$ ,  $EP_V$  - mos ravishda ko'tarish, bosim va aylanish uchun elektr drayvlar, ularning har biri tezlik va tokni boshqarish tizimi, mexanik tormoz va boshqaruv sxemasini o'z ichiga oladi.
- DP, DN, DV mos ravishda drayverlarning oqimi, tezligi va siljishi, ko'tarish, bosim va aylanish sensorlari.
- DKE ekskavatorning egilish sensorlari.
- DV chelakdagi tog' jinslari massasining og'irligini o'lchash uchun sensor.
- M3 bu yuzdagi xarakterli vaziyatlarning paydo bo'lishini aniqlaydigan mashina ko'rish tizimi.
- KV tutqich ko'tarish va cho'zish burchaklari uchun maksimal holatiga yetganda ishlaydigan cheklovchi kalitlar.
- $EP_D$  chelak tubini ochish uchun elektr drayver.

Asosiy elektr drayverlarning mikroprotssessor kontrollerlari mos keladigan ish mexanizmlarining (siklning har bir ishlashi uchun belgilangan tezlik qiymatlarini shakllantirish va himoya va blokirovka funksiyalarini bajarishda vazifani boshqarish) dasturiy tezlik kontrollerlari  $\omega_p^{zad}$ ,  $V_H^{zad}$ ,  $\omega_v^{zad}$  va mos keladigan tormozlarni boshqarish, motorlar va yorug'lik signalizatsiya elementlarini qo'zg'atish, shuningdek, boshqaruv kompyuteri bilan ma'lumot almashish uchun  $Z_P$ ,  $Z_H$ ,  $Z_V$  diskret signallar generatorlari funksiyalarini bajaradi.

### Boshqaruv kompyuterining asosiy funksiyalari:

- Turli ishchi yuzalar uchun blokli qazib olish dasturlarini saqlash. Har bir bunday dastur quyidagilarni o'z ichiga oladi: a) ishchi yuzalardagi qazib olish operatsiyalari parametrlari asosida aniqlanadigan dastlabki qazish nuqtalarining koordinatalari va chelakni tushirish nuqtasining koordinatalari ketma-ketligi; b) joriy qazish sikli davomida ekskavatorning elektr drayverlarini yoqish va to'xtatish buyruqlari ketma-ketligi.
- sikldagi operatsiyalar ketma-ketligini boshqarish.
- ovoz signalini boshqarish.
- qazish jarayonini himoya qilish va blokirovka qilish.
- ishchi mexanizmlarning harakat tezligini o'zgartirish dasturlarini yaratish uchun mikroprotssessor kontrollerlariga uzatiladigan chelak uzatish operatsiyalari uchun drayverlarning belgilangan harakat tezligining davomiyliigi va qiymatlarini hisoblash

- bajarilgan qazish sikllari sonining joriy qiymatlarini va tushirilmagan tog 'massasi miqdorini aniqlash.
- qazish jarayonining borishi, ekskavator va uning yuzasining holati haqidagi ma'lumotlarni vizualizatsiya qilish.
- boshqaruv jarayonining tarixini hujjatlashtirish.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. E.Sh. Musurmanov. Axmedov S.T., Umirzaqov O'.T. Shaxta shamollatish stvolida havo oqimini boshqarish samaradorligini oshirish. «Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari» VI-xalqaro ilmiy-analiy anjumani materiallari. 24-25 sentyabr, 2025. Navoiy, O'zbekiston. Volume I.143-145 b.
2. E.Sh. Musurmanov. Maxmudov A., Axmedov S.T. Umirzaqov O'.T. Yer osti ruda konlari gorizontall kon lahimlarini qazib olish va shamollatishda texnologik yechimlarni tadqiq etish. "Development of Science" ilmiy jurnali, 2025 yil **Issue 5., Volume 4., 107-114 betlar.**
3. Mustafayev O.B. Boltayev M.A. Sobirov Sh.B. Tog' jinsini parchalovchi uchlik konstruksiyasini takomillashtirish orqali burg'ilash jarayoning texnik iqtisodiy-samaradorligini oshirish.
4. Abdalimovich, X.A. Usmonov M.Z. & Djabbarovich, S.D. (2025). Shaxta sharoitida nasos qurilmalarining ish rejimini avtomatlashtirish evaziga energiya va resurs tejamlilikni oshirish. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 8(1), 84-93.
5. A.A. Xamzayev, M.Z. Usmonov, & O.S. Karimova, (2024). Karyer ekskavatorlarning elektr yuritmalari ish rejimlarini manipulyator yordamida tahlil qilish. Academic research in educational sciences, 5(5), 638-648.
6. J.B. Toshov, M. Rabatuly, Sh.B. Khaydarov, A.A. Kenetayeva, A.A. Khamzayev, M.Z. Usmonov, & A.T. Zheldikbayeva, (2026). Methods for analysis and improvement of dynamic loads on the steel wire rope holding the boom of steel wire rope excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra Complex use of mineral resources, 339(4), 87-96.
7. Sh.B. Haydarov, & M.Z. Usmonov, (2023). Ekskavator ishchi a'zolarining ish samaradorligini oshirishda ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar. Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 70-78.
8. M.Z. Usmonov (2025). Optimal konstruktiv parametrlari asosida karyer ekskavatorlarining ishchi uskunalari takomillashtirish. Pedagogik tadqiqotlar jurnali, 3(1), 411-416.
9. Рахматов, Б.Х. & Усмонов, М.З. (2024). Анализ существующих методов пуска электропривода дутьевого вентилятора с двухскоростным

