

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM  
VAZIRLIGI**

**X.N.NAZAROV**

**ROBOTLAR VA ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR**  
**DARSLIK**

**TOSHKENT 2020**

UO‘K 621.865.8. (075)

KVK: 32.8163

Ye-30

**Nazarov X. N. Robotlar va robototexnik tizimlar. Darslik. - “MASHUR PRESS”, 2019, -236 b.**

Mazkur darslik 5312600 – Mexatronika va robototexnika va 5311000 – Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish yo‘nalishlari bo‘yicha ta‘lim olayotgan bakalavr talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, “Robotlar va robototexnik tizimlar” fani bo‘yicha o‘quv va ishchi dasturlariga muvofiq tuzildi.

Darslikda barcha mavzular bo‘yicha nazorat savollari berilgan. Bunda robototexnika asoslari, sanoat robotining strukturasi, dasturiy, adaptiv va intellektual robotlar, robotlarning texnik xarakteristikalarini, robotlarning mexanik tizimlari, yuritmalari va boshqarish tizimlari, robototexnik tizimlar va komplekslar mobil robototexnik tizimlar, robototexnik komplekslarning qo‘llanilishi, zamonaviy robotlar va robototexnik tizimlarning mexatron modullari bo‘yicha ma‘lumotlar berilgan.

Учебник написан согласно учебной и рабочей программы предмета «Роботы и робототехнические системы» и предназначен для студентов бакалавриата обучающиеся по направлениям 5312600 – Мехатроника и робототехника и 5311000 – Автоматизация производственных процессов.

В учебнике рассмотрены основы робототехники, структура промышленного робота программные, адаптивные и интеллектуальные роботы, технические характеристики системы приводы и системы управления роботов, робототехнические системы и комплексы, мобильные робототехнических комплексов, современные мехатронные модули роботов и робототехнических систем.

The textbook is written according to the curriculum and work program of the subject "Robots and Robotic Systems" and is intended for undergraduate students studying in the areas 5312600 - Mechatronics and Robotics and 5311000 - Automation of production processes.

The textbook covers the basics of robotics, the structure of an industrial robot, software, adaptive and intelligent robots, the technical characteristics of the drive system and robot control systems, robotic systems and complexes, mobile robotic complexes, modern mechatronic modules of robots and robotic systems.

#### **Taqrizchilar:**

**Sh.M.Gulyamov** – texnika fanlari doktori, professor

**A.V.Qobulov** – texnika fanlari doktori, professor, UZMU

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2020

© MASHUR PRESS, 2020

## **KIRISH**

O‘zbekiston Respublikasida olib borilayotgan islohatlar, mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ustivor yo‘nalishlariga muvofiq kadrlarni sifatli o‘qitish va tarbiyalash, mustaqil fikrlashga qodir bo‘lgan, hozirgi zamon bozor sharoitlarida ishni izchil tashkil eta oladigan, yuqori malakali raqobatbardosh kadrlar tayyorlashga yo‘naltirilgan yagona davlat siyosatini amalga oshirish borasida ishlar amalga oshirilmoqda.

Hozirgi zamon yuqori texnologiyalarida sanoat robotlari va robototexnika tizimlari keng qo‘llanilmoqda.

Robotlar, robototexnik va moslashuvchan ishlab chiqarish sistemalari ishlab chiqarishni rivojlantirishning texnik asoslari hisoblanadi.

Hozirgi zamon yangi texnologiyalarida robotlar va robototexnik sistemalarni qo‘llash yildan yilga oshib bormoqda.

Ular yordamida yangi texnologik jarayonlar o‘zlashtirilmoqda, odamlarni toliqtiradigan, bir xil, og‘ir qo‘l mehnatidan, sog‘liqlari uchun zararli va xavfli ishlardan ozod qilinmoqdalar.

Mazkur darslikda sanoat robototexnikasi asoslari yoritilgan. Unda robotlar va robototexnik komplekslar bo‘yicha asosiy tushunchalar, ta’riflar berilgan. Robototexnikaning ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirishdagi roli bayon qilingan. Robot va manipulyatorlarning strukturasi, texnik xarakteristikalari, modul qurish tamoyillari birinchi bobda berilgan.

Ikkinchi bobda sanoat robotlarining mexanik sistemasi, manipulyatorlarning kinematikasi, kinematik komponentlari hamda manipulyatorlarning konstruktiv xususiyatlari bayon qilingan. Undan tashqari robotlarning ishchi organlari va harakat qurilmalarining konstruksiyalari va ishlash prinsiplari keltirilgan.

Uchinchi bobda robotlarni asosiy elementlari hisoblangan pnevmatik, gidravlik va elektrik yuritmalari berilgan.

Robotlarda qo‘llaniladigan yuritmalarga qo‘yiladigan talablar, yuritmalarning afzallik va kamchililari ham shu bobda bayon qilingan.

To'rtinchi bob sanoat robotlarini boshqarish sistemalariga bag'ishlangan bo'lib, programmali, adaptiv va intellektual boshqarish sistemalari, hamda sanoat robotlarini boshqarish uchun qo'llaniladigan siklli, pozitsion va kontur boshqarish sistemalari, robot boshqarish sistemasining matematik yozilishi berilgan.

Beshinchi bob robotlarning informatsion sistemalariga bag'ishlangan. Unda robotlarning informatsion qurilmalari va ularning vazifalari, ichki va tashqi informatsiya datchiklari, taktil sensorlar, texnik ko'rish sistemalari, sezishning lokatsion sistemalari, kuch-moment datchiklari bayon qilingan.

