

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALQ TA'LIMI VAZIRLIGI

**SAMARQAND VILOYATI XALQ TA'LIMI XODIMLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH HUDUDIIY
MARKAZI**

**AMALIIY FANLAR VA MAKTABDAN TASHQARI TA'LIM
METODIKASI KAFEDRASI**

B.Doniev, G.Jaynarova

MEXATRONIKA HAQIDA UMUMIIY TUSHUNCHALAR
(Uslubiiy ko'rsatma)

Samarqand - 2021

Ushbu “Mexatronika haqida umumiy tushunchalar” nomli uslubiy ko‘rsatma markazning Ilmiy-metodik kengashining 2021yil ____dagi ____-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Ushbu uslubiy ko‘rsatma hozirgi zamon sharoitida texnologiya ta’limini tashkil etish va ushbu sohani yo‘lga qo‘yishda mexatronikani o‘rni alohida ahamiyatga ega. Mexatronikani t‘g‘risidagi ma’lumotlar bilan tanishib boorish o‘qituvchi va o‘quvchilar uchun asosiy zarurat hisoblanadi. Shunindek, ushbu uslubiy ko‘rsatmadan texnologiya fani kasb ta’limi yo‘nalishlarining o‘qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchi muallif:

Doniyev B.B.

Samarqand VXTXQTMOMX Amaliy fanlar va maktabdan tashqari ta’lim metodikasi kafedrasida dotsent, pedagogika fanlari nomzodi.

Taqrizchilar:

SamDU Umumtexnika va texnologiyalar kafedrasida dotsenti O.Eshiyozov

U.Utanov

Samarqand VXTXQTMOMX Amaliy fanlar va maktabdan tashqari ta’lim metodikasi kafedrasida mudiri dotsent, pedagogika fanlari nomzodi.

Mas’ul muharrir:

G. Fayzullayeva

Samarqand viloyati xalq ta’limi xodimlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish hududiy markazi “Pedagogika, psixologiya va ta’lim texnologiyalari” kafedrasida dotsenti.

Ushbu “Mexatronika haqida umumiy tushunchalar” nomli uslubiy ko‘rsatma kafedraning 2021yil ____dagi ____-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

KIRISH

O'zbekistonda elektronika institutini tashkil etilishi va uning o'ziga xos jihatlari. Sanoat elektronika asoslari. Mexatronika texnik ko'rinishini belgilaydigan zamonaviy ilm-fan, texnika va texnologiyaning yangi jadal rivojlanayotgan sohasi. Mexatronikaning asosiy vazifasi sifat jihatidan yangi funktsiyalar va xususiyatlarga ega bo'lgan aqlli mashinalarni yaratishdir. Uy sharoitida robotlar tayorlash texnologiyasi. Robotlarni asosiy vazifasi: asbob uskunalar, anjom va buyumlar, qo'shimcha materiallar bilan ishlash. Robot texnikasi va ular haqida ma'lumotlar berish. Monomarkazlarda qo'shimcha kasb-hunarlar o'rgatish to'g'risida ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 6 apreldagi "Umumiy o'rta va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limining davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida"gi 187-sonli Qarori, shuningdek 2019 yilning 19 mart kuni Prezidentimiz boshchiligida o'tkazilgan yoshlarimizga bo'lgan e'tiborni yanada kuchaytirish, ularni madaniyat, san'at, jismoniy tarbiya va sportga keng jalb etish, yoshlarda axborot texnologiyalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish, yurtimiz yoshlari o'rtasida kitobxonlikni targ'ib qilish, xotin-qizlar bandligini oshirish masalalariga bag'ishlangan videoselektor yig'ilishida Prezidentimiz tomonidan ilgari surilgan "YOshlar ma'naviyatini yuksaltirish va ularning bo'sh vaqtini mazmunli tashkil etish bo'yicha 5 ta muhim tashabbus"da belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, texnologiya fani o'qituvchilarining pedagogik faoliyati hamda ularning kasbiy kompetentligini oshirishni nazarda tutadi.

1. MEXATRONIKA VA ROBOTOTEXNIKA ASOSLARI HAQIDA TUSHUNCHALAR

Mexatronika tushunchasi: Mexatronika - bu 21-asrning texnik ko'inishini belgilaydigan zamonaviy ilm-fan, texnika va texnologiyaning yangi jadal rivojlanayotgan sohasi. Mexatronikaning asosiy vazifasi sifat jihatidan yangi funktsiyalar va xususiyatlarga ega bo'lgan aqlli mashinalarni yaratishdir. Tarixiy jihatdan mexatronika 20-asrning 70-80-yillarida sezilarli darajada rivojlangan robototexnika asosida rivojlanmoqda.

Butun dunyoda mexatronikaga qiziqish tobora ortib bormoqda va tadqiqot, ta'lim va ishlab chiqarish mutaxassislarining yuqori faolligi mavjud.

"Mexatronika va robototexnika" sohasidagi Rossiya Federatsiyasining amaldagi ta'lim standarti quyidagi ta'rifni beradi:

"Mexatronika - bu aniq mexanika birliklarini elektron, elektr va kompyuter komponentlari bilan sinergetik birlashtirishga asoslangan, bu ularning sifat jihatidan yangi modullar, tizimlar va ularning funktsional harakatlarini oqilona boshqaradigan mashinalarni loyihalash va ishlab chiqarishni ta'minlaydi". Sinergiya (yunoncha) - umumiy maqsadga erishishga qaratilgan qo'shma harakat.

Mexatronikaning asosiy vazifalari. Mexatronik modullar va mashinalarning funktsional va texnologik ko'rsatkichlariga qo'yiladigan zamonaviy talablar qatoriga birinchi navbatda quyidagilarni kiritish kerak:

- mashinalar va tizimlar tomonidan sifat jihatidan yangi xizmat ko'rsatish va funktsional vazifalarni bajarish;
- texnologik komplekslarning mahsuldorligining yangi darajasini belgilaydigan mashinaning so'nggi zvenosi - uning ishchi organi harakatining yuqori tezligi,
- Mikro va nanotexnologiyalargacha bo'lgan yangi aniqlikdagi texnologiyalarni tatbiq etish uchun modullarning o'ta aniq harakatlanishi.
- modullar va harakatlanuvchi tizimlarning ixchamligi, mikromashinalardagi inshootlarni minatuallashtirish,
- Ko'p o'qli mashinalarning yangi kinematik tuzilmalari va konstruktiv sxemalari,

- O'zgaruvchan va noaniq tashqi muhitda ishlaydigan tizimlarning aqlli harakati; - egri chizikli traektoriyalar bo'ylab fazoviy harakatlarning ishlashi va harakatning murakkab qonunlarini o'z vaqtida amalga oshirish.

Mexatronika belgisi va uning mohiyati. Mexatronikaning umumiy grafik belgisi ishlab chiqarish-boshqarish-bozor talablari tashqi qobig'iga joylashtirilgan uchta kesishgan doiraga aylandi.

Bugungi kunda yuqori texnologiyali mahsulotlar bozori yangi avlod mashinalari uchun narx / sifat jihatidan qat'iy talablarni qo'ydi. An'anaviy mexanik vositalar bilan ularni amalga oshirish deyarli mumkin emas. So'nggi yillarda eng yangi axborot va ishlab chiqarish texnologiyalari paydo bo'lishi tufayli ushbu talabni samarali amalga oshirish mumkin bo'ldi.

Hozirgacha mexatronika asosan amaliyotchilarning domeni hisoblanadi. Topilgan amaliy echimlarning bilimlari va umumlashtirilishi mavjud. Ammo yangi mexatronik echimlarni maqsadli izlashga imkon beradigan nazariy vositalarga ehtiyoj bor.

2.1 Mexatronik modullar va mashinalarning funktsional va texnologik ko'rsatkichlariga qo'yiladigan zamonaviy talablar qatoriga birinchi navbatda quyidagilarni kiritish kerak:

- mashinalar va tizimlar tomonidan sifat jihatidan yangi xizmat ko'rsatish va funktsional vazifalarni bajarish;
- texnologik komplekslarning mahsuldorligining yangi darajasini belgilaydigan mashinaning so'nggi zvenosi - uning ishchi organi harakatining yuqori tezligi.

Mexatronika kompyuterlashtirilgan harakatni boshqarish va robotlar tayyorlash usullari.

Tarixga ko'ra, mexanik elektronika elektromexanikadan rivojlangan va uning yutuqlariga tayanib, elektromexanik tizimlarni kompyuterni boshqarish moslamalari, o'rnatilgan sensorlar va interfeyslar bilan muntazam ravishda birlashtirish kabi ma'lumotlar berish. Oliy va o'rta maxsus ta'lim muassasalarida robotlar tayyorlash bo'yicha ma'lumotlar berish, Uy shartida robotlar tayyorlash texnologiyasi. Robotlarni asosiy vazifasi: asbob uskunalari, anjom va buyumlar, qo'shimcha materiallar bilan ishlash. Mexatronik tizimlarning umumiy tuzilishi elektron, raqamli, mexanik, elektrotexnika, gidravlik, pnevmatik va axborot elementlar haqida bilimlar berish.

Mexatronik tizimlarning umumiy tuzilishi elektron, raqamli, mexanik, elektrotexnika, gidravlik, pnevmatik va axborot elementlar - dastlab mexanik tizimning bir qismi bo'lishi mumkin, chunki dastlab har xil jismoniy tabiatdagi elementlar, ammo tizimdan sifat jihatidan yangi natija olish uchun yig'ilib, har bir elementdan boshlab alohida ijrochi hisoblanadi.

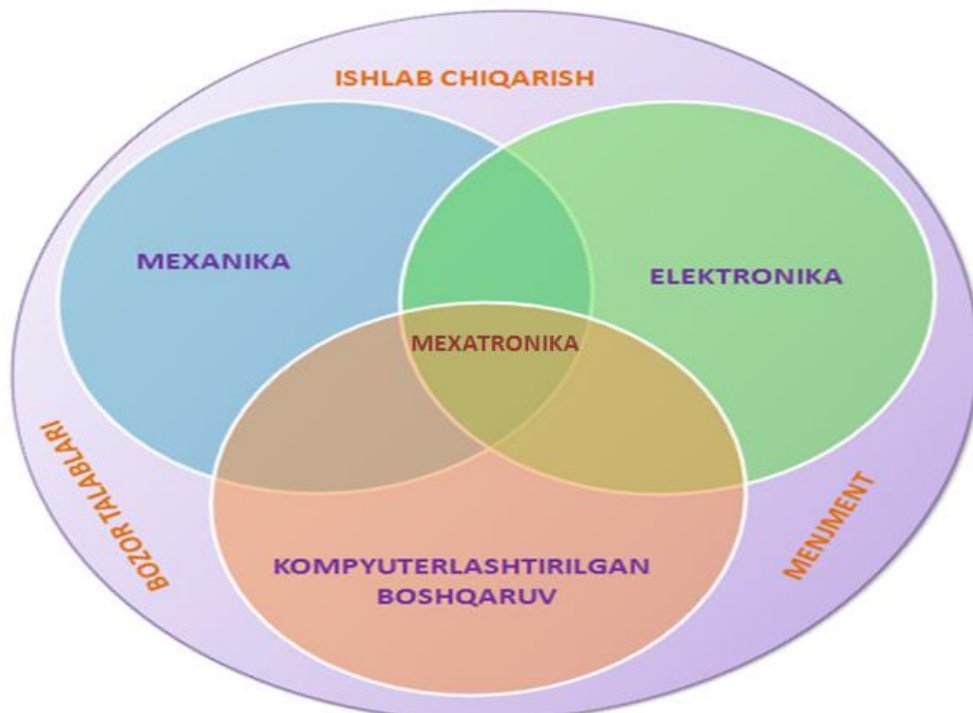
2. MEXATRONIKA TUSHUNCHASI VA UNGA BERILGAN TA'RIFLAR

1.1 Mexatronika - bu 21-asrning texnik ko'rinishini belgilaydigan zamonaviy ilm-fan, texnika va texnologiyaning yangi jadal rivojlanayotgan sohasi. Mexatronikaning asosiy vazifasi sifat jihatidan yangi funktsiyalar va xususiyatlarga ega bo'lgan aqlli mashinalarni yaratishdir. Tarixiy jihatdan mexatronika 20-asrning 70-80-yillarida sezilarli darajada rivojlangan robototexnika asosida rivojlanmoqda. Butun dunyoda mexatronikaga qiziqish tobora ortib bormoqda va tadqiqot, ta'lim va ishlab chiqarish mutaxassislarining yuqori faolligi mavjud.

1.2 "Mexatronika va robototexnika" sohasidagi Rossiya Federatsiyasining amaldagi ta'lim standarti quyidagi ta'rifni beradi:

"Mexatronika - bu aniq mexanika birliklarini elektron, elektr va kompyuter komponentlari bilan sinergetik birlashtirishga asoslangan, bu ularning sifat jihatidan yangi modullar, tizimlar va ularning funktsional harakatlarini oqilona boshqaradigan mashinalarni loyihalash va ishlab chiqarishni ta'minlaydi". Sinergiya (yunoncha) - umumiy maqsadga erishishga qaratilgan qo'shma harakat.

1.3 Mexatronikaning umumiy grafik belgisi ishlab chiqarish-boshqarish-bozor talablari tashqi qobig'iga joylashtirilgan uchta kesishgan doiraga aylandi.



1-rasm. Mexatronika belgisi

1.4 Bugungi kunda yuqori texnologiyali mahsulotlar bozori yangi avlod mashinalari uchun narx sifat jihatidan qat'iy talablarni qo'ydi. An'anaviy mexanik vositalar bilan ularni amalga oshirish deyarli mumkin emas. So'nggi yillarda eng yangi axborot va ishlab chiqarish texnologiyalari paydo bo'lishi tufayli ushbu talabni samarali amalga oshirish mumkin bo'ldi.

1.5 Hozirgacha mexatronika asosan amaliyotchilarning domeni hisoblanadi. Topilgan amaliy echimlarning bilimlari va umumlashtirilishi mavjud. Ammo yangi mexatronik echimlarni maqsadli izlashga imkon beradigan nazariy vositalarga ehtiyoj bor.

1.6 Mexatronika mavzusi nima, bu yo'nalish nega tez rivojlanmoqda va mexatronik tizimlarning yaratilishi qanday sodir bo'ladi - bular ushbu fanni o'rganishda birinchi bo'lib paydo bo'ladigan asosiy savollardir.

1.6.1 Mexatronikaning maqsadi yangi harakatlanish modullarini yaratish va ularning asosida harakatlanuvchi aqlli mashinalar va tizimlarni yaratishdir.

1.6.2 Mexatronika predmeti funksional harakatlarning belgilangan funksional harakatlarini amalga oshirish uchun modullar, mashinalar va tizimlarni loyihalashtirish va ishlab chiqarishdir. Funksional harakat - uning maqsadi parallel boshqariladigan texnologik va axborot jarayonlari bilan muvofiqlashtirilgan mexanik

harakat. Funktsional harakatlarning ishlash ko'rsatkichlariga aniqlik, tezlik va boshqalar bo'yicha talablar. mashinaning xizmat ko'rsatish maqsadi bilan belgilanadi.

1.6.3 Mexatronika usuli aniq mexanika, mikroelektronika, elektrotexnika, kompyuterni boshqarish va informatika kabi ilgari ajratilgan tabiatshunoslik va muhandislik sohalarining tizimli birikmasiga asoslangan. Mexatronikada barcha energiya va axborot oqimlari bitta maqsadga erishishga qaratilgan - belgilangan sifat ko'rsatkichlari bilan dasturlashtirilgan harakatni amalga oshirish.

1.7 Bugungi kunda mexatronik modullar va tizimlar quyidagi yo'nalishlarda keng qo'llanilmoqda:

- mashinasozlikda texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun dastgohlar va uskunalar;
- sanoat va maxsus robototexnika;
- aviatsiya va kosmik texnologiyalar;
- politsiya va maxsus xizmatlar uchun harbiy texnika, transport vositalari;
- tezkor prototiplash uchun elektron muhandislik va uskunalar;
- avtomobil (motorli g'ildiraklarni boshqarish modullari, blokirovkaga qarshi tormozlar, avtomat uzatmalar qutisi, avtomatik to'xtash tizimlari);
- noan'anaviy transport vositalari (elektromobillar, elektr velosipedlar, nogironlar kolyaskalari);
- ofis uskunalari (masalan, fotokopi va faks mashinalari);
- tibbiy va sport anjomlari;
- maishiy texnika (kir yuvish mashinalari, tikuv mashinalari, idish yuvish mashinalari, mustaqil changyutgichlar);
- tibbiyot, biotexnologiya, aloqa va telekommunikatsiya uchun mikro mashinalar;
- nazorat va o'lchov mashinalari va asboblari;
- ko'tarish va saqlash uskunalari, mehmonxonalaridagi avtomatik eshiklar;
- foto va video texnika (video diskli pleerlar, videokameralarni fokuslash moslamalari);
- murakkab texnik tizim operatorlari va uchuvchilarni tayyorlash uchun simulyatorlar;
- temir yo'l transporti (poezdlar harakatini boshqarish va barqarorlashtirish tizimlari);

- oziq-ovqat, go'sht va sut sanoati uchun aqlli mashinalar,
- matbaa mashinalari;
- Shou-sanoat, attraktsionlar uchun aqlli qurilmalar.