- асинхронным электродвигателем. Academic research in educational sciences, 5(5), 513-519.
10. A.N. Azamatovich, & M.Z Usmonov, Gidravlik ekskavator ishchi mexanizmlarining optimal parametrlarini aniqlash orqali ularning samaradorligini oshirish. Development of science.
  11. Usmonov M.Z (2022). Tog'jinslarini qazib olishda karyer ekskavatorining asosiy mexanizmlarining o'zaro ta'siri. uk scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(2), 10-16.
  12. L.N Atakulov., Sh.B. Haydarov, & M.Z. Usmonov, (2024). Improved Application of Ecg Excavator Compressor Filter in Quarries. Naturalista Campano, 28(1), 3210-3215.
  13. Атакулов, Л.Н., Хайдаров, Ш.Б., Усмонов, М.З., & Элбеков, Ж.У. (2022). Theory of forces influencing the process of excavator bucket operation. In X Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной «Институт высоких технологий» актуальные проблемы урановой промышленности (pp. 24-26).
  14. Usmonov M.Z., & Saidova L.F. (2024). Determination of rational parameters of the lever. Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, 2(2), 72-76.
  15. Курбонов, О.М., Полвонов, Н.О., & Хурозов, Ж.А. (2018). Анализ и расчёт использование циклично-поточной технологии (цпт) в карьерах глубиной выше 400 метров. In инновационное развитие науки и образования (p. 140-144).
  16. H.S Bahriddinovich, & Usmonov M.Z. Karyer bir cho 'michli ekskavator strelasi po'lat sim arqonlarining dinamik yuklamalar tahlili.
  17. Makhmudov, Sh.M, Makhmudov, A., Khudojberdiev, L.N, & Rakhmonov, I.A. (2024, January). Criteria for assessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises. In Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023) (Vol. 12986, pp. 156-162). SPIE.
  18. Makhmudov, Sh.M, Makhmudov, A. Khudojberdiev, L.N. Research and assessment of the operational manufacturability of road transport equipment using modern on-board diagnostic and machine control systems /Universum: технические науки. – 2022. – №. 8-3 (101). – С. 33-36.
  19. Xudoyberdiyev L.N., Makhmudov A. M. Kar'yer avtotransportlarini ishga tushirishdagi ko 'rsatkichlarni aniqlash. Молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2020. – С. 365-368.
  20. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л.Н. (2025, December). Влияние качественных показателей состава воздуха, подаваемого в дизельный

- двигатель, на износ его деталей. In conference on global research perspectives (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
21. Сулейманова М. Б., Худойбердиев Л.Н. Экологические аспекты двигателей внутреннего сгорания //образование наука и инновационные идеи в мире. – 2025. – Т. 80. – №. 6. – С. 50-58.
  22. Xamzayv A.A. Xudoyberdiyev L.N. Maftunjon, U.Z. (2025). Microprocessor control of the high-power and high-voltage synchronous electric drive of a ball mill. Global journal of science and innovations, 1(1), 12-21.
  23. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л.Н. (2025, December). Влияние качественных показателей состава воздуха, подаваемого в дизельный двигатель, на износ его деталей. In conference on global research perspectives (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
  24. Xudoyberdiyev L.N. (2025). Analysis of the influence of relief on the choice of transport for transporting ore from the ore storage house of the "skipovoy" stovoly, located in the zarmitan golden mine zone, to the 4-gmz ore storage house. Web of Teachers: Inderscience Research, 3(6), 124-129.
  25. Xudoyberdiyev L.N. (2025). Technologies for increasing the energy efficiency of stationary crushers in the ore crushing department. Shokh library, 1(13).
  26. Maxmudov, A. M., & Xudoyberdiyev, L.N. (2020). Kar'yer avtotransporti jihozlarining ishlashi va diagnostikasining ishonchliligini oshirish bo 'yicha izlanishlar va texnik yechimlar ishlab chiqish. Интернаука, (42-2), 70-72.