Oltinchi bob sanoat robotlarining ishlab chiqarishda qo'llanilishi ko'rilgan, bunda robotlarning temirchilik-presslash uskunalariga, metall qirquvchi dastgohlarga xizmat qilish va yig'uv operatsiyalarini bajarishi berilgan.

Yettinchi bobda robototexnik tizimlar va komplekslar bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Robototexnik komplekslarning sinflanishi, ularning turlari, robototexnik komplekslarni joylashtirish, yig'uv robototexnik komplekslari, mexanik ishlov berish komplekslari va temirchilik-presslash operatsiyalarida ishlatiladigan robotlashtirilgan komplekslar bayon qilingan.

Sakkizinchi bobda robotlarni sozlash, ishga tushirish va ularga texnik xizmat kursatish ko'rib chiqilgan. Robotlarni sozlash va ishga tushirish, robotlarning texnik xarakteristikalarini tekshirish, robotlarning parametrlarini nazorat qilish apparaturasi va vositalari, robotlarni diagnostika qilish vositalari, gidro- va pnevmoyuritmalarni sozlash va ularga texnik xizmat ko'rsatish berilgan.

To'qqizinchi bobda robototexnikada unifikatsiyalash va standartlashtirish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

O'ninchi bobda sanoat robotlarini ishlatishda mehnat havfsizligi bayon qilingan.

Keying boblarda robototexnikada unifikatsiya va standartlashtirish, intellektual robotexnik tizimlar, mexatronika va robototexnikaning xozirgi zamon texnikaning yangi yo'nalishi ekanligi bayon qilingan

# **1-BOB. ISHLAB CHIQRISHNI KOMPLEKS AVTOMATLASH TIRISHDA ROBOTLARNING ROLI. ROBOTLAR BO‘YICHA UMUMIY TUSHUNCHALAR**

## **1.1. Robotlar haqida umumiy tushunchalar va ta’riflar.**

“Robot” so‘zi birinchi marotaba 1920 yilda chex yozuvchisi K. Chapekning “RUR” (Rossum universal robotlari) pesasida ishlatilgan. Robot tushunchasi keng doiradagi turli sistemalar va qurilmalar bilan bog‘liq.

Robotning turli xil avtomatik sistemalar va qurilmalardan asosiy farqi, unda odam harakatlariga o‘xshash harakatlar qila oladigan organning ya’ni mexanik qo‘l (manipulyatorlar) ning borligi va u yordamida robot tashqi muhitga ta’sir qilish imkoniyati borligidir. Robot odam o‘rniga turli xil manipulyatsiyalarni qila oladigan mashina – avtomatdir. (1.1 – jadval).

1.1 – jadval.

### **Robotlarning funksional imkoniyatlari.**

<b>Funksiyalar</b>	<b>Odamning funksional organlari</b>	<b>Robotdagi analog</b>
Fikrlash	Markaziy nerv sistemasi	Boshqarish sistemasi
Tashqi muhit bilan aloqa	Sezish organlari	Sezish elementlari (datchiklar va sensorlar)
Ish va harakat	Qo‘l, oyoq va h.	Manipulyatorlar va harakatlanish qurilmasi
Hayot ta’minoti	Qon aylanish va hazm qilish organlari	Energiya manbalari

Robotlar manipulyatorlar deb ataladigan mashinlar sinfiga kiradi. Manipulyatorlar – ko‘p zvenolardan iborat mexanizm bo‘lib, odam qo‘li harakatlarini imitatsiya qilishga mo‘ljallangan qurilmadir, u masofadan operator yoki programmali boshqarish sistemasi tomonidan boshqariladi [1, 2, 7].

## **Asosiy tushunchalar va ta'riflar.**

*Sanoat roboti (SR)* - ishlab chiqarish jarayonida harakat va boshqaruv funksiyalarini bajarish uchun mo'ljallangan bir nechta xarakatlanish darajasiga ega bo'lgan manipulyator ko'rinishidagi ijro qurilmasidan hamda qayta dasturlanuvchi dasturiy boshqaruv qurilmasidan tashkil topgan statsionar (qo'zg'almas) yoki ko'chma avtomatik mashina. Texnik adabiyotda bundan ham qisqaroq ta'rif uchraydi: Sanoat roboti (SR) - sanoatda ishlatishga mo'ljallangan qayta dasturlanuvchi avtomatik manipulyator.

*Robototexnik tizim* deb, shunday texnikaviy tizimga aytiladiki, unda energiya, massa va axborotlar bilan bog'liq o'zgartirishlar va aloqalar sanoat robotlaridan foydalanilgan holda aks etadi.

Sanoat robotlari tomonidan o'rnini bosa oladigan funksiyalari va ular bajara oladigan operatsiyalarga ko'ra robotlashtirilgan texnologik majmua va robotlashtirilgan ishlab chiqarish majmualari farqlanadi.

Bitta sanoat roboti o'zaro harakatda bo'ladigan bir yoki bir nechta texnologik jihozlardan hamda majmua ichidagi ishning to'la avtomatik siklini va boshqa ishlab chiqarishlarning kirish va chiqish oqimlari bilan aloqalarni ta'minlovchi yordamchi jihozlar yig'indisidan iborat ishlab chiqarish vositalarining avtonom harakat qiluvchi to'plamiga robotlashtirilgan texnologik majmua deyiladi.

Yig'ish, payvandlash, bo'yash kabi texnologik jarayonlarga oid asosiy operatsiyalarni bajaruvchi bitta sanoat robotidan hamda majmua ichidagi texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan siklini to'la ta'minlovchi yordamchi jihozlar yig'indisidan iborat avtonom harakat qiluvchi ishlab chiqarishning texnologik vositalari to'plamiga *robotlashtirilgan ishlab chiqarish majmuasi* deyiladi.