1.7.1 Ushbu ro'yxat kengaytirilishi mumkin. Sanoat rivojlangan mamlakatlarda mexatronik modullar va tizimlar bozori jadal kengaymoqda. SHu bilan birga, robototexnika ayniqsa jadal rivojlanmoqda.

SHunga ko'ra, mexatronik texnologiyalarga ega bo'lgan xodimlarga ehtiyoj tobora ortib bormoqda.

1986 yilda O'rta Osiyoda birinchi marta Toshkent politexnika institutida Robot va axborot tizimlari kafedrasini tashkil etildi. Respublikamizda xalqaro miqyosda robototexnika sharoitida taniqli olim sifatida tan olingan olimlar ishladi. 1991 yildan buyon "Robot tizimlari va komplekslari" ixtisosligi tugatiladi respublikaning va chet elning etakchi korxonalarining fan, texnika va ishlab chiqarish amalga oshirilayotgan robototexnika bo'yicha etakchi mutaxassislar Professor P.F.Xasanov f.f.n., dotsentlar Raxmanova G.X. (1995-1997) va Nazarov X.N. (2001-2005). 1991 yildan 2012 yilgacha kafedraga jalb etildi va faoliyat olib bordi. Kafedrada "Robot tizimlari va komplekslari" o'qitish yo'nalishi bo'yicha yuzlab muhandis va bakalavrlar jamlangan.

2016 yildan to hozirgi kungacha Toshkent davlat texnika universiteti "Mexatronika va robototexnika" kafedrasini tfn, dotsent Abdullaev Mahmudjon Muxamedovich boshqaradi. Hozirgi kunda kafedrada "Mexatronika va robototexnika" yo'nalishi bo'yicha 69 ta talaba va mutaxassislik bo'yicha 9 ta ilmiy tadqiqotchi tahsil qilmoqda. Kafedra respublika oliy ta'lim tizimida olib borilayotgan islohotlarda faol ishtirok etadi. Kafedraning professor-o'qituvchilar tarkibi 9 kishidan iborat, shu asosda 1 ta texnika fanlari doktori, professor, 5 ta fan nomzodlari, dotsentlar, 2 ta katta o'qituvchilar va 1 ta assistentlar kafedra o'qituvchilari bakalavriat va o'quv rejalari bo'yicha malakaviy rejalarni ishlab chiqdilar. 5312600- Mexatronika va robototexnika yo'nalishi bo'yicha va 5A312601- Mexatronika va robototexnika mutaxassisligi bo'yicha magistratura uchun. SHuningdek, o'qituvchilar barcha maxsus fanlarning namunaviy va ishchi o'quv dasturlarini ishlab chiqdilar. Mexatronika va robototexnika kafedrasini respublikamiz uchun yuqori malakali ilmiy va etakchi kadrlarni tayyorlashga katta hissa qo'shmoqda. Boshqarma va "O'zeltexsanoat" AJ, Artel belgisi ostida mahsulotlar ishlab chiqaradigan korxonalar,

"O'zelektroapparat elektroshtit", "GM Powertrain Uzbekistan" AJ, shuningdek boshqa ishlab chiqarish korxonalari avtomatlashtirish va robotlashtirish sohasida ishlab chiqarish muammolarini hal qilish bo'yicha birgalikdagi ishlarni amalga oshirish maqsadida hamkorlik shartnomalarini imzoladilar.

Mexatronika nima: "Mexatronika" so'zi ikki so'zdan - "mexanika" va "elektronika" dan hosil bo'lgan. Ushbu atama 1969 yilda YAponiyaning Tetsuro Mori ismli YAskawa electric kompaniyasining katta ishlab chiqaruvchisi tomonidan taklif qilingan. 20-asrda YAskawa electric elektr yritmalari va doimiy dvigatellarini ishlab chiqish va takomillashtirishga ixtisoslashgan va shu sababli bu yo'nalishda katta yutuqlarga erishgan, masalan, disk armatura bilan birinchi doimiy dvigatel ishlab chiqarilgan.

Buning ortidan birinchi apparat CNC tizimlari bilan bog'liq o'zgarishlar yuz berdi. Va 1972 yilda bu erda Mexatronika brendi ro'yxatdan o'tkazildi. Tez orada kompaniya elektr haydovchi texnologiyasini ishlab chiqishda katta yutuqlarga erishdi. Keyinchalik, kompaniya "Mexatronika" so'zidan savdo belgisi sifatida voz kechishga qaror qildi, chunki bu atama YAponiyada ham, butun dunyoda juda keng tarqalgan edi.



Qanday bo'lmasin, mexanik elementlarni, elektr mashinalarini, elektr elektronikasini, mikroprotsektorlarni va dasturiy ta'minotni elektr haydovchini yuqori aniqlikda boshqarishni amalga oshirish uchun birlashtirish zarur bo'lganda, aynan YAponiyada texnologiyada bunday yondashuvni eng faol rivojlantirish uyi hisoblanadi.

Mexatronika uchun keng tarqalgan grafik belgi RPI veb-saytining diagrammasi (Rensselaer Politexnik Instituti, Nyu-YOrk (AQSH)).

Mexatronika - dunyodagi eng yangi muhandislik tendentsiyalaridan biri bo'lib, YUNESKO ma'lumotlariga ko'ra, eng istiqbolli va talabga javob beradigan o'ntalikka kiradi.

Umumiy ma'noda "Mexatronika" atamasiga quyidagi ta'rif berilishi mumkin - bu aniq mexanika, elektrotexnika, elektronika, mikroprotsessori texnologiyalari, turli xil energiya manbalari, ijro etuvchi elektr, gidravlik va pnevmatik drayvlar, shuningdek, aqlli boshqaruv birliklarini tizimga birlashtirishga asoslangan fan va texnika sohasidir. Zamonaviy avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari bo'linmalarini yaratish va ulardan foydalanishga yo'naltirilgan.

Mexatronikaning maksadi - bu sifat jihatidan yangi harakat modullarini, mexatronik harakat modullarini, aqlli mexatronik modullarni va ularning asosida harakatlanuvchi aqlli mashinalar va tizimlarni yaratishdir.

Mexanik elektronika elektromexanikadan rivojlangan va uning yutuqlariga tayanib, elektromexanik tizimlarni kompyuterni boshqarish moslamalari, o'rnatilgan sensorlar va interfeyslar bilan muntazam ravishda birlashtirish orqali davom etadi.



Mexatronik tizimlarning umumiy tuzilishi elektron, raqamli, mexanik, elektrotexnika, gidravlik, pnevmatik va axborot elementlar - dastlab mexanik tizimning bir qismi bo'lishi mumkin, chunki dastlab har xil jismoniy tabiatdagi elementlar, ammo tizimdan sifat jihatidan

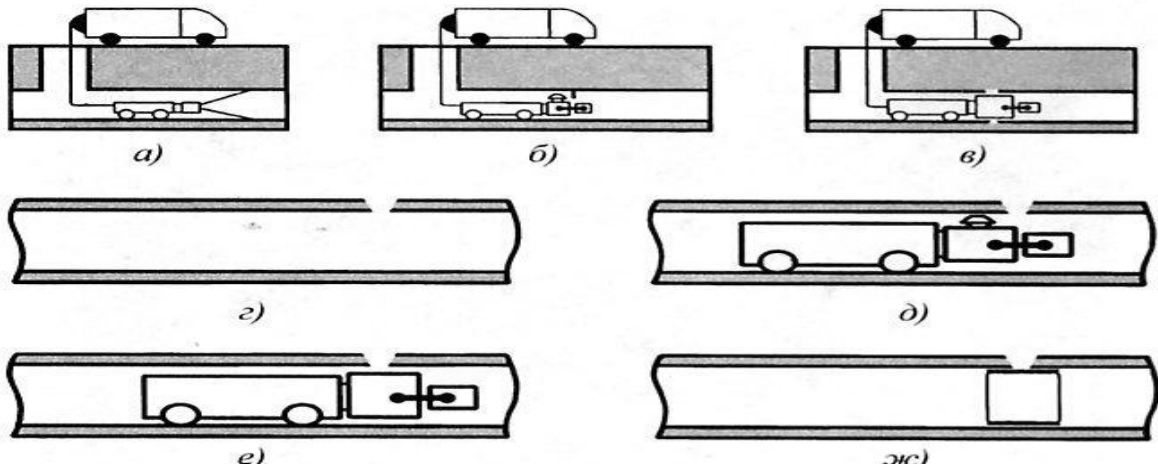
yangi natija olish uchun yig'ilib, har bir elementdan boshlab alohida ijrochi hisoblanadi.

2. MEXATRONIK MASHINALAR VA TIZIMLARNING YANGI XIZMAT VA FUNKSIONAL VAZIFALARI

2.1 Mexatronik modullar va mashinalarning funktsional va texnologik ko'rsatkichlariga qo'yiladigan zamonaviy talablar qatoriga birinchi navbatda quyidagilarni kiritish kerak:

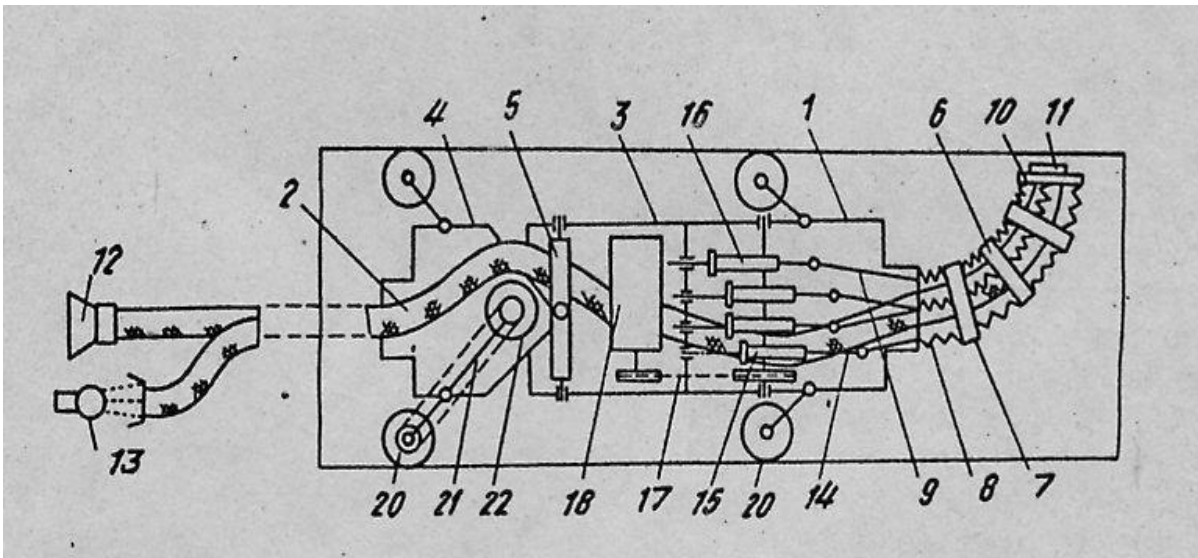
- mashinalar va tizimlar tomonidan sifat jihatidan yangi xizmat ko'rsatish va funktsional vazifalarni bajarish;
- texnologik komplekslarning mahsuldorligining yangi darajasini belgilaydigan mashinaning so'nggi zvenosi - uning ishchi organi harakatining yuqori tezligi;
- mikro va nanotexnologiyalargacha bo'lgan yangi aniqlikdagi texnologiyalarni tatbiq etish uchun modullarning o'ta aniq harakatlanishi;
- modullar va harakatlanuvchi tizimlarning ixchamligi, mikromashinalardagi inshootlarni minatuallashtirish;
- ko'p o'qli mashinalarning yangi kinematik tuzilmalari va konstruktiv sxemalari;
- o'zgaruvchan va noaniq tashqi muhitda ishlaydigan tizimlarning aqlli harakati; - egri chiziqli traektoriyalar bo'ylab fazoviy harakatlarning ishlashi va harakatning murakkab qonunlarini o'z vaqtida amalga oshirish.

2.2 Yangi xizmat funktsiyalarini bajaradigan mexatronik tizimning odatiy namunasi - er osti quvurlarini tekshirish va ta'mirlash uchun mobil texnologik robotlardan foydalanish (2-rasm). Bunday xandaqsiz usullar, masalan, temir yo'l ostidan shosse o'tishi mumkin bo'lgan yagona usul.



SHakl 2 - Robotik ishlarning sxemalari: a - quvurlarni teleekspektsiya qilish, b - chiqib turgan elementlarni qirqish, c - mahalliy nuqsonni yopish, d, - quvur liniyasidagi nuqson, elektron boshcha yordamida qirib tashlash, f - bandajni o'rnatish, g - quvur o'tkazgich

2.3 3-rasm, misol sifatida, shisha tolali endoskop yordamida xavfsizlik nuqtai nazaridan odam kira olmaydigan quvurlarni va yopiq idishlarni teleekspektsiya qilish uchun robotning diagrammasini ko'rsatadi. Bir vaqtning o'zida ushbu qurilma uchun mualliflik guvohnomasi SU 1808691 olingan (muallif ishtirokida taklif qilingan).

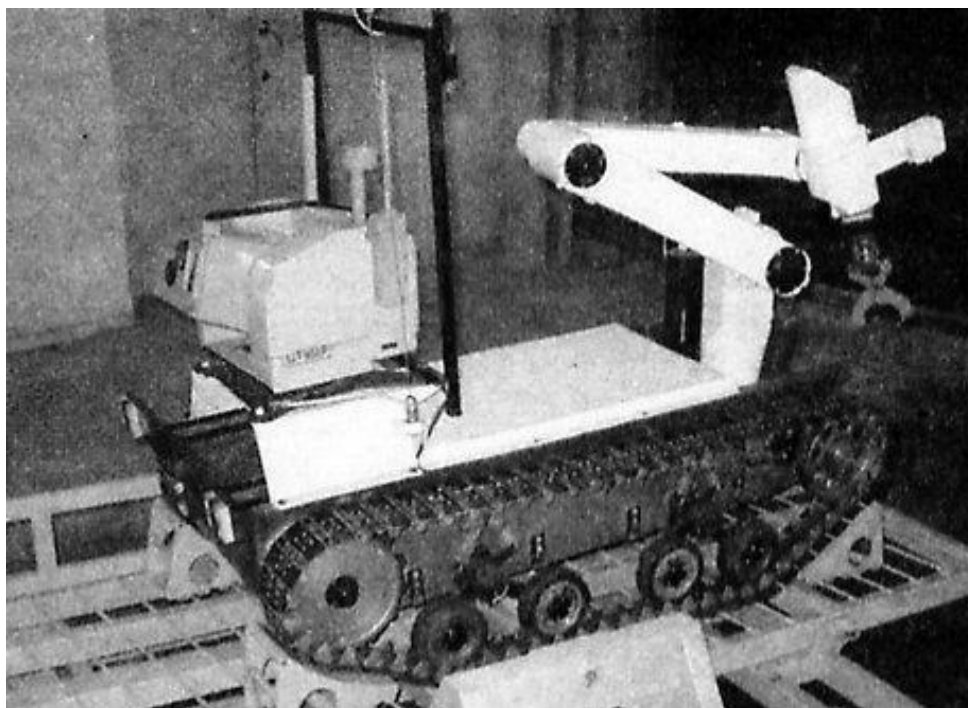


SHakl 3. Ichki sirtlarni tekshirish uchun manipulyator

2.4. Mexanik tizimlar inson hayotiga mos kelmaydigan yoki uning sog'lig'i uchun xavfli bo'lgan sharoitlarda ishlaydi. Favqulodda vaziyatni tiklash va yoqilg'i quyish shoxobchalarida ta'mirlash-montaj

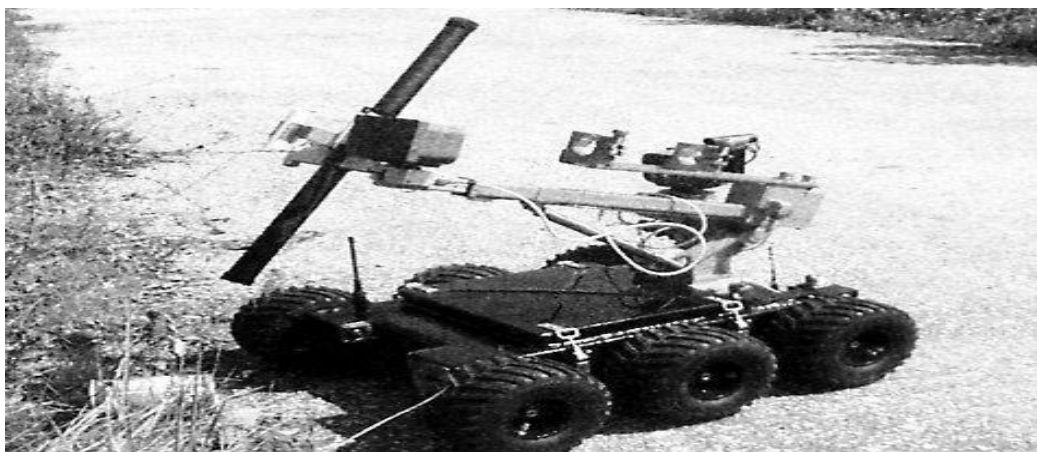
ishlari paytida radioaktiv ifloslanish bilan ish olib borishda masofadan boshqariladigan robotlarga alternativa yo'q.