*Sanoat robotining ijro qurilmasi* – robotning harakat funksiyalarini bajaruvchi qurilma. Uning tarkibiga manipulyator (M) va boshqarish qurilmasi (BK) kiradi.

*Sanoat roboti manipulyatorining ishchi a'zosi (organi)* – robotning tashqi muhit bilan bevosita o'zaro aloqasini amalga oshiruvchi qurilma bo'lib, odatda qisqichlash qurilmasi yoki ishchi asbobni bildiradi.

*SRning boshqarish qurilmasi* - berilgan programmaga ko'ra ijro qurilmasiga boshqaruvchi ta'sirlarni shakllantirish va chiqarib berish uchun mo'ljallangan.

*SRning o'lchov qurilmasi* - boshqarish qurilmasi uchun robot va tashqi muhit holatlariga oid informatsiya yig'ishni amalga oshiradi.

*Xizmat ko'rsatuvchi sanoat roboti* - yordamchi o'tish va transport operatsiyalarni bajaruvchi robotdir. Masalan, yuklovchi – yuk tushiruvchi va transport robotlari.

*Operatsion SR* – texnologik operatsiyalar va ularning elementlarini, masalan, payvandlash, yig'ish, bo'yash va shunga o'xshash operatsiyalarni bajaruvchi robotdir.

*Ishlab chiqarishni robotlashtirish* – robotlardan keng ko'lamda foydalanuvchi yangi texnologiyalar, yangi jihozlarni yaratish hamda ishlab chiqarishni tashkil qilish va boshqarish prinsiplarini ishlab chiqish.

*CRni dasturiy boshqarish* – sanoat robotining ijro qurilmasi hamda u bilan ishlayotgan texnologik jihoz ustidan avtomatik boshqarish.

*Ishchi fazo (atrof)* – SR ning ishlash jarayonida robot manipulyatori ishchi organi harakatda bo'la oladigan fazo.

*SR ishchi zonasining geometrik xarakteristikasi* – robot ishchi zonasining chiziqli yoki burchak o'lchovlari, kesim yuzasi yoki hajmi, yoki ularning birgalikda olingan to'plami.

*SRning bazaviy koordinatalari sistemasi* – robot ishchi zonasining geometrik xarakteristikalari beriladigan koordinatalar sistemasi.

*SRning xarakatchanlik darajasi soni* - SR manipulyator kinematik zanjirining erkinlik darajasi soni hamda robot harakat qurilmasining erkinlik darajasi soni bilan aniqlanadi.

*SRning nominal yuk ko'tarish qobiliyati* - ishlab chiqarish predmeti yoki ishchi asbobning qisqichlab, ushlab turilishi kafolatlangan massasining eng katta qiymati bilan xarakterlanadi.

*Ishchi organining pozitsiyalashtirish xatoligi* – ishchi organ pozitsiyasining boshqarish programmasi tomonidan berilgan holatiga nisbatan chetlanishi.

*SRning pozitsiyalashtirilgan boshqarilishi* – robot ijro qurilmasining harakatini vaqt bo'yicha ishchi fazo nuqtalarining oralarida nazorat qilmagan holda shu nuqtalarning tartiblangan chekli ketma – ketligi orqali programmalashtiruvchi programmaviy boshqarish turi.

*SRni siklli boshqarish* – nuqtalar ketma – ketligini rele turidagi harakat qurilmalari yordamida programmalashtiruvchi robotni pozitsion boshqarish turi (ost sinfi).

*SRni konturli boshqarish* - robotlarning sinalayotgan qurilmalari harakatini ishchi fazoda tezlik bo'yicha uzluksiz nazorat qilgan holda traektoriya shaklida programmalashtiruvchi boshqarishning programmaviy turi.

*SRni adaptiv boshqarish* – boshqarish algoritmini bevosita boshqarish jarayonida tashqi muhit va robot holatlari funksiyasiga bog'liq holda o'zgartirib turadigan boshqarish turi.

*SRLarini guruhlab boshqarish* – odatda EHM asosida boshqarishning umumiy sistemasiga birlashtirilgan bir nechta robotlarni boshqarish jarayoni.

*SRLarni programmalash (dasturlash)* – sanoat robotini boshqaruvchi programmani tuzish, uni boshqarish qurilmasiga kiritish hamda sozlash jarayonlari.

*SRni o'qitish* – odam operator tomonidan robotning foydalanayotgan qurilmasi harakatini oldindan boshqarish va bu harakat parametrlarini boshqarish qurilmasiga joylash orqali robot harakatini programmalash jarayoni.

## **1.2. Robotlarning sinflanishi.**

Sanoat robotlari quyidagi xususiyatlari bo'yicha sinflanadi: funksional vazifasi; maxsusligi; yuk ko'tarish qobiliyati; yuritma turi; manipulyatorlar soni; harakatlanish joylashtirish usuli; koordinata sistemasining turi; programmalash



usuli va boshqalar (1.1 - rasm). Universal robotlar turli xil operatsiyalarni bajarishga va har xil jihozlar bilan birga ishlashga mo'ljallangan.

*Maxsuslashgan* robotlar ma'lum bir aniq operatsiyani bajarishga mo'ljallangan. Masalan, payvandlash, yig'ish, bo'yash operatsiyalari.