4-rasmda atom elektr stantsiyasining razvedkachi roboti ko'rsatilgan. Manipulyator zinapoyalarga, kichik to'siqlarga, xandaqlarga ko'tarilishga va moyil yuzalar bo'ylab harakatlanishga qodir bo'lgan transport vositasiga joylashtirilgan. Manipulyator moslamalarni o'tkazish uchun turli xil tutqichlar yoki zararsizlantirish polimerini qo'llash uchun ishchi organ bilan, shuningdek, ob'ektlarning radioaktiv ifloslanishini razvedka qilish uchun moslamalar bilan jihozlanishi mumkin.



4-rasm. AES uchun razvedka roboti

21-asrda insoniyat uchun yangi tahdid - terrorizm paydo bo'ldi. Terrorizmga qarshi operatsiyalarni amalga oshirish uchun ob'ektlarni video razvedka qilish, avtoulavlarning pastki qismini tekshirish, portlovchi moddalarni qidirish va yo'q qilish uchun mos bo'lgan yangi mexanik elektron mobil tizimlar zarur. 5-rasmda 15 santimetr gacha balandlikdagi to'siqlarni engib o'tish, bino ichida, ochiq joylarda ishlashga qodir bo'lgan kichik klassli "Hamma er usti transport vositasi TM-3" robotining fotosurati ko'rsatilgan, u ikkita aylanuvchi televizion kamera va manipulyator bilan jihozlangan. Buyruqlar 1 km gacha bo'lgan radio tarmog'i orqali 100 m gacha bo'lgan masofada kabel orqali beriladi.



SHakl 5 - "TM-3 avtomashinasi" maxsus roboti

Ko'chma robotning yana bir versiyasi 6-rasmda keltirilgan. Varan o'rta sinf roboti qo'pol er va qor qoplami bo'ylab harakatlanish, kichik suv to'siqlari va zinapoyalarni engib o'tish imkonini beradigan ikkita boshqariladigan elektr dvigatellari bilan boshqariladigan haydovchi bilan jihozlangan⁶. YUk ko'tarish hajmi 20 kg, robot qo'shimcha uskunalari bilan ham jihozlanishi mumkin.



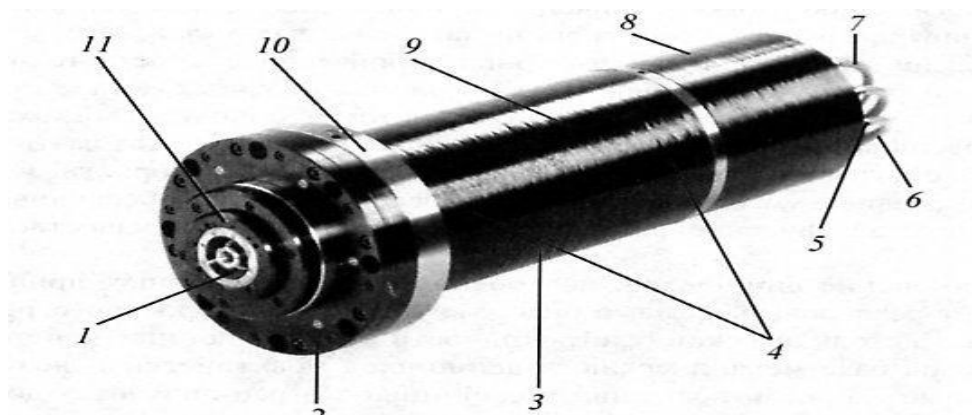
6-rasm. "Varan" roboti

2.5 YAngi avlod mashinalarining ishchi organining o'ta yuqori tezligi:

Zamonaviy dastgoh asboblari ishchi korpusining o'ta yuqori harakatlanish tezligiga erishish uchta masalani hal qilishga imkon beradi. Bu ishlov berish unumdorligini 3-10 baravarga oshirish, qayta ishlangan qismlarning sirt sifatini yaxshilash va ishlov berish aniqligini oshirish.

Mexatronik printsiplar va texnologiyalarga asoslangan ultra yuqori tezlikka erishishning misoli - aniq elektrospindel yig'inlari. 7-

rasmda frezalash dastgohlari va ishlov berish markazlari uchun mo'ljallangan dvigatel shpindagi ko'rsatilgan.



7-rasm - Dvigatel-mil:

7-rasm - Dvigatel-mil: 1-havo puflamali asbob interfeysi, 2-tashqi sovutish uchun halqa, 3- sinxron dvigatel, 4- po'lat yoki gibridd podshipnik, 5-foto impuls sensori, 6- asbobni siqish holati datchiklari, 7-elektr kabeli , 8-pnevmatik asbobni siqish moslamasi, 9 - yopiq sovutish ko'ylagi, 10 tanasi - gardish bilan, 11 - havo qulfli labirint muhrdan iborat.

Dvigatel shpindel - shpindel rulmanlari, elektr dvigatellari va axborot moslamalari bitta bo'lakka birlashtirilgan ixcham mexatronik modul. Elektroshpindel sovutish tizimiga ega. Bunday shpindel momentlarni 10-170 Nm oralig'ida va aylanish chastotasini 10000-20000 min-1 .. amalga oshirishga imkon beradi.

Mexanik rulmanlarga asoslangan an'anaviy dizaynlarda bunday yuqori tezlikka erishish deyarli mumkin emas. Rulmanlarning cheklash tezligi ruxsat etilgan isitish harorati, kataklar, halqalar va prokat elementlarning chidamliligi va charchoq etishmovchiligi bilan cheklanadi. Ushbu milda elektromagnit podshipniklar ishlatiladi.

Dvigatel va ishchi korpusning konstruktiv birlashishi haqidagi o'xshash g'oya "motor-g'ildirak" deb nomlangan transport vositalari uchun modullarda amalga oshiriladi. Bu erda vosita to'g'ridan-to'g'ri qo'zg'aysan g'ildiragiga oraliq mexanik konvertorsiz birlashtirilgan. Bunday modullar turli xil elektr transport vositalarida, shuningdek, mobil robotlar va robokarlarda qo'llanilishini topdi.

2.6 Yangi avlod modullari va mashinalarining o'ta aniq harakatlari.

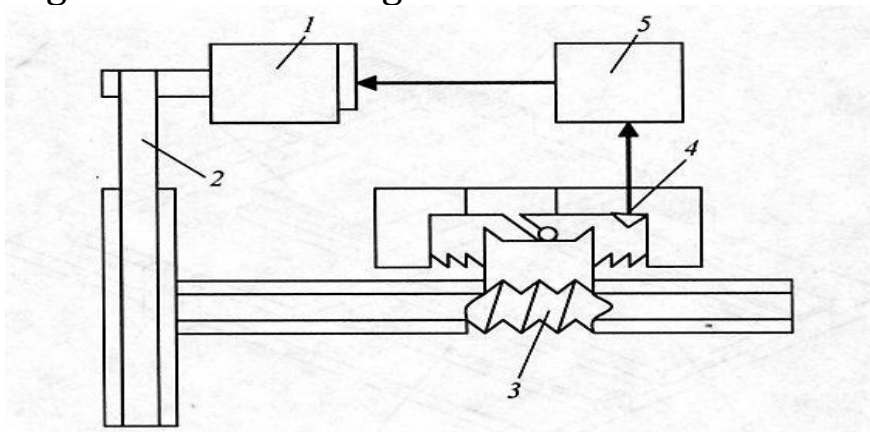
Mikro va nanotexnologiyalar uchun zamonaviy texnologik mashinalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- 0,01-0,1 mkm ruxsat etilgan shakl xatosi,
- qayta ishlangan sirtning pürüzlülüğü $Ra = 1.002-0.01$ mikron,
- 5 nmgacha bo'lgan joy o'zgartirish kuchi,
- kichik talaş kesmasi (taxminan 20 mkm),
- issiqlik deformatsiyalarini yo'q qilish va birliklarning tebranish izolatsiyasi.

Misol tariqasida, biz EDM mashinalarini keltiramiz, ular mikro-optik va mikroelektronikadagi ehtiyot qismlarni qayta ishlashda, tibbiy asboblarda va mikromotorlarda ishlatiladi. Zamonaviy EDM texnologiyalari guruhiga koordinatalarni cho'ktirish bilan ishlov berish, simlarni kesish, qattiq materiallarda ingichka teshiklarni burg'ulash va boshqa qator ishlar kiradi.

Bunday yuqori aniqlik parametrlariga chiziqli motorlarga asoslangan mexatronik modullardan foydalanish tufayli erishiladi.

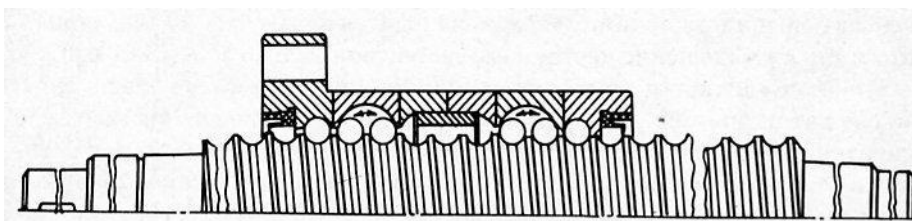
An'anaviy chiziqli aktuatorlarga aylanadigan dvigatel va aylanuvchi chiziqli mexanik konvertor kiradi. 8-rasmda an'anaviy haydovchining sxemasi ko'rsatilgan.



SHakl 8 - An'anaviy chiziqli aktuator:

1- elektr dvigatel, 2- bilaguzuk qo'zg'aysan, 3- shar vint, 4 uchli kalit, 5- dvigatelni boshqarish bloki

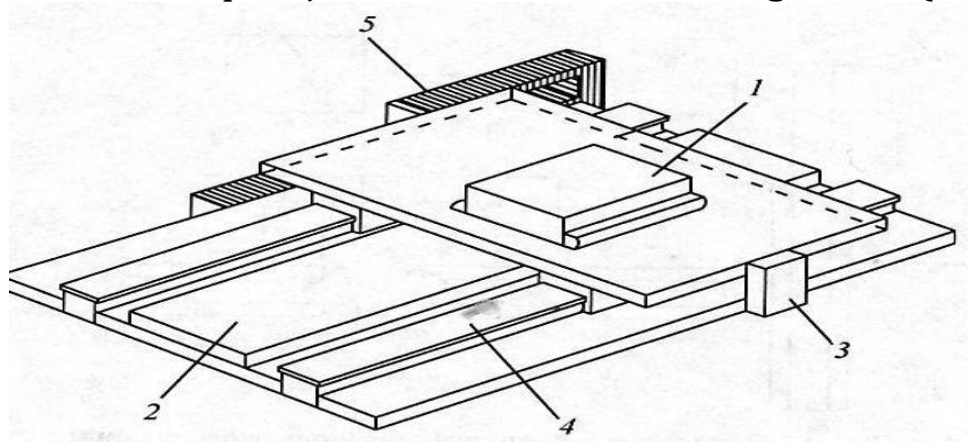
9-rasmda vintli vintlar to'plami ko'rsatilgan. Ba'zan uni dumaloq vintli non deb atashadi.



SHakl 9- Vintli vint

Ushbu echim bir qator muhim kamchiliklarga ega:

- harakatni dvigateldan yakuniy zvenoga, ko'p miqdordagi oraliq elementlarga ko'p bosqichli konvertatsiya qilish;
 - bir nechta mexanik bog'lanishlarning ketma-ket ulanishi tufayli yuqori inertsiya;
 - vallar va vintlarning teskari, termal va elastik deformatsiyalari;
 - juftlashadigan qismlarning ishqalanishi, bu aşınmaya olib keladi, soqol zarurati;
 - teskari aloqa sensori odatda dvigatel shaftiga o'rnatiladi, bu ishchi elementning haqiqiy harakatini boshqarishga imkon bermaydi.
- Lineer dvigatelga asoslangan mexatronik modul elektromagnit stator, tekis rotor va chiziqli siljish transduserini o'z ichiga oladi (10-rasm).



SHakl 10-Lineer dvigatelga asoslangan mexatronik modul:

Lineer dvigatelning 1-rotori, 2-stator, 3-o'lchagich, 4-yo'riqnoma, 5-quvvatli simi.

Rotor noyob tuproq materiallaridan yasalgan bir qator to'rtburchaklar doimiy magnitlardan iborat bo'lib, magnitlar yuqori kengayuvchanlik koeffitsienti granitnikiga nisbatan 2 baravar kam bo'lgan ingichka plastinkada o'rnatiladi. Odatda datchik sifatida yuqori aniqlikdagi (0,1 mkm) o'lchash o'lchagichidan foydalaniladi.

Lineer motorlarga asoslangan mexatronik modullarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

- igh yuqori dinamik xususiyatlar, maksimal tezlik 200 gacha m / min, 5g gacha maksimal tezlashtirish, silliq ishlash;
- harakatlarning amaldagi cheksiz uzunligi mikron aniqligi;
- ishqalanadigan qismlarning yo'qligi, shuning uchun haydovchining yuqori chidamliligi va ishonchliligi;
- chiziqli modullarga asoslangan ko'p o'qli tizimlarni joylashtirishning soddaligi.

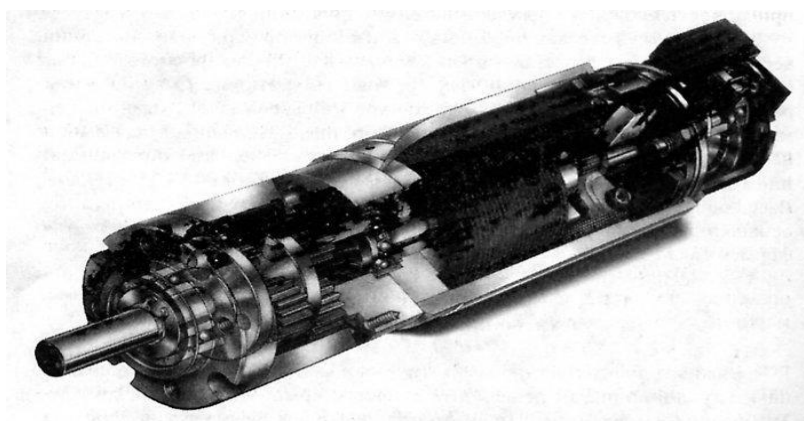
2.6 Mexatronik modullar va mashinalarning ixchamligi va miniatizatsiyasi.

Yilni dizayn mexatronik modullar va tizimlarning an'anaviy echimlarga nisbatan muhim ustunligi hisoblanadi.

Yilni modullarni loyihalashda ikkita asosiy yondashuv mavjud.

1. Elektromexanik moslamani mexatronik modul bilan almashtirish, bu dvigateldan yakuniy zanjirga qadar ko'p bosqichli kinematik davrlarni chiqarib tashlash, ortiqcha umumiy elementlarni kamaytirish imkonini beradi. Masalan, chiziqli motorlarga asoslangan modullar.

Barcha asosiy qo'zg'aysan elementlarini bitta korpusga konstruktiv birlashtirish. 11-rasmda doimiy magnitlangan kommutatorli dvigatel, sayyora qutisi va foto-impulsi teskari sensorni o'z ichiga olgan mekatronik modul ko'rsatilgan.



3-ma'shg'lot

3 YANGI AVLODLAR KINEMATIK TUZILMALARI

3.1 Kinematik tuzilishni tanlash

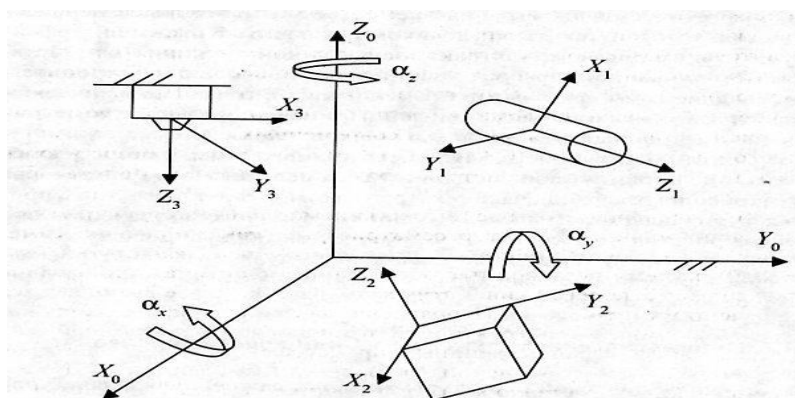
Kinematik tuzilishni tanlash yangi avlod mashinalarini loyihalashdagi eng muhim vazifadir; tizimning asosiy texnik xususiyatlari, uning dinamik va aniqlik parametrlari ko'p jihatdan bunga bog'liq.

Harakat dasturi - bu harakatlanuvchi ob'ekt koordinatalarini bog'laydigan bir yoki bir nechta tenglamalar, harakat dasturi o'rnatiladigan koordinatalar asosi harakatlarni dasturlash asoslari deb ataladi.

Umumiy holda, asosni tanlash muammoning texnologik formulasi bilan belgilanadi. Siz mashinaning boshqa bo'g'inlaridan an'anaviy ravishda uzilib qolgan ishchi organning kerakli harakatlarini tahlil qilishni boshlashingiz kerak. Qolgan havolalarning umumiyligi ishchi organning ma'lum bir harakatini bajarish uchun zarurdir.