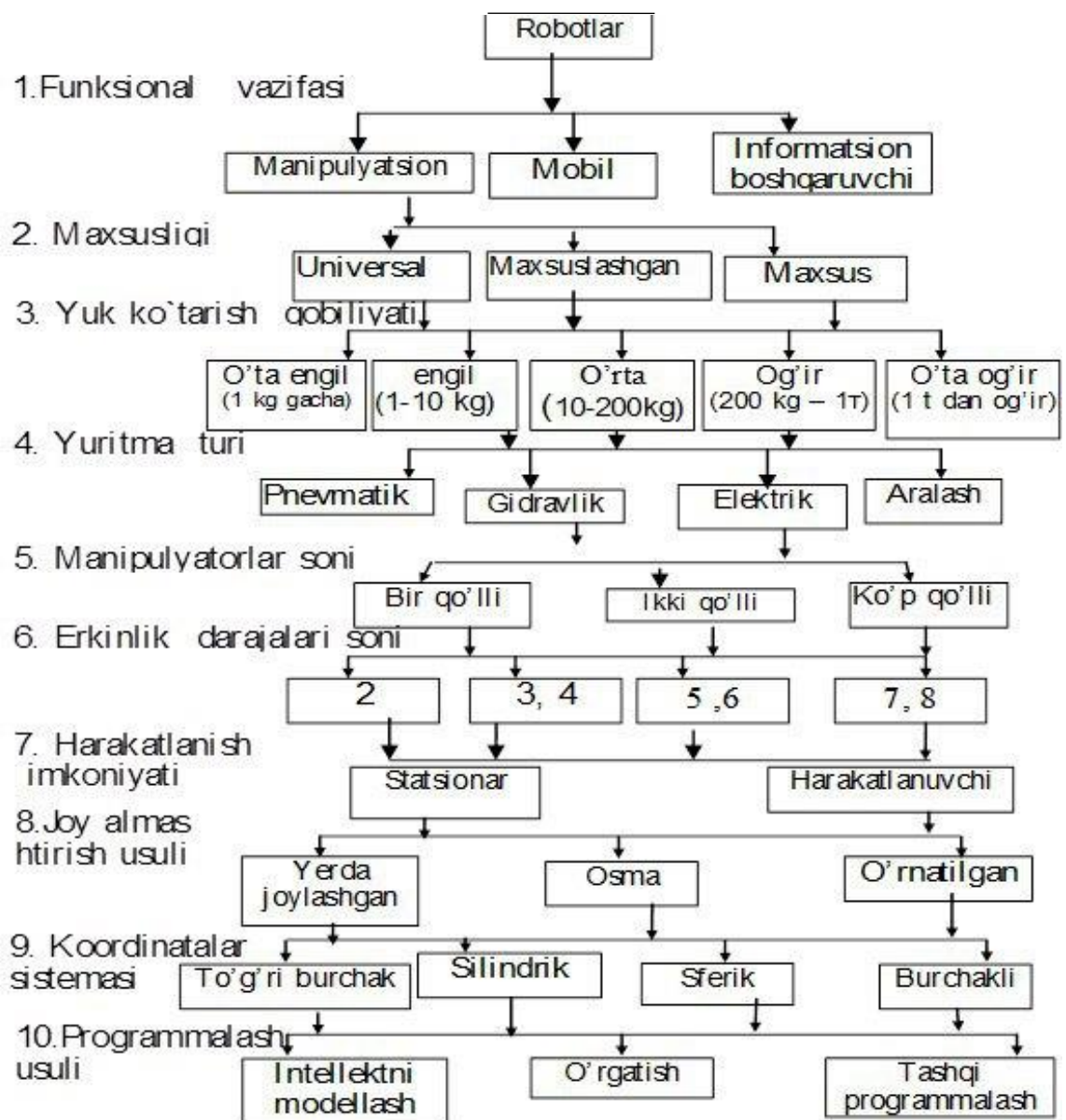
*Maxsus* robotlar faqat bir konkret operatsiyani bajaradi. Masalan, texnologik jihozning konkret modeliga xizmat qiladi.

Robotlar bajaradigan texnologik operatsiyaning turiga qarab asosiy texnologik operatsiyani bajaruvchi robotlar (masalan, texnologik payvandlash, bo'yash, yig'uv operatsiyalari) va yordamchi texnologik operatsiyani (masalan, olib – qo'yish operatsiyasi) amalga oshiradigan robotlarga bo'linadi.

Robotning yuk ko'tarish qobiliyati manipulyatsiya qilinayotgan ob'ektning massasi bilan aniqlanadi va robotning bajaradigan vazifasiga bog'liq bo'ladi, hamda bir necha grammdan to bir necha ming kilogrammgacha bo'lishi mumkin.

Sanoat robotlari yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha quyidagi guruhlariga bo'linadi: o'ta yengil – 1 kg gacha, yengil – 10 kg dan 200 kg gacha, og'ir – 200 kg dan 1000 kg, o'ta og'ir – 1000 kg dan yuqori [1, 5].

Robotlarda qo'llaniladigan yuritmalar pnevmatik, gidravlik, elektrik va aralash yuritmalar guruhlariga bo'linadi. Yuqori yuk ko'tarish qobiliyati robotlarning zvenolarida gidravlik yuritmalar, manipulyator qisqichlarda esa sodda, kichik quvvatli pnevmatik yuritmalar ishlatiladi. Ko'pincha robotlarda bitta manipulyator bo'ladi (bir qo'lli robotlar), ammo robotning vazifasiga qarab robotlarda ikkita, uchta va to'rtta manipulyator (ikki qo'lli, uch qo'lli, to'rt qo'lli robotlar) bo'lishi mumkin. Erkinlik darajalar soni  $n$  bo'yicha robotlar quyidagi turlarga bo'linadi:  $n = 2$ ;  $n = 3$ ;  $n = 4$ ; va  $n > 4$ . Robotning *harakatlanish* imkoniyati unda harakatlanish qurilmasi borligi yoki yo'qligi bilan aniqlanadi. Birinchi holda ularni *harakatlanuvchi* robotlar va ikkinchi holda statsionar robotlar deb ataladi.