Ko'pgina hollarda dekart koordinatalari tizimi afzalroqdir, dekartian dasturlash asoslarining quyidagi navlari mavjud (12-rasm):

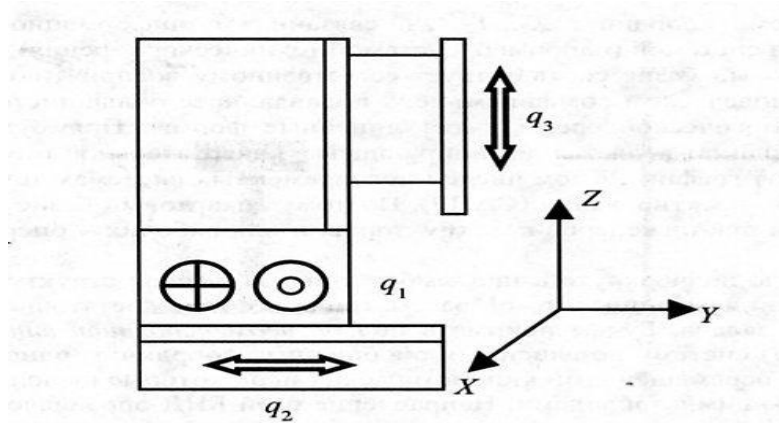
- butun texnologik tizim uchun bir xil bo'lgan bazaviy (dunyo) koordinatalar tizimi (indeks 0 bilan);
- ishchi organ bilan bog'langan koordinata tizimi (indeks 1 bilan), - ishlov beriladigan qism bilan bog'liq koordinata tizimi (indeks 2 bilan);
- axborot-o'lchov tizimi bilan bog'liq bo'lgan koordinatali tizim (3 ko'rsatkich bilan).



12-rasm Harakatlarni dasturlashning dekartiy asoslari.

Dekart asoslari inson ongi bilan dunyo rasmini tabiiy idrok etishiga mos keladi, chunki texnologik muhit ob'ektlarining aksariyati chiziqli shakllarga ega. Dekart asoslari dizaynerlar va mashina operatorlari uchun qulaydir.

Kartezen asosining afzalliklari u standart vositalar bilan loyihalash uchun qulay va xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning yuqori bilim darajasini talab qilmaydi va qo'shimcha ravishda nisbatan sodda va shuning uchun arzon mashinalarni boshqarish tizimlaridan foydalanishga imkon beradigan chiziqli xususiyatlarga ega.



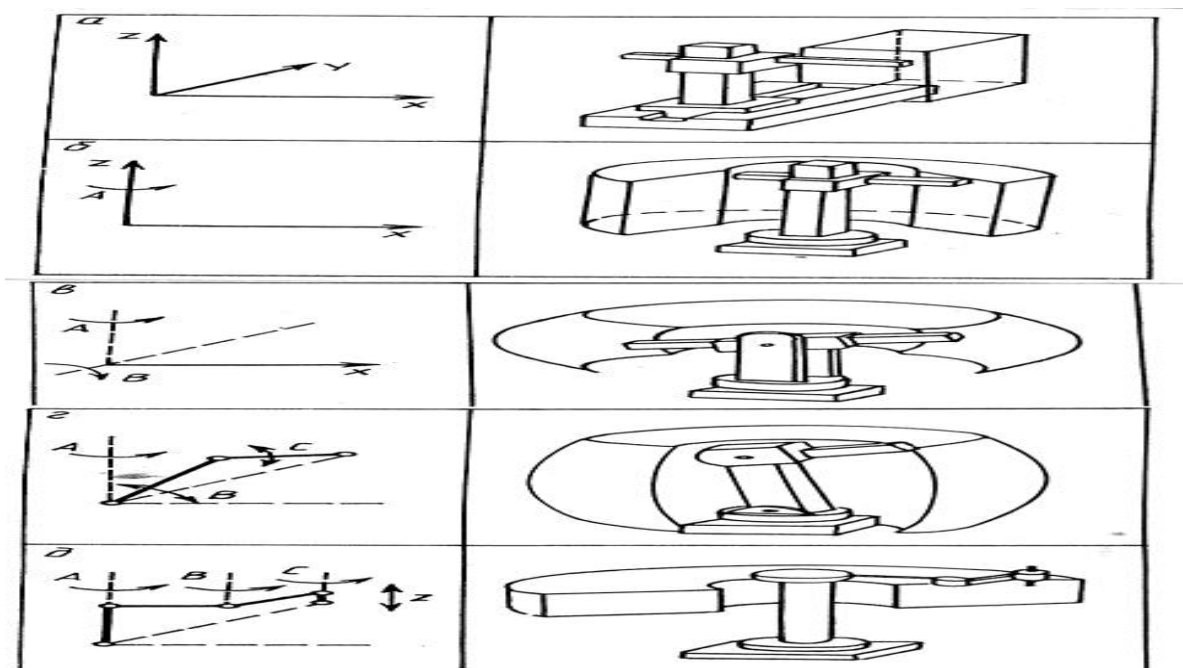
13-rasm - harakatlarni bajarish uchun dekartiy asosli uchta koordinatali mashina.

Biroq, ushbu asosni tanlashda bir qator muammolar paydo bo'ladi:

- yo'riqnomalarning yuqori o'zaro perpendikulyarligini ta'minlash qiyin, ayniqsa katta o'lchamli mashinalarda;
- mashinalar katta o'lchamlarga va vaznga ega, chunki qo'llanmalar bir-birining ustiga joylashtirilgan;
- yo'riqnomalarga qo'shimcha deformatsiyalarni keltirib chiqaradigan egilish momentlari ta'sir qiladi, natijada mexanik tizimning aniqligi yomonlashadi.

Lineer bo'lmagan asoslarda bitta kinematik juftlik qo'zg'atuvchisi harakati ishchi jismning bir vaqtning o'zida bir nechta dekart o'qlari bo'ylab harakatlanishiga olib keladi, shu bilan birga bu harakatlar orasidagi bog'lanishlar chiziqli bo'lmagan funktsiyalar bilan tavsiflanadi.

14-rasmda sanoat robotlarining eng keng tarqalgan kinematik diagrammalari keltirilgan.



SHakl 14-Sanoat robotlarining sxemalari: a- to'rtburchaklar, b- silindrsimon, v- sferik, d- antropomorfik, d- kombinatsiyalangan

3.2 Manipulyatorlarning tuzilishi va geometrik xarakteristikalari
Keling, manipulyatorlarning tuzilishi haqidagi savolni batafsil ko'rib chiqaylik.

Biror kishi tomonidan amalga oshiriladigan va robot tomonidan takrorlanadigan harakatlarni uchta sinfga bo'lish mumkin: global, mintaqaviy va mahalliy.

Global harakatlar - bu robot o'lchamidan oshib ketadigan masofalardagi harakatlar. Bunday harakatlarni amalga oshiruvchi robot mobil, ularni bajarmaslik statsionar deb nomlanadi. Global harakatlar robot tomonidan amalga oshiriladi, havo yo'lidagi monoray bo'ylab harakatlanadi, masalan, robotlar bir xil chiziqda o'rnatilgan mashinalar guruhiga xizmat qiladi. Ishlatilgan robotlarning aksariyatida global harakatlar mavjud emas.

Robotning qo'li tomonidan uning ish maydoni ichida va uning o'lchamlariga mos keladigan harakatlar mintaqaviy deb nomlanadi. Ularni ko'chma deb ham atashadi, chunki ular ob'ektni kerakli nuqtaga o'tkazishni ta'minlaydilar, chunki bu harakatlar inson qo'lining bilagi va bilagi tomonidan bajariladigan harakatlarga mos keladi.

Mahalliy harakatlar - bu ishchi organning kichik zonadagi harakatlari, ular inson qo'li harakatlariga to'g'ri keladi. Ushbu harakatlarning asosiy maqsadi manipulyatsiya qilingan ob'ektni ish

joyining ma'lum bir nuqtasida yo'naltirishdir, shuning uchun ular yo'naltirish deb ham ataladi.

Mintaqaviy va mahalliy harakatlar tushunchalari kiritilishi bilan statsionar manipulyatorning kinematik zanjiri ushbu harakatlar uchun mas'ul bo'lgan ikkita funktsional qismga bo'linishi mumkin - majoziy va yo'naltiruvchi va shunga mos ravishda ushbu harakatlarni ta'minlaydigan ko'chma va yo'naltirilgan harakat darajalarini ajratib ko'rsatish mumkin.

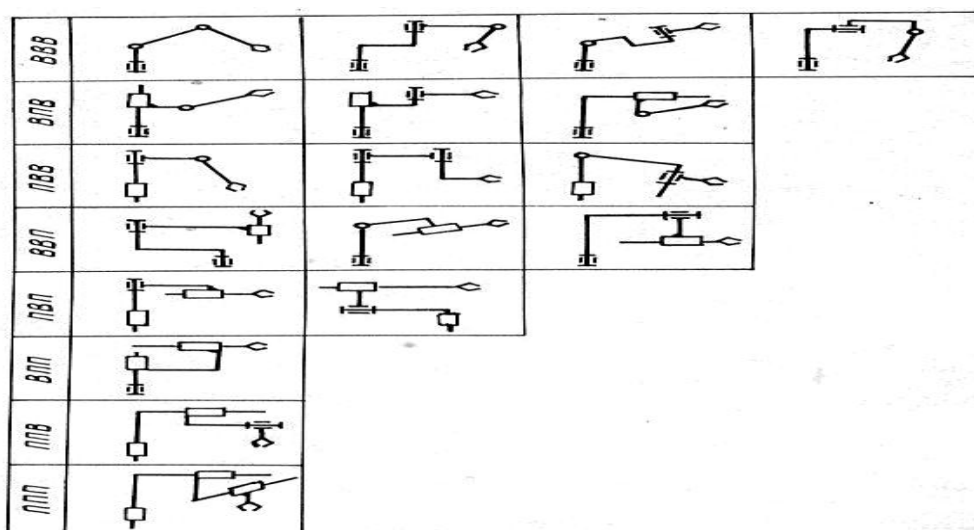
Mexanikadan ma'lumki, jismning kosmosdagi o'rni oltita umumlashtirilgan koordinatalar bilan belgilanadi. Qattiq jismning ixtiyoriy harakati ba'zi bir o'zboshimchalik bilan tanlangan nuqta va shu nuqta atrofida aylanish bilan bog'liq tarjima harakatiga aylanishi mumkin. SHunga ko'ra, qattiq jismning harakatini tavsiflovchi oltita mustaqil umumlashtirilgan koordinatalardan uchtasi koordinatada kosmosdagi tananing biron bir sobit nuqtasining harakatini belgilaydi va uchtasi uning aylanishini tavsiflaydi. Umuman olganda, kosmik manipulyator oltita harakatlanish darajasiga ega bo'lishi kerak: uchtasi mintaqaviy harakatlarni mashq qilish uchun, uchtasi mahalliy harakatlar uchun.

Qo'shimcha bog'lanishlar o'rnatiladigan erkin bo'lmagan narsalar bilan manipulyatsiya qilish zarurati tug'ilganda, ko'rsatilgan harakatlanish darajasi kichik bo'lishi mumkin, masalan, yong'oqni o'ldirish va burama qilish uchun stol tortmasini yo'riqnomalarga o'rnatish uchun erdan ko'taring. , oltita harakatchanlik bilan manipulyatorga ega bo'lish kifoya, ammo ettinchisiz, vintli yoki to'rtburchaklarsiz, siz yong'oqni burama yoki tortmachani stolga surishingiz mumkin emas, aks holda harakatlarning murakkab kombinatsiyasidan foydalaning.

Oltidan ortiq harakatlanish darajalarining soni cheklangan joyda ishlashda manipulyator zanjirlarining harakatlanishiga qo'shimcha cheklovlar bilan bog'liq bo'lgan murakkab ishlarni bajarishda zarur bo'lishi mumkin. Harakatlanish darajalarining ko'payishi manipulyatorni qimmatli ortiqcha bilan ta'minlaydi, ammo bu uni murakkablashtiradi va narxini oshiradi. Ish zonalari buyurtma qilingan va qoida tariqasida gorizontal va vertikal tekisliklarda joylashgan uyushgan ish joyida ishlaydigan sanoat robotlari uchun ish operatsiyalarini bajarishda 4-5 daraja erkinlik etarli (3 ta ko'chma va 1-2 ta yo'naltirish).

Mintaqaviy harakatlarning kinematik zanjiri odatda 5-sinfning (rotatsion va tarjima) kinematik juftlari yordamida amalga oshiriladi va uchta bog'lanishni o'z ichiga oladi. Bunday holda kinematik juftliklar joylashuvining quyidagi ketma-ketliklari mumkin: BBB, YAIM, eRW, PVV, PPVPVP, VPP.PPP, bu allaqachon turli xil kinematik sxemalarni yaratadi.

Qo'shni kinematik juftlarning o'qlari juda boshqacha nisbiy holatga ega bo'lishi mumkin, ammo kollinear (parallel) yoki ortogonal o'qlari bo'lgan manipulyatorlar keng tarqaldi. Bunday manipulyatorlar ortogonal deb nomlanadi. Mumkin bo'lgan tuzilish sxemalarining xilma-xilligi 15-rasmda keltirilgan.



SHakl 15- Ortogonal manipulyatorlarning strukturaviy diagrammasi

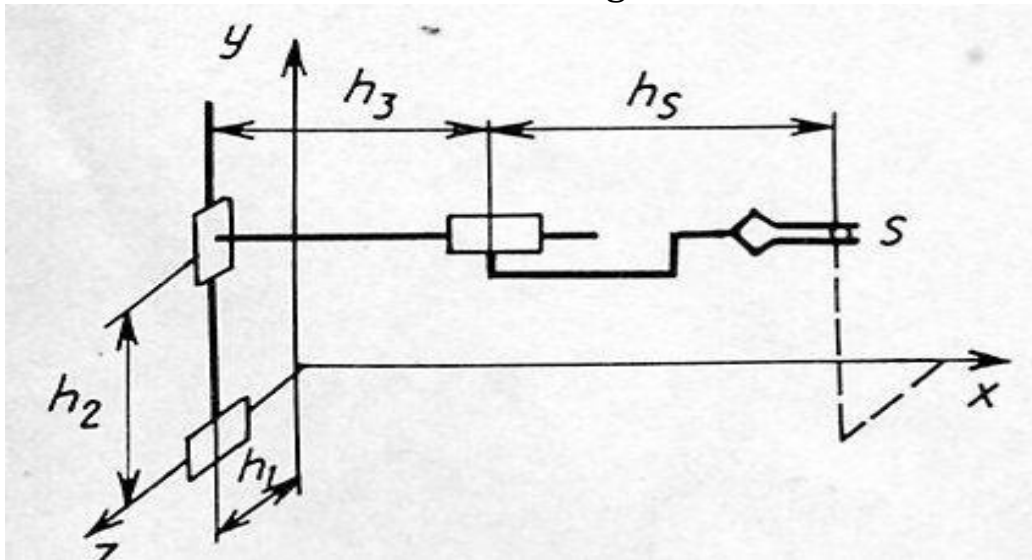
15-rasmda ko'rsatilgan sxemalardan eng ko'p foydalaniladigan sxemalar BBB1, GSYIH2, WFP, PPP hisoblanadi.

Eng sodda - PPP sxemasi - bu yuqorida aytib o'tilgan edi.

Ushbu sxema to'g'ri chiziqli harakatlarni bajarish uchun eng qulaydir.

Uning ish maydonining shakli parallelepipeddir. SHu bilan birga, robotni dasturlash imkon qadar soddalashtirilgan, chunki dekart koordinatalarini umumlashtirilgan koordinatalarga aylantirishga hojat yo'q. Ushbu tizim CNC mashinalarida va montaj robotlarida qo'llaniladi. Ushbu tizimning kamchiliklari qurilmaning kattalashtirilgan o'lchamlari va aniq qo'llanmalar tayyorlashning

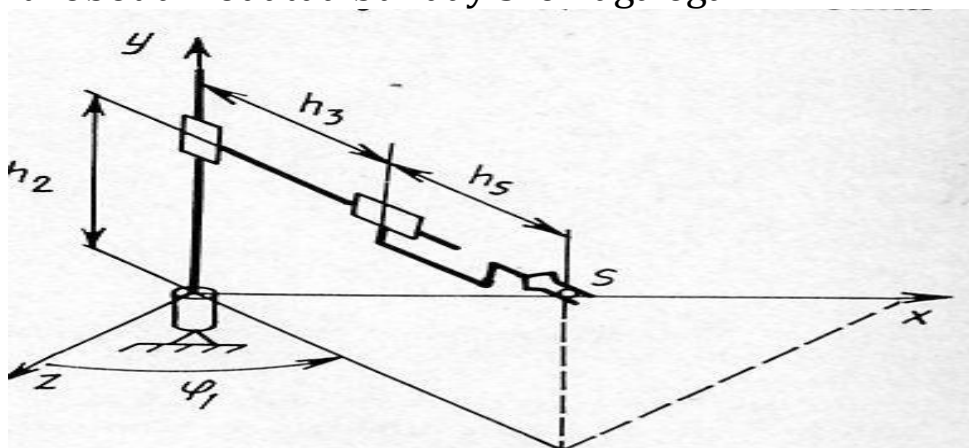
murakkabligi.



16-rasm - to'rtburchaklar koordinatalar tizimiga ega bo'lgan manipulyator.

To'rtburchaklar tizimga ega bo'lgan manipulyator uchun ijro etish nuqtasi dekartiy koordinatalari va umumlashtirilgan koordinatalar orasidagi bog'liqlik eng oddiy shaklga ega.