**1.1- rasm. Sanoat robotlarining sinflanishi**

*Joylashtirish usuli* bo'yicha robotlar yerda joylashgan, osma va o'rnatilgan (biror bir jihozga o'rnatilgan) turlarga bo'linadi. *Robotlarda* quyidagi *koordinata sistemalari* qo'llaniladi: to'g'ri burchak (dekart), silindrik, sferik va angulyar (burchak). Robotlarda quyidagi programmalash usullari qo'llaniladi: intellektni modellashtirish, o'rgatish va tashqi programmalash.

### **1.3. Sanoat roboti va uning strukturasi**

Hozirgi vaqtgacha sanoat robotining umumiy qabul qilingan ta'rifi yo'q. Turli mamlakatlarda sanoat robotining har xil ta'riflari taklif qilingan.

Sanoat roboti deb, ishlab chiqarish jarayonida harakat va boshqaruv funksiyalarini bajarish uchun mo'ljallangan bir necha harakatlanish darajasiga ega bo'lgan manipulyator ko'rinishidagi ijro qurilmasidan hamda qayta dasturlanuvchi boshqarish qurilmasidan tashkil topgan, odam harakatiga o'xshash harakatlarni amalga oshiruvchi avtomatik mashinaga aytiladi.

Sanoat robotining struktura sxemasi 1.2 – rasmda kelirilgan. Ishchi organli manipulyator (M) va harakatlanish qurilmasi (HQ) sanoat robotining ijro qurilmasini tashkil etadi va ular sanoat robotining barcha harakat funksiyalarini amalga oshiradi.

Sanoat robotining manipulyatori deb, yuritmalardan, ularni boshqaradigan boshqarish sistemasidan tashkil topgan ijro qurilmasiga aytiladi.

Sanoat robotining kerakli barcha harakat funksiyalarini bajaruvchi qurilmaga ijro qurilmasi deb aytiladi.

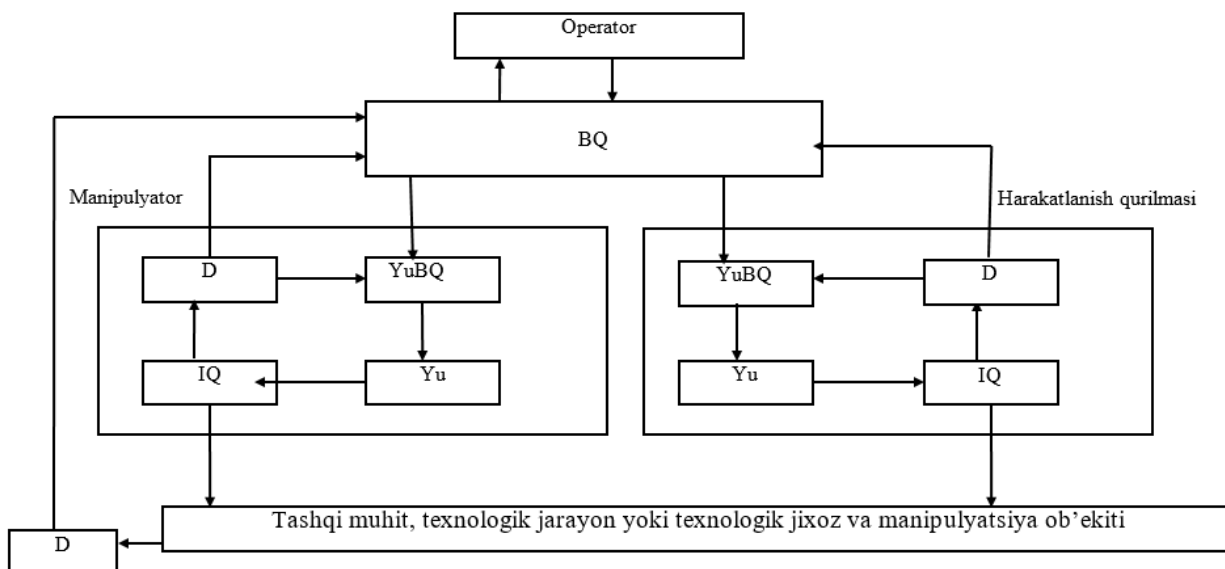
Manipulyator umuman ko'p zvenoli ko'rinishdagi ishchi qurilmalardan (IQ), ishchi organdan (IO), har bir zvenoning yuritmasidan tashkil topadi. har bir yuritma o'z boshqarish konturiga ega. Robot boshqarish qurilmasining boshqarish signali yuritmalarni boshqarish qurilmasiga yuboriladi va manipulyatorning ishchi qurilmalarini harakatga keltiriladi.

Sanoat robotining ishchi organi manipulyatorning tashkiliy qismi bo'lib, texnologik operatsiyalovchi yoki yordamchi o'tishlarni to'g'ridan - to'g'ri bajarishga xizmat qiladi.

Manipulyatorning ishchi qurilmasi va ishchi organlari ijro dvigatellaridan, uzatish mexanizmlaridan, korreksiyalovchi zvenolardan va datchiklardan tashkil topadi va manipulyatorning yuritma qurilmalari deb ataladi.

Yuritmalarning boshqarish qurilmasi (YuBQ) boshqaruv qurilmasining signallarini o'zgartiradi va elektromagnit klapanlar, membranali kuchaytirgichlar va boshqalar ko'rinishida bo'ladi.