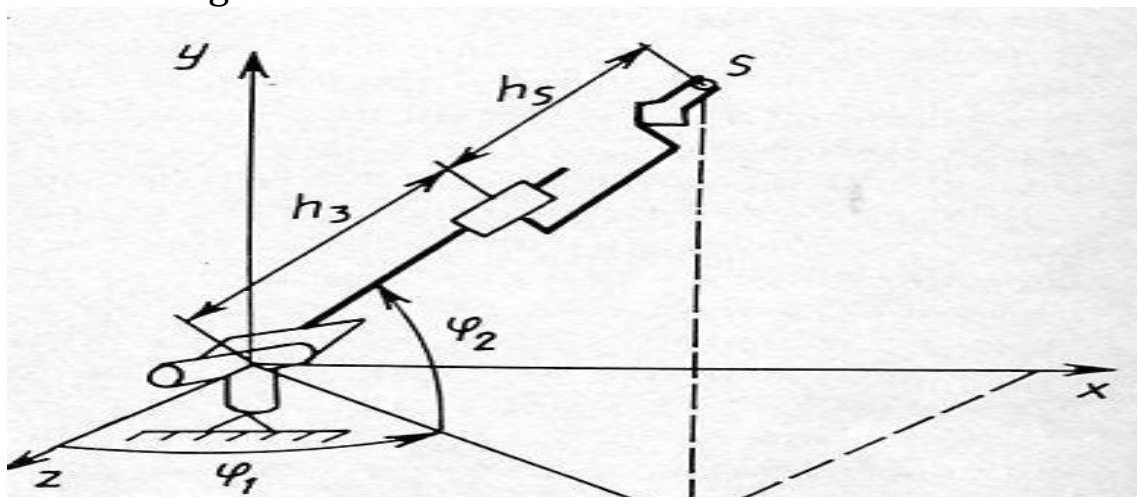
Hozirgi kunda eng keng tarqalgan bo'lib uchish-qo'nish yo'lagi sxemasi bo'lgan robotlar - silindrsimon koordinatali tizimga ega robotlar (17-rasm). Ularning ish maydoni silindr yoki uning bir qismi shaklida bo'ladi. Qo'l gorizontal va vertikal ravishda harakatlanishi va ustun atrofida aylanishi mumkin, ushbu dizaynga ega robot xizmat ko'rsatadigan hajmi katta bo'lgan ixcham, dasturlash uchun nisbatan oson. Uning etishmasligi - bazaga o'lik qarovsiz bo'sh joy mavjudligi. Transport robotlari odatda bunday sxemaga ega.



17-rasm - silindrsimon koordinata tizimiga ega bo'lgan manipulyator.

Ushbu turdagi manipulyator uchun bajarilish nuqtasining dekartian koordinatalarini umumlashtirilgan (boshqariladigan) koordinatalar bilan bog'laydigan formulalar quyidagi shaklga ega.

YAIM2 sxemasi bo'lgan robot sferik koordinata tizimiga ega, uning ish maydoni sharsimon segmentdir (18-rasm). Bunday robotlar yanada murakkab, ammo ixchamroq bo'lib, robotning o'lchamidan tashqaridagi maydonlarni ham o'z ichiga olgan katta hajmga xizmat qiladi. Ushbu turdagi robotlar qat'iylikni oshirdi, bu ularni og'ir yuk ostida ishlatishga imkon beradi.



SHakl 18- Sferik koordinatalar tizimiga ega bo'lgan manipulyator

Dekart koordinatalari va umumlashtirilgan koordinatalar orasidagi bog'liqlikning tegishli formulalari quyidagicha.

$$q_1 = \phi_1 = \arctg(x/z),$$

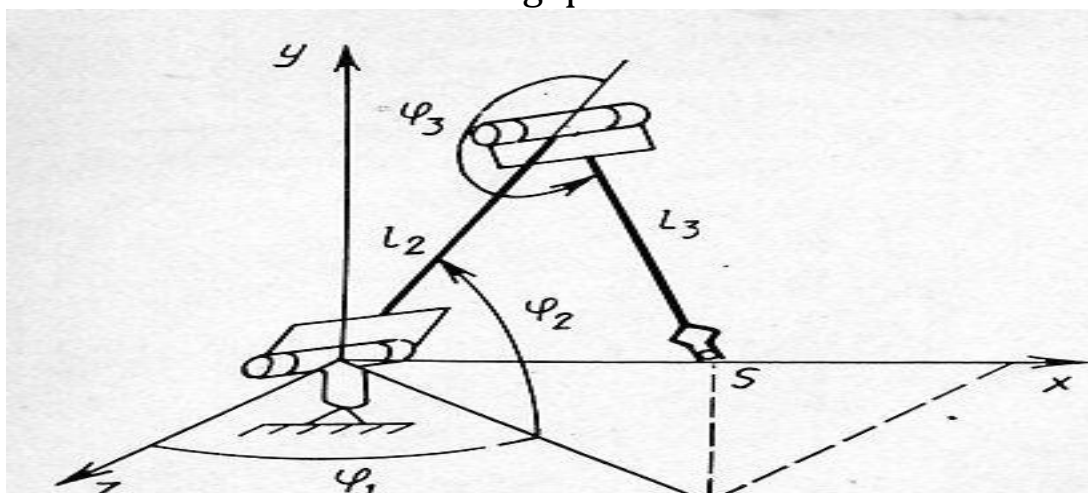
$$q_2 = \phi_2 = \arctg\left(y/\sqrt{x^2 + z^2}\right),$$

$$q_3 = h_3 = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} - h_s.$$

Murakkab koordinatalar tizimiga ega BBB1 roboti burchakli (burchakli), bo'g'inli yoki antropomorfik (gumanoid) deb nomlanadi.

Bunday manipulyatorning asosiy afzalligi yuqoridagi sxemalarga qaraganda ancha kichik o'lchamlar bo'lib, katta xizmat ko'rsatish maydoniga ega bo'lib, uni cheklangan joyda ishlatish mumkin. Bunday manipulyatorlar odatda muvozanatli va shuning uchun ularni dasturlash inson qo'li bilan o'qitish usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Ular avtomobilsozlik sanoatida yig'ish, payvandlash, bo'yash

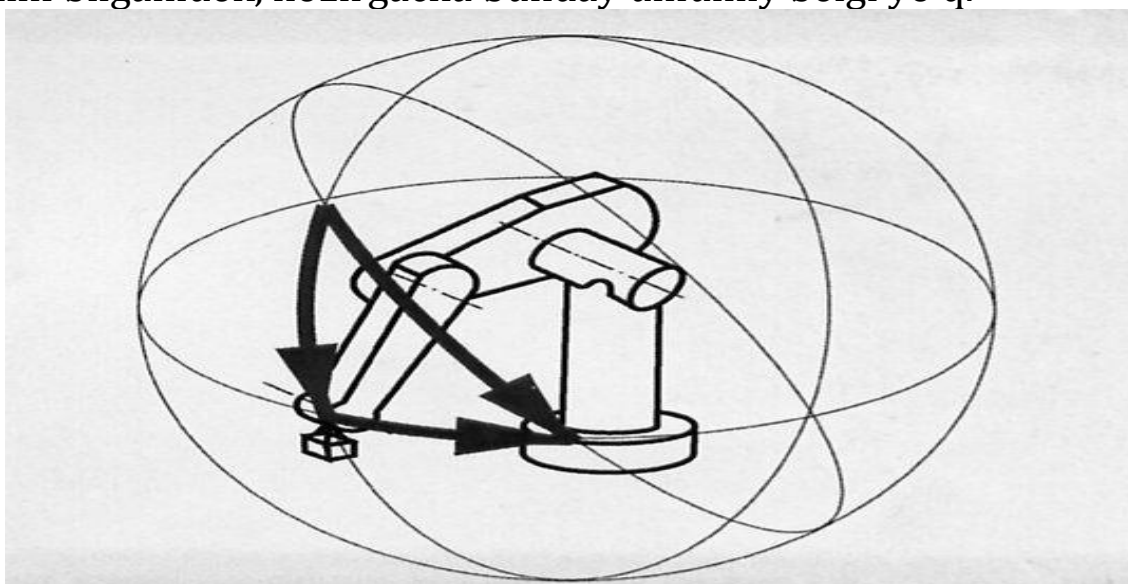
uchun keng qo'llaniladi.



19-rasm- Antropomorfik koordinatalar tizimiga ega bo'lgan manipulyator

Antropomorfik koordinata tizimiga ega bo'lgan manipulyator sxemasi odatda aniq bir sababga ko'ra "bo'g'inli manipulyator" deb nomlanadi - bu erda faqat aylanma juftliklar, "mentesheler" ishlatiladi va barcha harakat modullari aylanma.

3.3 Ushbu sxema 20-rasmda keltirilgan muallif tomonidan taklif qilingan robototexnika grafik belgisi uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Muallif bilganidek, hozirgacha bunday umumiy belgi yo'q.



20-rasm - Taklif etilayotgan robototexnika grafik ramzi

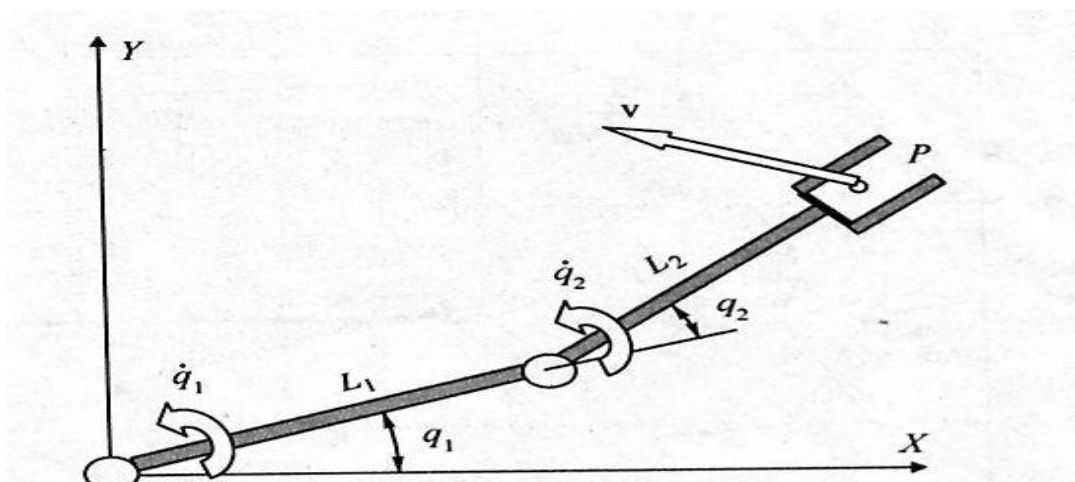
3.4. Dekart koordinatalarini umumlashtirilgan koordinatalarga aylantirish uchun mos keladigan formulalar juda murakkab ko'rinadi va shuning uchun bu erda keltirilgan emas. Ular maxsus adabiyotlarda, masalan, nashr etilgan "Elektr haydovchiga ega

robotlar va manipulyatorlar mexanikasi" kitobida uchraydi. Borisenko, L.A va Samoilenko A.V. Mn. "Oliy maktab" 1992 yil.

YUqoridagi formulalar yordamida harakat qonunlarini boshqariladigan koordinatalar bilan aniqlash masalasi hal qilinadi, bunda manipulyatorning harakatga keltiruvchi nuqtasi dekartiya makonining kerakli nuqtalariga tushadi. Ushbu muammo manipulyatorning pozitsiyalari uchun teskari muammo deb ataladi. Biroq, harakat faqat erishilgan nuqtalar bilan emas, balki traektoriya bo'ylab nishon nuqtasining harakatlanish tezligi bilan ham belgilanadi, manipulyator tegishli bo'lgan ko'p o'lchovli tizim uchun drayvlar harakati nafaqat koordinatalarda, balki o'z vaqtida ham muvofiqlashtirilishi kerak, talab qilinadi. SHunday qilib, manipulyatorni boshqarish vazifasi tezlik parametrlarini hisobga olgan holda nafaqat geometrik, balki kinematik hamdir.

Avtomatlashtirilgan mashinasozlik vazifalarida, qoida tariqasida, ishchi organning tezligi juda oddiy profil belgilanadi. Masalan, lazer yordamida kesish yoki bo'yash operatsiyalari doimiy kontur tezligini talab qiladi. SHu bilan birga, yuqorida ko'rib chiqilgan barcha sxemalar, birinchisidan tashqari, chiziqli bo'lmagan asoslarga ega bo'lgan mexatronik tizimlarda uni amalga oshirish uchun ijro etuvchilarning murakkab qonunlarga muvofiq harakatlanishini talab qiladi.

YUqoridagi bo'g'inli manipulyatorning soddalashtirilgan versiyasi sifatida ko'rib chiqilishi mumkin bo'lgan "SKARA" tipidagi ikki zanjirli manipulyator misolida ushbu muammoni ko'rib chiqamiz. Bu erda ishchi organ XY tekisligida doimiy tezlik bilan to'g'ri yo'l bo'ylab harakatlanishi kerak (21-rasm).



20-rasm- "SKARA" tipidagi manipulyator uchun teskari tezlik masalasining bayoni

Manipulyator bo'g'inlarining aylanish tezligini aniqlang, ishchi jismning ma'lum bir v vektori uchun. Robot texnikasida boshqariladigan harakat muammosining bunday formulasi teskari tezlik muammosi deb ataladi.

O'z-o'zidan katta kuch talab qiladigan ushbu muammoni hal qilish uchun bog'liqliklarni keltirib chiqarishni qoldirib, biz yakuniy formulalarni taqdim etamiz

$$\dot{\mathbf{q}}_1 = \frac{1}{\mathbf{D}} [\mathbf{b}_{11}(\mathbf{q}_1, \mathbf{q}_2) \dot{\mathbf{x}} + \mathbf{b}_{12}(\mathbf{q}_1, \mathbf{q}_2) \dot{\mathbf{y}}],$$

$$\dot{\mathbf{q}}_2 = \frac{1}{\mathbf{D}} [\mathbf{b}_{21}(\mathbf{q}_1, \mathbf{q}_2) \dot{\mathbf{x}} + \mathbf{b}_{22}(\mathbf{q}_1, \mathbf{q}_2) \dot{\mathbf{y}}],$$

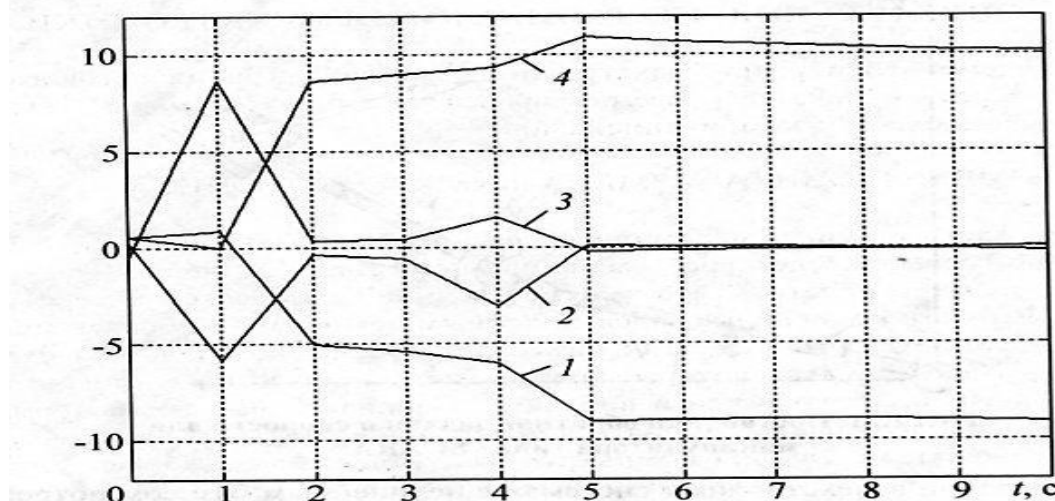
gde $\mathbf{b}_{11} = \mathbf{L}_2 \cos(\mathbf{q}_1 + \mathbf{q}_2)$; $\mathbf{b}_{12} = \mathbf{L}_2 \sin(\mathbf{q}_1 + \mathbf{q}_2)$;

$$\mathbf{b}_{21} = -\mathbf{L}_1 \cos \mathbf{q}_1 - \mathbf{L}_2 \cos(\mathbf{q}_1 + \mathbf{q}_2); \mathbf{b}_{22} = -\mathbf{L}_1 \sin \mathbf{q}_1 - \mathbf{L}_2 \sin(\mathbf{q}_1 + \mathbf{q}_2);$$

$$\mathbf{D} = \mathbf{L}_1 \mathbf{L}_2 \sin \mathbf{q}_2.$$

Simulyatsiya manipulyatorning X o'qiga parallel ravishda doimiy tezlikda harakatlanishini o'rganib chiqdi. Harakat berilgan dastlabki konfiguratsiyadan boshlandi (0), tezlik $v = 0,3 \text{ m / s}$.

21-rasmda umumlashtirilgan koordinatalarning o'zgarishi qonunlari va shuningdek, tegishli umumlashtirilgan tezliklarning grafiklari ko'rsatilgan.



21-rasm Manipulyator zvenolarining harakat qonunlari:

1.4 - navbati bilan birinchi va ikkinchi bo'g'inlarning burilishlari.

2,3 - navbati bilan birinchi va ikkinchi zvenolarning harakatlanish tezligi

SHunday qilib, ishchi organning bir tekis harakatlanishini ta'minlash uchun robot aktuatorlari murakkab vaqt dasturlarini ishlab chiqishi kerak. Bundan tashqari, ko'rib chiqilgan vaqt oralig'ida har ikkala haydovchi tez-tez tezlashuv va sekinlashuv bo'limlarini o'z ichiga olgan yuqori tezlikni silkitadi.

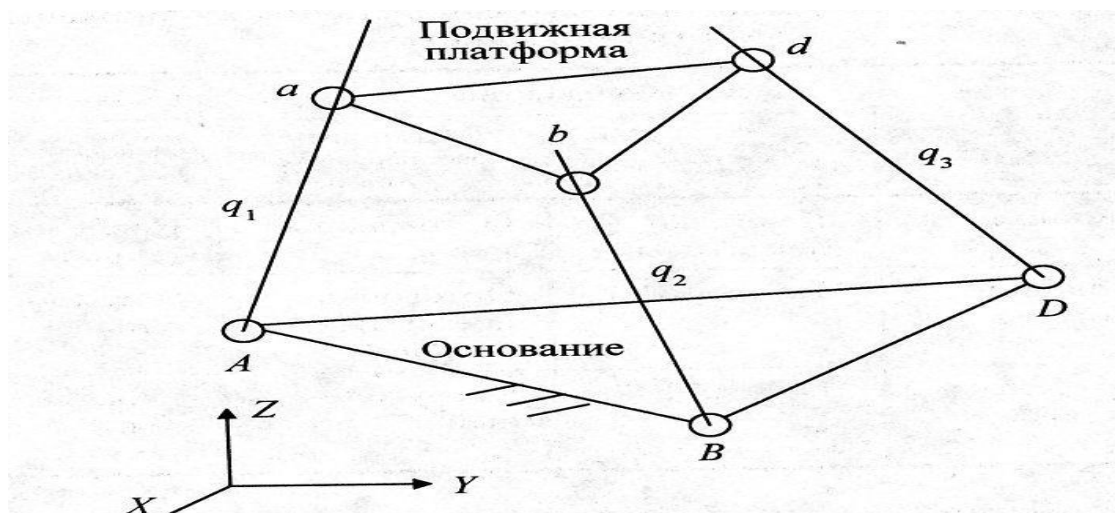
YUqorida keltirilgan sxemalar bir qator muhim kamchiliklarga ega.

- past yuk ko'tarish qobiliyati - manipulyatorning massasi, bu zvenolarning ketma-ket ulanishi bilan bog'liq. Har bir keyingi haydovchi nafaqat foydali yukni, balki zanjir bo'ylab barcha keyingi bog'lanishlarni harakatga keltirishga majbur.

- barcha bo'g'imlarning harakatlaridagi xatolar manipulyatorning yakuniy nuqtasida umumlashtiriladi, bu esa dekartizm bilan taqqoslaganda manipulyatorning past joylashish aniqligiga olib keladi;

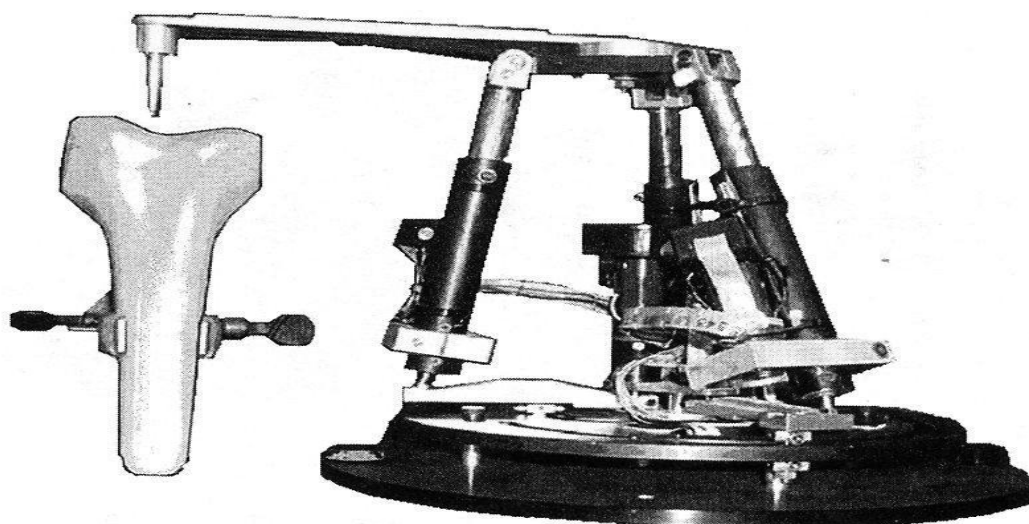
- manipulyatsiya robotlarining nisbatan past qat'iyiligi, chunki ishchi jismning elastik burilishi robotning harakatlanish darajasining barcha darajalari bo'ylab zanjir bo'ylab deformatsiyalar to'planishining natijasidir. Bundan tashqari, ushbu yig'indining og'irlik koeffitsientlari so'nggi nuqtadan mos keladigan menteşelerin o'qlariga qadar bo'lgan masofalarga mutanosibdir.

YUqoridagi kamchiliklarni bartaraf etishning samarali usullaridan biri bu parallel kinematikali (MPK) mashinalarni yaratishdir. Ularning dizayni odatda Styuart platformasiga asoslangan. Mashinada taglik va boshqariladigan uzunlikdagi bir nechta novda bilan bog'langan harakatlanuvchi platforma mavjud (21.1-rasm)

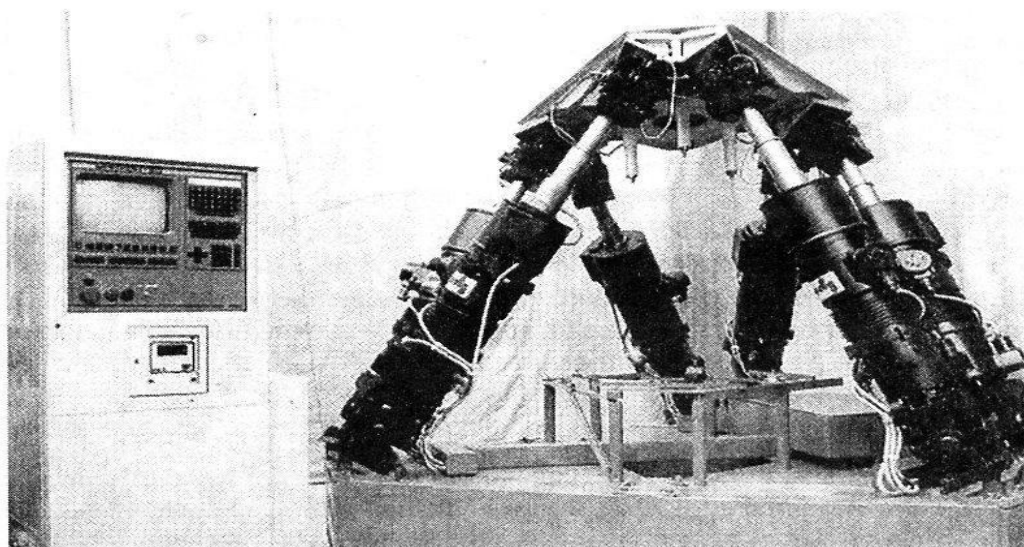


SHakl 21.1 Styuart platformasi

Tayoqchalar kamida ikki daraja harakatchanlikka ega bo'lgan menteşelerle sabitlenir. Ishlaydigan organ (masalan, asbob yoki o'lchov boshi) harakatlanuvchi platformaga biriktirilgan. CHiziqli siljish qo'zg'aysan yordamida tayoqlarning uzunligini o'zgartirib, harakatlanuvchi platformaning harakatlari va yo'nalishini boshqarish, natijada, unga qattiq bog'langan ishchi tanani boshqarish mumkin. Oltita erkinlik darajasida ishchi organning fazoviy harakatini boshqarish zarur bo'lgan universal mashinalar uchun navbati bilan oltita novda talab qilinadi. Jahon adabiyotida bunday mashinalar "hexopodlar" deb nomlanadi. Agar uchta boshqariladigan novda bo'lsa, unda IPC tripod deb ataladi.



Risunok 21.2. Tripod, skaniruyuşiy poverxnost kosti



SHakl 21.3 Olti burchakli

Parallel kinematik mashinalarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat.

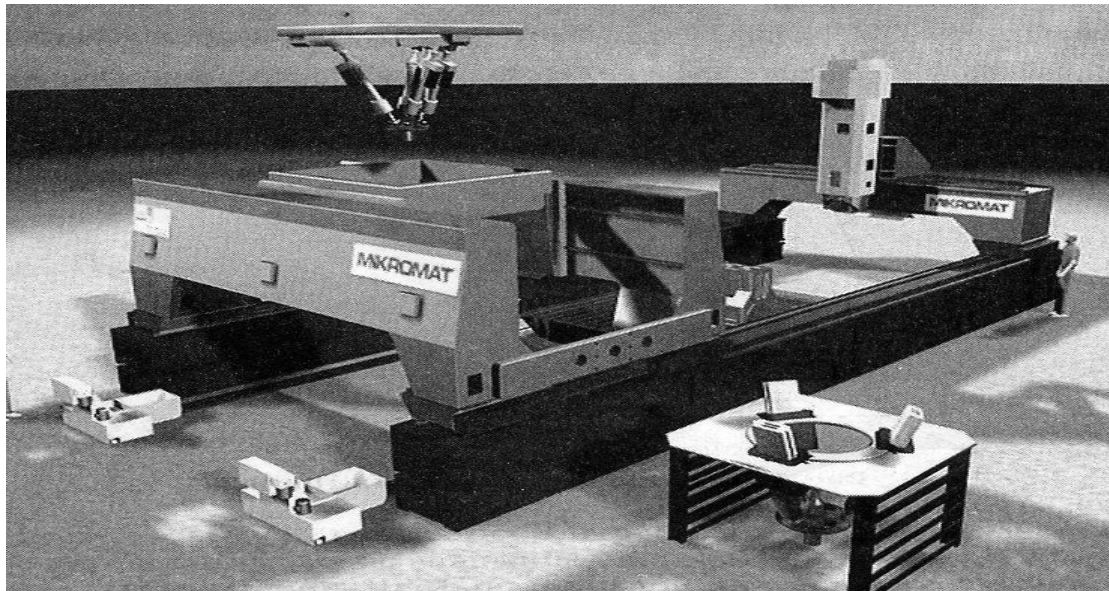
- harakatlarning yuqori aniqligi.
- yuqori tezlik va tezlanishlar.
- an'anaviy qo'llanmalar va ko'rpa-to'shaklarning etishmasligi IPC aniqligining oshishi quyidagi omillar bilan bog'liq.
- bazadan ishchi korpusga o'tish paytida havolalarning joylashishni aniqlash xatolarining superpozitsiyasi mavjud emas.
- novda mexanizmlari yuqori qat'iylikka ega, chunki ikki gradusli menteşeler mavjud bo'lganda, novdalar egilish momentlariga duch kelmaydi va faqat kuchlanish-siqishda ishlaydi.

YUqori aniqlik tufayli IPClardan nafaqat ishlov berish mashinalari, balki o'lchash mashinalari sifatida ham foydalanish mumkin.

MPC ning yuqori qat'iyliigi ularni quvvat texnologik operatsiyalarida, masalan, bukish mashinalari sifatida ishlatishga imkon beradi.

Ushbu sinf mashinalarini dasturiy ta'minot, dasturlash va boshqarishning o'ziga xos xususiyati ularning harakatlarni bajarish uchun asoslari egri bo'lganligi bilan bog'liq. Boshqariladigan tayoqlarning uzunligi umumlashtirilgan koordinatalar sifatida qabul qilinadi. IPC - bu mexatronik tizimning eng murakkab versiyasi. SHunga qaramay, uchburchak uchun kinematikaning teskari masalasini hal qilish oson. Barlarning uzunliklarini tegishli nuqtalar orasidagi masofa sifatida topish mumkinligi ko'rsatilishi mumkin, ularning koordinatalari dekart asosida berilgan.

YAngi avlodning mexatronik tizimlarida katta siljishlar uchun kinematik zanjirlarning ketma-ket va parallel tuzilmalarini birlashtirish mumkin. Bunday gibrid kinematikaning namunasi 21.4-rasmda ko'rsatilgan texnologik kompleksdir.



21.4-rasm Texnologik kompleks

4. ELEKTROMEKANIK ROBOTLAR QURILISHLARI

4.1 SHvetsiyalik "Asea IRB-6" kompaniyasining elektromexanik roboti avtomobilsozlik sanoatida payvandlash, bo'yash, naychalash va hk kabi operatsiyalar uchun ishlatiladi. OH antropomorfik sxemaga ega, uning tugunlari tartibi 22-rasmda keltirilgan.

"Asea IRB-6" robotining texnik xususiyatlari

Motilite chiziqlari soni 5

Portativ harakatchanlik darajasi:

platforma aylanishi q_1 , deg (deg / s) 340 (95)

elka burilishi q_2 , deg 80

bilakning aylanishi q_3 , daraja 65

Indikativ harakatchanlik darajasi:

tebranish q_4 , deg (deg / s) 180 (115)

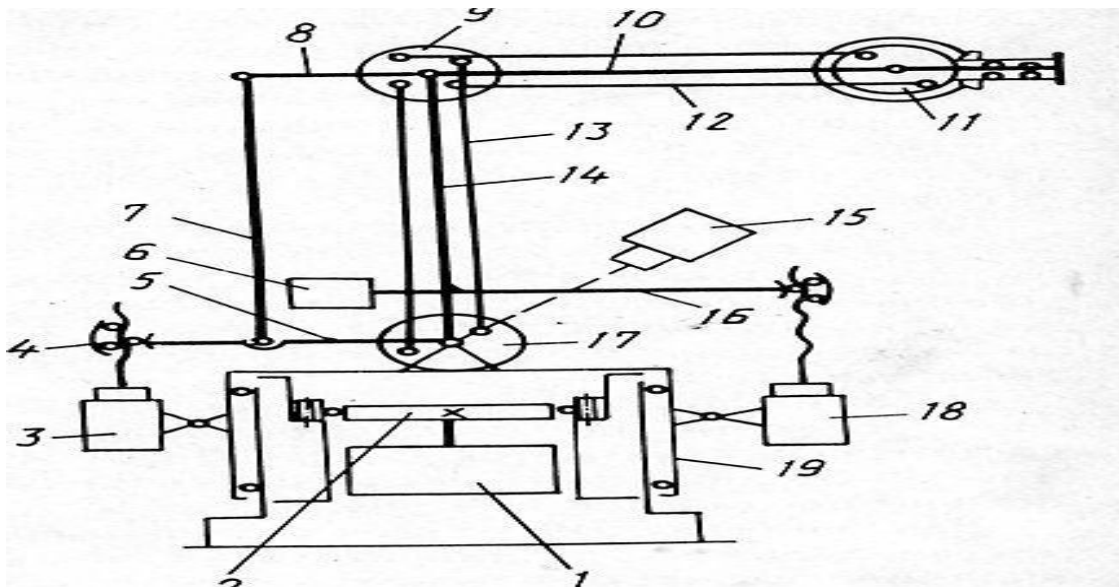
burilish q_5 , deg (deg / s) 369 (195)

YUk ko'tarish qobiliyati, kg 6

Joylashuv aniqligi, mm 0,2

Qurilmaning turi - pozitsion kontur

Manipulyatorning vazni, kg 125



22-rasm - "Asea IRB-6" robotining sxemasi

Qo'lning vertikal o'qi atrofida aylanishi, dvigatel 1-dan tortishishsiz to'liq uzatish orqali amalga oshiriladi, uning chiqish zanjiri aylanuvchi stolga ulanadi 19. Tishli dvigatel 3 va harakatni bilakka 10 etkazish uchun parallelogramma mexanizmi platformada 10 joylashgan. Ushbu mexanizm 5 va 8 ikkita krankdan iborat. va ikkita novda 7 va 14. Pastki krankkali uzatma dvigatelining chiqish miliga shar vint 4 yordamida ulanadi, yuqori krank bilakka ulanadi.

Plitaning (14) moyilligini dvigatel-reduktor (18) ta'minlaydi, uning harakatlanishi bilaguzuk (16) ga mahkam bog'langan krankka (16) etkaziladi. Qo'l qo'zg'atuvchisini tushirish uchun 6-muvozanat mo'ljallangan.

Harakatlanish yo'nalishining mexanizmlari parallelogramma tarjimonlarini hosil qiluvchi tayoqlar tizimi (13, 12, tirgaklar 17, 9, 11) tomonidan koaksiyal ravishda o'rnatiladigan ikkita reduktorli dvigatellardan (15) iborat (ularning ikkitasi bor va ular elkaning va bilakning ikkala tomonida joylashgan). Qo'lning tebranishi to'g'ridan-to'g'ri krankdan 11, aylanish esa - parallel tarjimonning krankidan konusning tishli tizimi orqali amalga oshiriladi.