Sanoat robotining harakatlanish qurilmasi ijro qurilmasining tashkiliy qismi bo‘lib, manipulyator yoki robotning umuman harakatlanishini amalga oshiradi. Sanoat robotining boshqarish qurilmasi (BQ) boshqarish programmasi asosida ijro qurilmasiga boshqaruvchi ta’sirlarni shakllantirish va berishga xizmat qiladi.



### 1.2 – rasm. Sanoat robotining struktura sxemasi:

*BQ – boshqarish qurilmasi, YuBQ – yuritmalarni boshqarish qurilmasi; D – datchik; Yu – yuritma; ishchi qurilmasi.*

Robotlar bajariladigan operatsiyalarining murakkabligiga va vazifasiga qarab 3 avlodga bo‘linadi.

*Birinchi avlodga* avtomatik ishlovchi programmali boshqariladigan robotlar kiradi, ularda manipulyatsion operatsiyalarning xarakteriga qarab programmalash va mexanik qurilmalarining ishlashi nisbatan oson moslashtiriladi. Bunday robotlarda boshqarish qurilmasi sifatida programmali boshqarish qurilmasi yoki kompyuter ishlatiladi. Birinchi avlod robotlari yetarli darajada universal va ko‘p imkoniyatlarga ega hisoblanadi. Mavjud avtomatlashtirish vositalariga qaraganda birinchi avlod sanoat robotlari yangi topshiriqlarni bajarishga tez va yaxshi moslashadi.

Tashqi muhit bo‘yicha informatsiyaning birinchi avlod sanoat robotlarida yo‘qligi, o‘zgaruvchan sharoitlarga mos ravishda ish jaryonlarini optimallashtirish imkoniyatini bermaydi. Bu esa birinchi avlod sanoat robotlarini qo‘llashni bir oz

cheklaydi va kerakli ishchi zonani shakllantirish uchun qo‘shimcha ishlar o‘tkazish zarur bo‘ladi.

*Ikkinchi avlod* - adaptiv robotlar, ular tashqi muhit o‘zgarishlariga moslasha oladi. Adaptiv robotlarning birinchi avlod programmali robotlarga qaraganda funksional imkoniyatlari keng bo‘ladi. Tashqi muhit bo‘yicha informatsiyani olishda turli xil sensor qurilmalardan foydalaniladi. Masalan, sun‘iy ko‘z sistemalari, taktil sensorlar, lokatsion datchiklar va h.

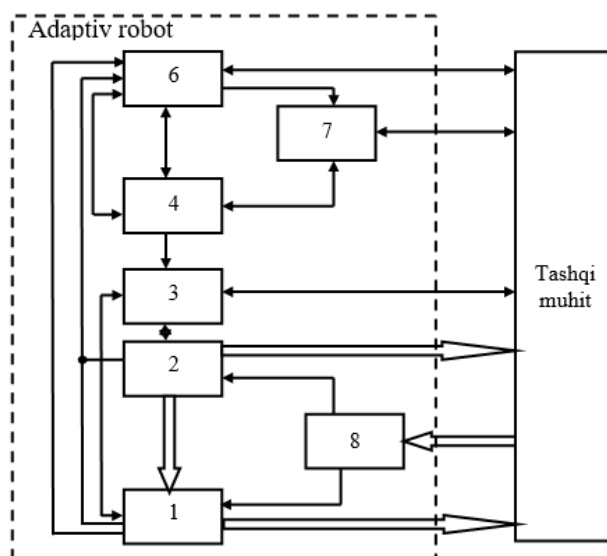
*Uchinchi avlod* – intellektual robotlar. Bunday robotlar tashqi muhitni o‘zida aks ettira oladi, avtomatik ravishda bajarilishi kerak bo‘lgan harakatlar bo‘yicha qaror qabul qilish imkoniyatiga ega. Intellektual robotlar odamga o‘xshash turli intellektual va oldindan rejalashtirilgan harakat funksiyalarini bajaradi.

#### 1.4. Intellektual, adaptiv va programmali robotlar.

Adaptiv robot moslashuvchan sistemalarning bir turidir. Bunday robot programmashtirilgan harakat funksiyalari qisman aniq tashqi muhitda bajarish imkoniyatiga ega. Tashqi muhit o‘zgarishini adaptiv robot sensor qurilmalari yordamida qabul qilib, o‘z faoliyatini avtomatik ravishda qayta programmaydi.

Adaptiv robotlarda sensor qurilmalari sifatida sun‘iy ko‘z, lokatsion sensorlar, taktil va kuch-moment datchiklari qo‘llaniladi.

Adaptiv robotning sxemasi 1.3- rasmda keltirilgan.



1.3- rasm. Adaptiv robot sxemasi:

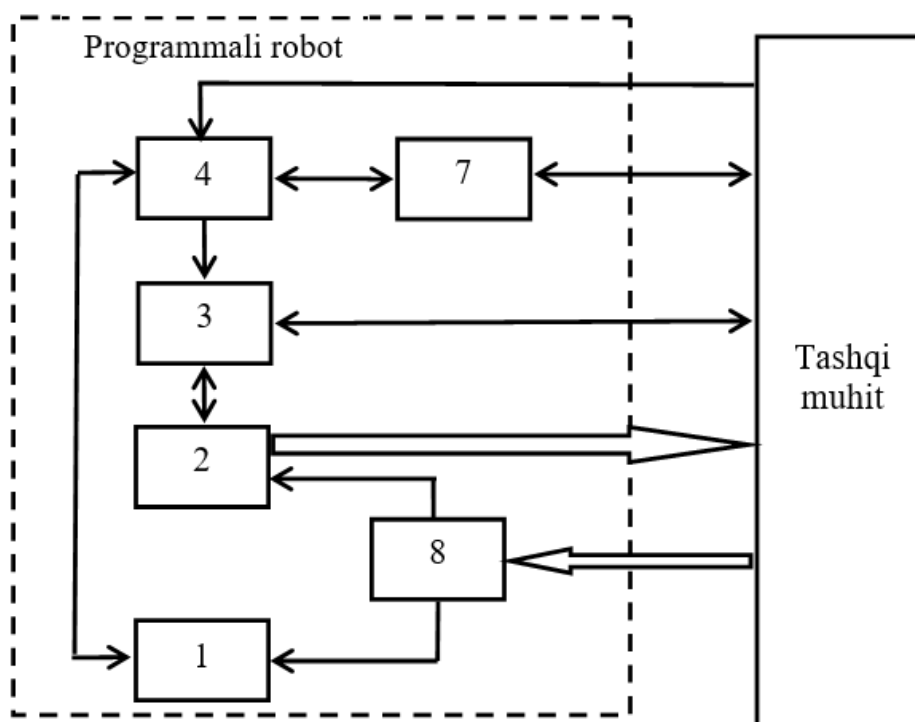
*1- manipulyator, 2- harakatlanish qurilmasi, 3- programmani o'zgartirish qurilmasi, 4-hisoblash qurilmasi, 5- sun'iy intellekt, 6- sensor qurilmasi, 7- muloqot qurilmasi, 8- manba blogi.*

Adaptiv robotlarda sun'iy intellekt blogi bo'lmaydi.

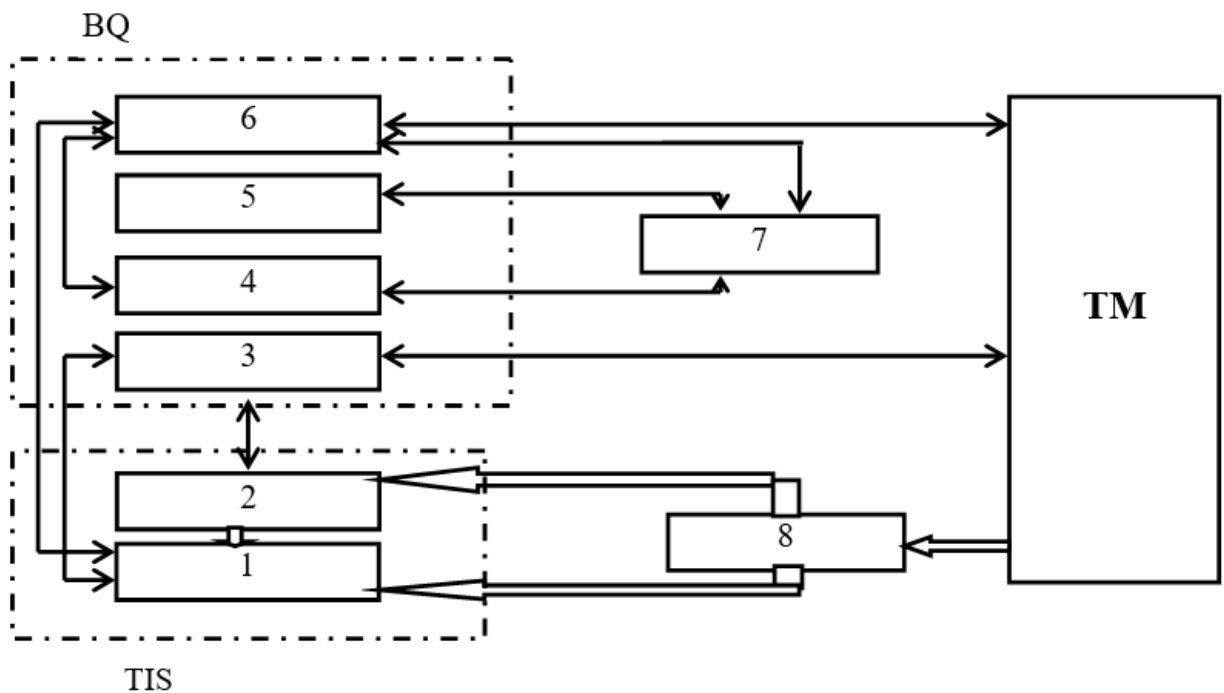
Programmali robot sxemasi 1.4- rasmda keltirilgan. Bunday robot aniq tashqi muhitga oldindan programmalashtirilgan harakat funksiyalarini bajaradi [5].

Shuni ta'kidlash lozimki, «avlod» termini robotlarning bir avlodini ikkinchisi bilan almashtirish deb tushunmaydi. har bir robot avlodi mustaqil ahamiyatga ega va element bazasi bo'yicha texnik ko'rsatgichlari takomillashib boradi. har bir robot avlodi ekspluatatsiya tartibiga qarab, keng qo'llaniladi.

Adaptiv robotlarga qaraganda intellektual robotlarda kuchli rivojlangan matematik ta'minot bo'ladi. Intellektual robot struktura sxemasi 1.5 – rasmda keltirilgan.



**1.4- rasm. Programmali robot sxemasi**



**1.5- rasm. Intellektual robot sxemasi:**

*1-manipulyatorlar, 2 – harakatlanish qurilmasi, 3 – programmalarini o‘zgartirish qurilmasi, 4 – hisoblash qurilmasi, 5 – sun‘iy intellekt, 6 – sensor qurilmalar, 7 – muloqot qurilmasi, 8 – manba bloki;*

*BQ – boshqarish qurilmasi, TIS – ta‘minot ijro sistemasi, TM – tashqi muhit;  $\longleftrightarrow$  – informatsion o‘zaro ta‘sir,  $\rightleftarrows$ ,  $\leftrightarrow$  – material, energetik o‘zaro ta‘sir va aloqalar.*

Intellektual robotning boshqarish qurilmasi (BQ) robotga intellektuallik xususiyatini ta‘minlash va tashqi muhit bilan faol va maqsadli informatsion o‘zaro ta‘sirlarni bir necha kompyuterlar asosida amalga oshiradi.