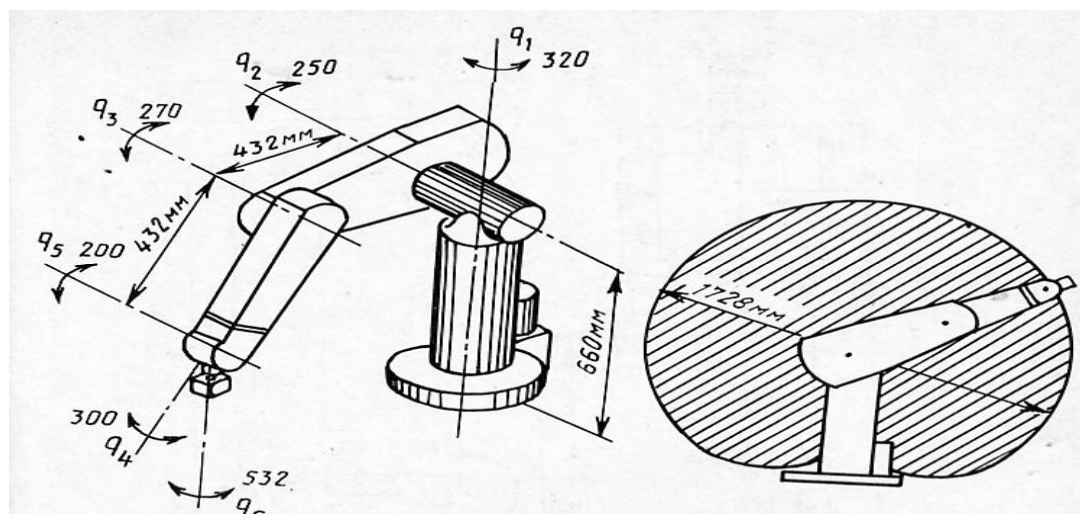
Robot antropomorfik sxemaga ega (ishchi korpusni ko'tarish va tushirish vertikal va gorizontalar ravishda sodir bo'ladi) va silindrsimon koordinatalar tizimida ishlaydi. Bu elkaning va bilakning motorlarini tegishli boshqarish bilan ta'minlanadi, kerakli tezlikni qayta hisoblash boshqaruv moslamasida avtomatik ravishda sodir bo'ladi.

Harakatlanishning barcha darajalaridagi zvenolarning harakatlanishi pozitsiya sezgichlari tomonidan boshqariladi. O'lchov

tizimi faza-analog printsipi asosida qurilgan: sensor signallari va berilgan signal o'rtasidagi o'zgarishlar farqi servo tizimni boshqaruvchi analog signalga aylantiriladi. Robotni boshqarish moslamasi uchta rejimda ishlashi mumkin: nuqtadan nuqtaga aniq, nuqtadan nuqtaga taxminan, nuqtadan nuqtaga chiziqli. Ishchi korpusni sensori moslamasi bilan jihozlashda robot yo'naltirilmagan ob'ektlarni qidirish rejimida ishlashi mumkin.

4.2 PM-01 universal sanoat roboti (1978 yildan beri ishlab chiqarilgan PUMA-560 robotining analogi) asosiy texnologik va yordamchi operatsiyalarni bajarishga mo'ljallangan. Om kinematikani, mikroprotsessorga asoslangan boshqaruv tizimini ishlab chiqdi, ko'rish tizimlari va boshqa sezgir vositalar bilan ishlashga yaxshi moslangan. Robotni boshqarish usuli kontur-pozitsion, dasturlash usuli analitik va o'rganuvchidir.

Robot antropomorfik printsip asosida qurilgan manipulyatorni o'z ichiga oladi, unga tanasi, burilish ustuni, elkasi, bilagi va qo'llari kiradi (23-rasm).



SHakl 23- PUMA-560 robot manipulyatori diagrammasi

RM-01 robotining texnik xususiyatlari

Harakatlanish darajalari soni 6

Harakatlanish darajalari bo'yicha maksimal harakat tezligi m / s 0,5

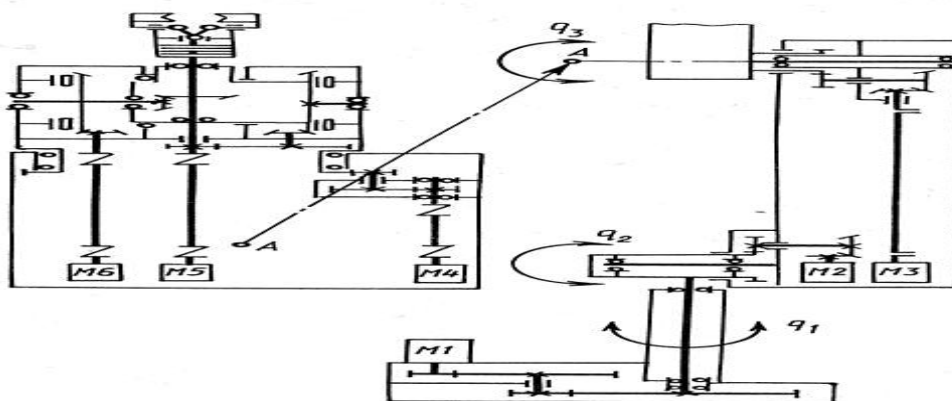
YUk ko'tarish quvvati, kg 2,5

Joylashuv aniqligi, mm 0,1

Boshqarish stendi bilan umumiy og'irlik, kg 342,

Manipulyatorning vazni, kg 62

Manipulyatorning kinematik diagrammasi 24-rasmda keltirilgan. Drayvlarning elektr dvigatellari zvenolarda joylashgan bo'lib, bu uzatishni soddalashtiradi va aniqlikni yaxshilaydi, lekin ko'chiriladigan massani ko'paytiradi. Dvigatellar - doimiy oqim, besleme quvvati 22 V, umumiy quvvat sarfi - 1200 Vt dan oshmaydi. Har bir dvigatel pozitsiya va tezlikni sezgichlari bilan jihozlangan, shuningdek elektromagnit tormoz bilan jihozlangan bo'lib, u dvigatel o'chirilganida ulanish joylarini o'rnatishga xizmat qiladi.



24-rasm - RM-01 robotining manipulyatorining kinematik diagrammasi

(PUMA-560)

Ko'chma q_1 va q_3 harakatlanish darajasidagi drayvlarda oddiy tishli mexanizmlar, q_2 koordinatalar haydovchisida - etakchi sun'iy yo'ldoshga ega sayyora qutisi.

Vites nisbati $i_1 = 60$, $i_2 = 50$, $i_3 = 30$. Barcha ko'chma harakatlanish darajalarining harakatlari kinematik jihatdan mustaqil.

Manipulyatorning konstruktiv xususiyatlari uni ma'lum bir yuk ko'tarish qobiliyatini, ishlashning barcha davrida yuqori aniqlikni ta'minlaydi, robotning MTBF qiymati 500 soat, o'rtacha ishlash muddati kamida 10 yil. Drayvlarni zanjirlarga joylashtirish bilan manipulyator sxemasi kinematik zanjirlar uzunligini minimallashtirishga imkon beradi. Har bir zvenoning haydovchisida ikkitadan ko'p bo'lmagan uzatmalar mavjud, ularning yuqori aniqligi va teskari namuna olish mexanizmining mavjudligi umuman harakatning yuqori aniqligini ta'minlaydi. Millerning burish deformatsiyasidan kelib chiqqan kinematik zanjirlarda xatoni kamaytirish uchun eng ko'p yuklangan qismlar katta diametrli quvurlar shaklida amalga oshiriladi.

Manipulyator tanasi agregatlarining monokokkali dizayni eng kam og'irlik bilan yuqori manipulyator qat'iyiligini ta'minlaydi. Barcha o'qlarning yotoq konstruktsiyalari manipulyator zanjirlarining o'lchamlari oralig'ida maksimal darajada joylashtirilgan bo'lib, bu strukturaning qattiqligini ta'minlaydi, podshipniklardagi reaksiyalarni pasaytiradi va deformatsiyalar va bo'shliqlar ta'sirini kamaytiradi. Bunday holda, katta diametrli, ammo engilroq seriyali podshipniklar ishlatiladi, bu ularning ko'tarish qobiliyatini, aylanishning silliqiligini va chidamliligini oshirish uchun zarurdir.

To'g'ridan-to'g'ri harakatlanuvchi bo'g'inlar bilan bog'langan barcha viteslar korpusning o'lchamlari bo'yicha maksimal mumkin bo'lgan diametrlarga ega, bu esa ulanishdagi kuchlarni kamaytirishga va natijada tishlarning deformatsiyasini kamaytirishga va zanjirlarning burchak holatining aniqligini oshirishga imkon beradi.

Tuzilmani engillashtirish bo'yicha tavsiflangan chora-tadbirlardan tashqari, manipulyator massalarning oqilona taqsimlanishiga ega. Zanjirlarning massa markazlari aylanish o'qlariga yaqin joylashganki, buning uchun qo'zg'aysan mexanizmlarining tugunlari menteşaning ikkala tomonida joylashgan bo'lib, qisqa tutashgan qismida ko'proq massiv qismlar va elektr motorlar mavjud. SHunday qilib, bog'lanish dizayni to'liq yoki qisman statik jihatdan muvozanatlangan bo'lib, bu statik yukni engish uchun zarur bo'lgan dvigatel kuchini kamaytiradi.

Umuman olganda, manipulyator dizayni juda zo'r. Qabul qilingan qarorlarning aksariyati rivojlanishning so'nggi yillaridagi aksariyat robotlar uchun mos yozuvlardir.

4.3 25-rasmda 90-yillarda Mogilyov "Technopribor" zavodi tomonidan ishlab chiqarilgan TUR-10 elektromexanik robotining diagrammasi keltirilgan.

Robotning texnik xususiyatlari

Harakatlanish darajasi soni 5

Portativ harakatchanlik darajasi:

Platformaning aylanishi q1, deg (deg / s) 340 (90)

Elkaning burilishi q2, deg (deg / s) 90 (90)

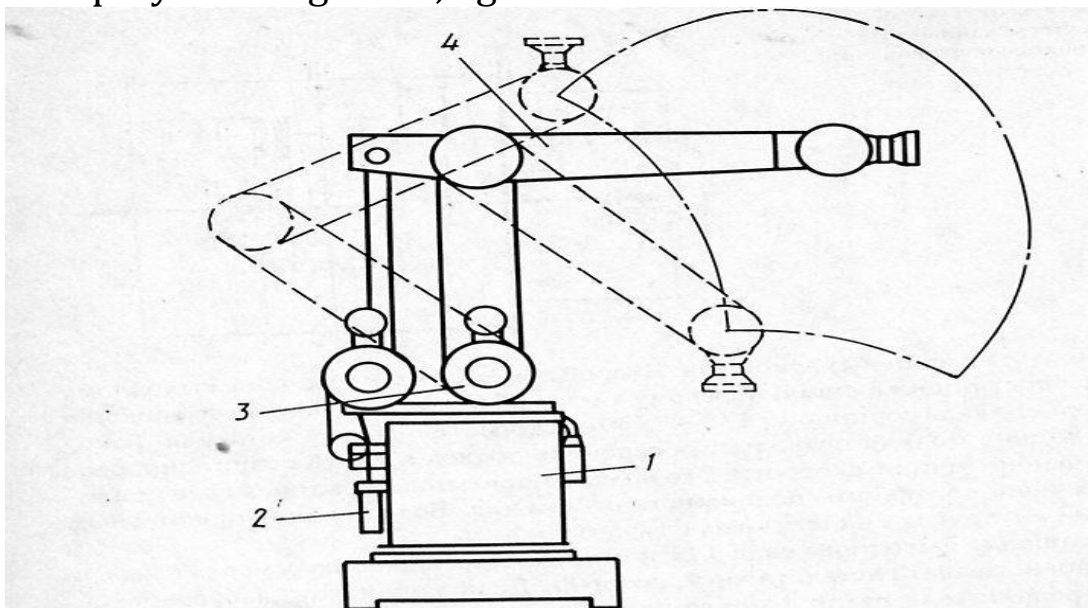
Sallanma bilagi q3, deg (deg / s) 90 (90)

Indikativ harakatchanlik darajasi:

Q4 cho'tkasining tebranishi, deg (deg / s) 90 (90)

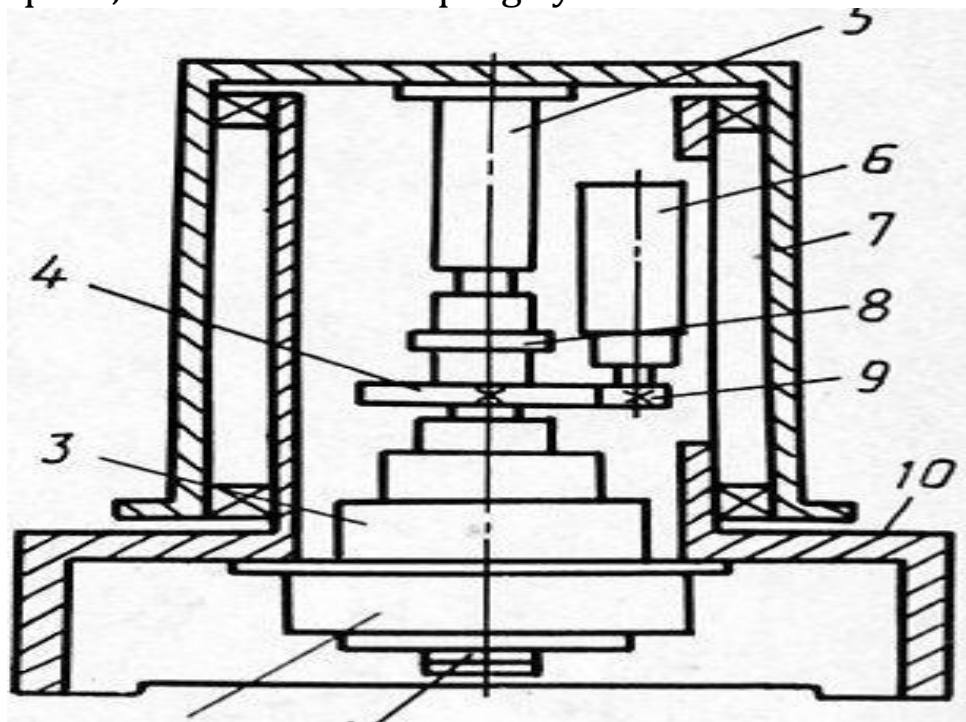
Qo'lning aylanishi q5, deg (deg / s) 180 (180)

YUk ko'tarish quvvati, kg 10
 Joylashuv aniqligi, mm 0,2
 Tekshirish moslamasi turi - pozitsion
 Manipulyatorning vazni, kg 230



SHakl 25- TUR-10 robotining sxemasi

TUR-10 roboti manipulyator, UPM-722 raqamli boshqaruv moslamasi, elektr yuritmani boshqarish bloki va pnevmatik paneldan iborat. Manipulyatorning asosiy birliklari - burilish mexanizmi 1, mexanik qo'l 4, elektromexanik qo'zg'aysan 3.



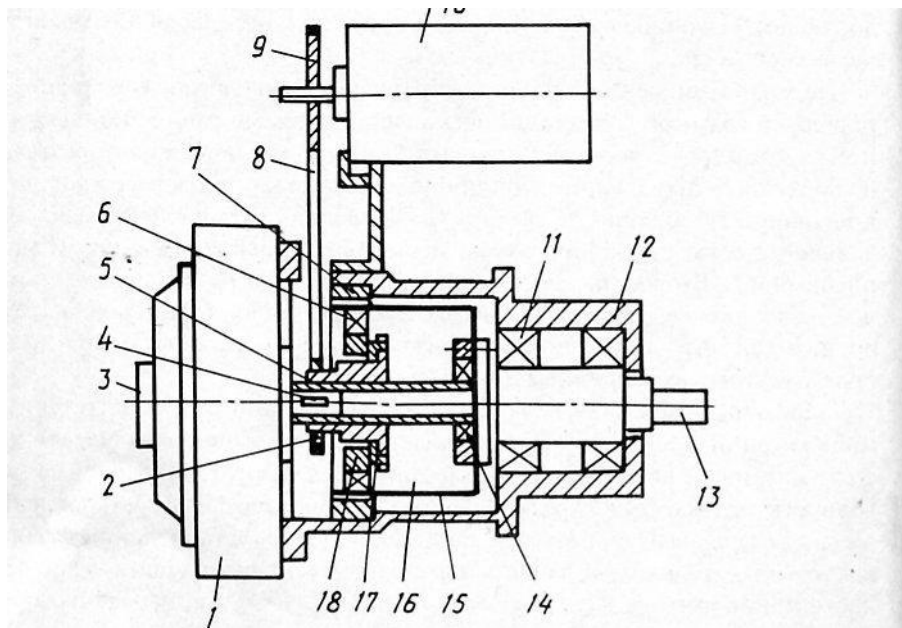
SHakl 26 - tebranish mexanizmi

Tebranish mexanizmi (26-rasm) manipulyator platformasini vertikal o'qi atrofida 340° ga aylantirish uchun mo'ljallangan. OH qattiq poydevor 10 ni o'z ichiga oladi, unga PYA250f tipidagi elektr dvigatel 2 (N250 Vt, $n = 3000 \text{ min}^{-1}$), tishli nisbati $i = 102,5$ bo'lgan to'lqin kamaytirgich 3 va PPK-15 turidagi joylashuv sensori 6 o'rnatilgan. Vites qutisi kompensatsiyalovchi muftasi 8 va mil 5 yordamida aylanuvchi stolga 7 ulangan. Sensorga aylanish vites qutisi validan 4 va 9 g'ildiraklardan tashkil topgan tishli poezd orqali uzatiladi $i = 15,6$. Tishli g'ildirak 4 bo'linib ketgan, uning yarmlari orasiga burama kamon o'rnatilgan. TGP-3 tipidagi taxogenerator 1 tezlikni qaytarish sensori sifatida ishlatiladi, dvigatel o'qi bilan koaksiyal ravishda o'rnatiladi va unga ulanish orqali ulanadi.

Aylanadigan platformada ijro etuvchi organning mexanik qo'li va uning bo'g'inlarining alohida qo'zg'aluvchilari mavjud. Qo'lda elka va bilaguzuk bilan bog'langan 3 bor, bilakka ishchi tanasining tebranishi va aylanishini ta'minlovchi qo'l biriktirilgan. Flange 7 tutqichni yoki texnologik vositani biriktirish uchun ishlatiladi. Qo'lning har bir bog'ichi qo'lni uzatuvchi mexanizm yordamida harakatga keltiriladi.

20 qo'zg'aluvchidan harakatni elkaga uzatishni qo'zg'aysanning chiqish miliga o'rnatilgan krank 19, bog'lash tayoqchasi 10, qo'l 11dan tashkil topgan bo'g'inli parallelogramma orqali amalga oshiriladi, harakatni qo'zg'atuvchidan 18 bilagiga uzatishni krank 17, bog'lash tayoqchasi 14, qo'l 12. qo'lning aylanish o'qiga to'g'ri keladigan o'qga o'rnatiladi va 90° qo'llar orasidagi burchak bilan ikki qo'lli qilingan. Qo'lning ikkinchi qo'li bilagiga burama ravishda bog'langan novda 21 bilan bog'langan. Barcha bog'lanishlar parallelogramma shaklida amalga oshiriladi, bu esa vites nisbati $i = 1$ bo'lgan chiziqli uzatish funksiyasini ta'minlaydi.

Harakatni orientatsiya mexanizmiga uzatish zanjirli disklar yordamida amalga oshiriladi. Ikkala zanjirli qo'zg'aysan bir xilda yasalgan va ikkita shoxchani o'z ichiga olgan: ulardagi harakat 16 dvigatellardan to'lqin reduktorlari 15 orqali elka menteşasi bilan koaksiyal ravishda o'rnatilgan 8 va 14 qo'zg'aysanlarning chiqish vallariga uzatiladi, manipulyator qo'lini boshqaradigan 2,1 tishli g'ildirakchalarga uzatiladi. 5,6-gachasi konusning g'ildiraklari burilishni gardishning 7-qismiga etkazish uchun ishlatiladi.

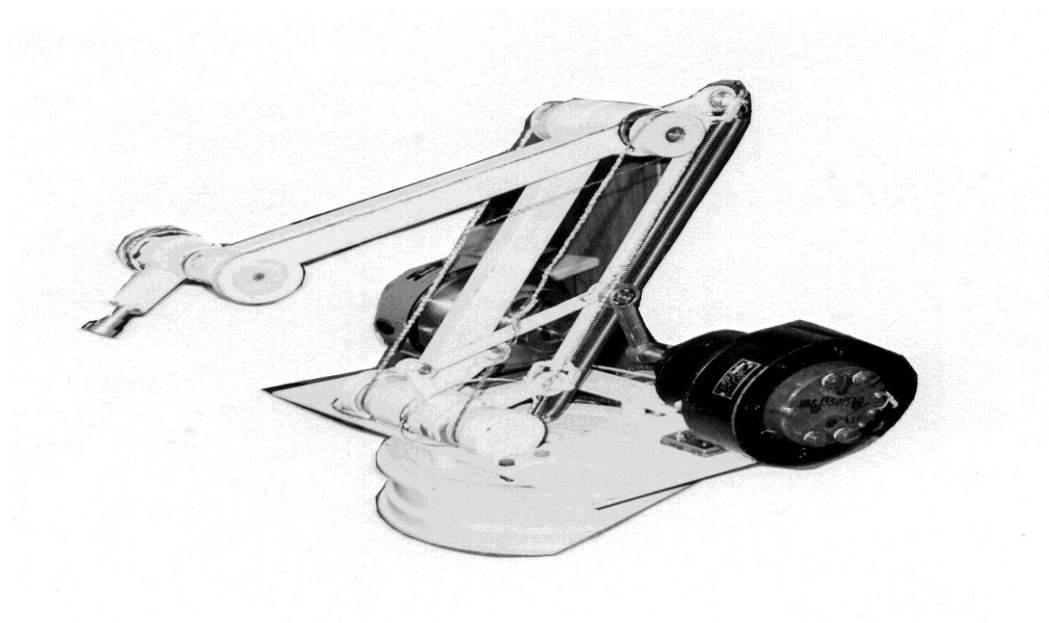


SHakl 28-to'liqin reduktori bilan bog'lovchi qo'zg'aysan moslamasi

To'rt elektromexanik bog'lanish drayveri bir xil. Har bir haydovchi PYA250f tipidagi 1 elektr motorini, to'liqin reduktorini 16, PPK-15 turidagi joylashish sensori 10 ni, TGP-3 tipidagi taxogenerator 3ni o'z ichiga oladi (28-rasm). Dvigatel o'qidan kodlovchi o'qga aylanish tishli bilaguzuk qo'zg'aysan yordamida uzatiladi, uning ichiga reduktor qutisining kirish miliga o'rnatilgan kasnaq 2 ($z = 28$), kasnak 9 ($z = 45$) kasnaq va tishli kamar 8 (modul 1 mm). Taxogenerator dvigatel qopqog'iga o'rnatiladi va rotorga ulanish orqali ulanadi.

To'liqin reduktori quyidagicha amalga oshiriladi. Drayv o'qi (5) dvigatel shaftiga dastani (4) yordamida ulanadi va boshqa uchida chiquvchi valda (14) rulmanga (14) o'rnatiladi. To'liqin generatorining elliptik kami (16) radikal bo'shliq bilan kirish miliga o'rnatiladi, kompensatsiya muftasi bilan valga ulanadi. 17 bu jarayonda to'liqin generatorini o'z-o'zidan o'rnatishni ta'minlaydi ish. Kamera egiluvchan g'ildirak 15 ($d = 80$ mm, $z = 205$, $m = 0.4$ mm) bilan o'zaro ta'sir qiluvchi, egiluvchan 6 ga ega, bu qattiq g'ildirak 7 ($z = 207$) bo'lgan ikkita zonada tutashgan bo'lib, 12-gachasi korpusga o'rnatiladi. Boshqariluvchi egiluvchan g'ildirak 15 bo'lib, u 12-gachasi korpusning 12-gachasi rulmanlariga o'rnatiladigan 13-gachasi valga ulangan.

29-rasmda qo'zg'aysan mexanizmlarining yangi turlarini sinab ko'rish uchun muallif tomonidan ilmiy tadqiqotlar tartibida ishlab chiqilgan va amalga oshirilgan bo'g'inli manipulyatorning eksperimental operatsion modeli ko'rsatilgan.



Shakl 29 - bo'g'inli qo'l modeli

ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari.

1. Mirziyoev SH.M. "Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz" mavzusidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. – T.: "O'zbekiston", 2016.-56 b.

2. Mirziyoev SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. – T.: "O'zbekiston", 2017.-102b.

3. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob halqimiz bilan birga quramiz. – T.: "O'zbekiston", 2017.-488 b.

4. Karimov I.A. YUksak ma'naviyat – engilmas kuch. – T.: "Ma'naviyat", 2008.-176 b.

5. Karimov I.A. Ona yurtimiz baxti iqboli va buyuk kelajagi yo'lida xizmat qilish – eng oliy saodatdir. –T.: "O'zbekiston", 2015.-302 b.

6. Karimov I.A. O'zbekistonning siyosiy-ijtimoiy va iqtisodiy istiqbolining tamoyillari. – T.: "O'zbekiston", 1995. 53-bet.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar.

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016 yil 9 fevraldagi "Sog'lom ona va bola yili" Davlat dasturi to'g'risida"gi PQ-2487-sonli Qarori. – T.: O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari to'plami, 2016 y., 7-son, 62-modda.

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" Farmoni. – T.: O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 6-son, 70-modda.

3. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 15 martdagi Umumiy o'rta ta'lim to'g'risida nizomni tasdiqlash to'g'risida"gi 140-sonli Qarori. – T.: O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 11-son, 167-modda.

4. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 6 apreldagi "Umumiy o'rta va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limining davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida"gi 187-sonli Qarori. –

T.: O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., 14-son, 230-modda.

5. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligining 2017 yil 17 oktyabrdagi 330-sonli "Davlat ta'lim standarti bo'yicha umumiy o'rta ta'limning malaka talablarini o'quvchilar tomonidan o'zlashtirilishi darajasini va ularning bilimlari sifatini nazorat qilish bo'yicha baholovchi mezonlarini tajriba-sinovdan o'tkazish to'g'risida" bo'yruqi va uning asosidagi reyting tizimi Muvaqqat Nizomi. – T.: 2017.

6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 5 sentyabrdagi "Xalq ta'limi boshqaruv tizimini takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PF-5538-sonli Farmoni. – T.: O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari to'plami, 2018 y., 10 sentyabr, 36-son, 722-modda.

7. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 5 sentyabrdagi "Xalq ta'limi tizimiga boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida" PQ-3931-son Qarori. – T.: O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari to'plami, 2018 y., 10 sentyabr, 36-son, 728-modda.

8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 29 apreldagi "O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5712-sonli Farmoni. – T.: O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari to'plami, 2019 y., 6 may 18-son, 348-modda.

III. Maxsus adabiyotlar.

1. Diane Belcher, Ann M. Johns, Brian Paltridge. New directions in english for specific purposes research. The University of Michigan Press. 2011.

2. Ishmuxamedov R.J., YUldashev M. Ta'lim va tarbiyada innovasion pedagogik texnologiyalar.– T.: "Nihol" nashriyoti, 2016.- 279 b.

3. Michael Swan, Catherine Walter. The Good Grammar Book. Oxford, 2001.

4. Norenkov I.P., Zimin A.M. Информационные технологии в образовании: Учебное пособие. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Баумана, 2002.-336 с.

5. Podlasıy I. Pedagogika. Novıy kurs: uchebnik dlya stud. pedagog. vuzov. - v 2-x kn. – M.: VLADOS, 1999.-567 s.
6. Peter Master. English Grammar and Technical Writing. Regional Printing Center. 2004
7. Sergeev I.S. Osnovy pedagogicheskoy deyatelnosti: Uchebnoe posobie. – SPb.: Piter. Seriya “Uchebnoe posobie”, 2004.-316 s.
8. G‘ulomov S.S., Begalov B.A. Informatika va axborot texnologiyalari.– T.: Fan, 2010.-686 c.
9. Pedagogika nazariyasi va tarixi // M.X. To‘xtaxo‘jaeva tahriri ostida. – T.: “Moliya-iqtisod”, 2008.-208 b.
10. Inoyatov U.I., Muslimov N.A., va boshq. Pedagogika: 1000 ta savolga 1000 ta javob. 2012 y. Toshkent, “Ilm-Ziyo” nashriyoti. 12 b.t.
11. Inoyatov U.I., Muslimov N.A., va boshq. Pedagogika (nopedagogik oliy ta‘lim muassasalari uchun). 2013 y. - TDPU. 15,25 b.t.
12. Muslimov N., va boshqalar. Kasb ta‘limi o‘qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirish texnologiyasi. – T.: “Fan va texnologiyalar”, 2013 y. 8 b.t.
13. Sayidahmedov N.S. Yangi pedagogik texnologiyalar. – T.: Moliya, 2003.-172 b.
14. Tolipov O‘., Usmonboeva M. Pedagogik texnologiyalarning tadbqiqiy asoslari – T.: 2006.-163 b.
15. Urazova M.B., eshpulatov SH.N. Bo‘lajak o‘qituvchining loyihalash faoliyati. // Metodik qo‘llanma. – T.: TDPU Rizografi, 2014 yil. 6,5 b.t.
16. R.P. Pathak. Methodology of educational Research. Atlantic. USA-2008.
17. Michael McCarthy “English Vocabulary in use”. Cambridge University Press, 1999, Presented by British Council.
18. Mangal S.K., Uma Mangal. Educational technology. Ratha Mohan. India., - 2013.
19. Imran R. Shaikh. Introduction to educational Technology and ICT. McGraw Hill education. India, 2013
20. Davlatov K., Vorobyov A., Karimov I. Mehnat va kasb ta‘limi nazariyasi hamda metodikasi. - Toshkent., O‘qituvchi, 1992. - 320 b.
21. R.X.Juraev, O‘Q.Tolipov va boshqalar. Pedagogik atamalar lug‘ati. – T.: “Fan”, 2008. 50-bet.

22. R.X.Juraev, A.Zunnunov. ta'lim jarayonida o'quv fanlarini integrasiyalash. – T.: “SHarq”, 2005. 5-bet.
23. SHaripov SH.S., Vorobyov A.I., Muslimov N.A., Ismoilova M. Kasb ta'limi pedagogikasi. - Toshkent., 2005. - 58 b.
24. SHaripov SH.S. va boshqalar. Mehnat ta'limi: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 5-sinfi uchun darslik. – T.: “SHarq”, 2012.-240 b.
25. SHaripov SH.S., Qo'ysinov O.A., Abdullaeva Q. Texnologiya: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 6-sinfi uchun darslik. – T.: “SHarq”, 2017.-240 b.
26. SHaripov SH.S., Qo'ysinov O.A., Abdullaeva Q. Texnologiya: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. – T.: “SHarq”, 2017.-240 b.
27. SHaripov SH.S., Qo'ysinov O.A., ergashev SH.T., Tohirov O'O., va b. Texnologiya fanini o'qitish va psixologik xizmatni tashkil etishda innovasion texnologiyalardan foydalanish. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: “Muxammad poligraf” MCHJ, 2017.-80 b.
28. Tolipov O'Q., Barakaev M., SHaripov SH.S. Kasb ta'limi pedagogikasi. – T.: 2003.-88 b.
29. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Mehnat ta'limi. 5-sinf. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: “POYTAXT-PRINT” MCHJ, 2016.-176 b.
30. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Mehnat ta'limi. 6-sinf. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: “POYTAXT-PRINT” MCHJ, 2016.-191 b.
31. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Mehnat ta'limi. 7-sinf. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: “POYTAXT-PRINT” MCHJ, 2016.-166 b.
32. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Mehnat ta'limi. 8-sinf. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: 2016.-134 b.
33. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Mehnat ta'limi. 9-sinf. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: 2016.-136 b.
34. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Polimer materiallarga ishlov berish texnologiyasi. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: 2017.-50 b.

35. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'.O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Elektrotexnika va elektronika asoslari. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: 2017.-40 b.

36. Qo'ysinov O.A., Tohirov O'.O., Mamatov D.N., Aripova D.F. Ro'zg'orshunoslik asoslari. // O'qituvchilar uchun metodik qo'llanma. – T.: 2017.-46 b.

37. Tohirov O'.O. Texnologiya o'quv fani davlat ta'lim standarti va o'quv dasturini ta'lim amaliyotiga joriy etish metodikasi. // Metodik tavsiyanoma. – T.: RTM, 2017. - 72 b.

38. Tohirov O'.O., Karimov I., Maxsimova M.M. Texnologiya: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik. – T.: "Ilm Ziyo" nashriyot uyi, 2019.-160 b.

39. Tohirov O'.O. Texnologiya fanini o'qitishda zamonaviy yondashuvlar va innovasiyalar. // O'quv moduli bo'yicha o'quv-uslubiy majmua. – T.: TDPU, 2018.-136 b.

40. Tohirov O'.O. Texnologiya fanini o'qitish metodikasi. // O'quv moduli bo'yicha o'quv-uslubiy majmua. – T.: TDPU, 2018.-265 b.

41. Tohirov O'.O. Texnologiya fanidan tanlov o'quv moduli. // O'quv moduli bo'yicha o'quv-uslubiy majmua. – T.: TDPU, 2018.-112 b.

42. Tohirov O'.O. Texnologiya fanini o'qitishda zamonaviy yondashuvlar va innovasiyalar. // O'quv moduli bo'yicha o'quv-uslubiy majmua. – T.: Toshkent shahar XTXQTMOHM, 2019.-134 b.

43. Tohirov O'.O. Texnologiya fanini o'qitish metodikasi. // O'quv moduli bo'yicha o'quv-uslubiy majmua. – T.: Toshkent shahar XTXQTMOHM, 2019.-260 b.

44. Tohirov O'.O. Texnologiya fanidan tanlov o'quv moduli. // O'quv moduli bo'yicha o'quv-uslubiy majmua. – T.: Toshkent shahar XTXQTMOHM, 2019.-108 b.

45. O'.Tohirov. Mehnat ta'limini maznunan modernizatsiyalashda "Ustoz-shogird" faoliyatini tashkil etish texnologiyasi. "Maktab va hayot" ilmiy metodik jurnali. – T.: 2012 yil 3-son B.25-27.

46. Sattarova Z., Abdusalomova N., Ahmedova N. Texnologiya: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 9-sinfi uchun darslik. – T.: "O'zbekiston", 2019.-160 b.

47. Z.SHamsieva. O'.Tohirov. Mehnat ta'limi o'quv fanidan darsdan tashqari to'garak mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha metodik tavsiya. – T.: "ABU MATBUOT-KONSALT", 2013.-32 b.

IV. Elektron ta'lim resurslari.

1. www.edu.uz.
2. www.uzedu.uz.
3. www.eduportal.uz.
4. [www. ZiyoNet. uz](http://www.ZiyoNet.uz).
5. www.giu.uz
6. www.texnologiya.zn.uz
7. <http://trinitki.ru>
8. <http://www.school.edu.ru>.
9. www.tdpu.uz
10. www.pedagog.uz
11. www.wikipedia.org
12. www.education.fr.