BQ si quyidagilardan tashkil topadi: sensor qurilmasi (6), u tashqi muhit va robotning holati bo‘yicha informatsiya bilan ta‘minlaydi; muloqot qurilmasi (7) robotning operator bilan va tashqi muhitdagi funksional qurilmalar bilan dialogi uchun xizmat qiladi; sun‘iy intellekt (5) obrazlarni bilish, ma‘lum predmat sohasidagi bilimlarni yig‘ish va ishlatishga xizmat qiladi; hisoblash qurilmasi (4) boshqarish programmalarini shakllantiradi; programmalarini o‘zgartirish qurilmasi (3) boshqarish programmalarini o‘zgartiradi va manipulyator yuritmalarini, harakatlanish qurilmasini, tashqi muhitdagi texnologik jihozlarni boshqarish uchun kerakli holga keltiradi; tashqi muhit (9) – real mavjud fizik muhit, robot u bilan

informatсион va energetik o‘zaro ta’sirda bo‘ladi. Agar robot ishlab chiqarish sharoitida ishlatilsa, unda robotning tashqi muhitiga operator, boshqa robotlar, texnologik jihozlar, texnologik jarayonlar, transport sistemalari, energiya ta’minoti sistemalari va boshqalar kiradi.

### **1.5. Robotlarining texnik xarakteristikalarini**

Sanoat robotlarining texnik xarakteristikalarini quyidagi asosiy ko‘rsatkichlarni o‘z ichiga oladi:

- 1) nominal yuk ko‘tarish qobiliyati (kg);
- 2) ko‘rsatilgan koordinatada o‘rin olish xatoligi (mm);
- 3) ishchi zonaning o‘lchamlari va shakli;
- 4) maksimal siljish (mm; grad);
- 5) siljish vaqti (s);
- 6) maksimal tezlik (m/s; grad/s);
- 7) maksimal tezlanish ( $m/c^2$ ;  $grad/s^2$ );
- 8) to‘g‘ri va teskari siljishlar uchun programmalashtiriladigan nuqtalar soni;
- 9) qisqich qurilmasi ko‘rsatkichlari: qisish kuchi (N); qisish vaqti (s);
- 10) boshqarish qurilmasining ko‘rsatkichlari: bir vaqtning o‘zida boshqariladigan harakatlar soni; tashqi jihozlar bilan aloqa kanallari soni (kirishda va chiqishda);
- 11) suyuqlik (havo) bosimi (MPa) va sarfi ( $m^3/s$ );
- 12) elektr manba kuchlanishi (V);
- 13) quvvat ( $V_t$ );
- 14) ishonchlilik ko‘rsatkichlari: biror qismi ishlamay qolishi (soat);
- 15) kapital ta’mirlash bo‘lguncha xizmat qilish muddati (yil);
- 16) massa (kg);
- 17) o‘lchamlari (uzunligi, kengligi, balandligi) (mm).

Sanoat robotining yuk ko‘tarish qobiliyati deyilganda manipulyatsiya qilinayotgan ob’ektning eng katta massasi tushuniladi.



Sanoat robotining harakatlanish darajasi soni, bu kinematik zanjir zvenolarining qo‘zg‘almas deb qabul qilingan zvenoga nisbatan erkinlik darajalari sonidir.

Robot ishchi organining to‘xtash xatoligi deganda, ishchi organning boshqarish programmasida ko‘rsatilgan holatdan chetga chiqishi tushuniladi.

Sanoat robotining asosiy texnik ko‘rsatkichlari bilan bir qatorda standartlash, unifikatsiyalash, yasash texnologiyasi, ergonomik ko‘rsatkichlar ham ko‘rsatilishi mumkin [7, 8].

### **1.6. Robotining modul qurish prinsipi**

Hozirgi vaqtda agregat – modul tipidagi sanoat robotlarini qurish tendensiyasi keng qo‘llanilmoqda, bunda robotlar bir nechta mustaqil unifikatsiya qilingan modullar asosida quriladi.

Modul qurish prinsipini sanoat robotining hamma funksional tashkil etuvchilari manipulyatorga, boshqarish qurilmasiga, harkatlanish qurilmasiga tatbiq etish mumkin.

Sanoat robotlarini an’anaviy qurishga qaraganda agregat – modul qurish prinsipi quyidagi afzalliklarga ega:

- robotlarning tajribada va seriyada chiqariladigan nusxalarini loyihalash va yasash muddatlari qisqaradi;
- robotlarning texnik xarakteristikalarini yaxshilanadi, ishonchliligi oshadi;
- robotlarni eksplutatsiya qilishga va ta’mirlashga sarflanadigan xarajatlar kamayadi.

Agregat – modul sanoat robotining harakatlanish darajalari soni, kinematik strukturasi turli konstruktiv modullarni bir - biriga ulash asosida hosil qilinadi.

har bir konstruktiv modul alohida mustaqil yoki boshqa modullar bilan birga turli kombinatsiyalarda ishlatilishi mumkin.

Konstruktiv modul bir necha mexanizmlardan va yuritmalardan, hamda energetik va informatsion kommunikatsiyalardan tashkil topadi, bir yoki bir necha harakatlanish darajalarini olishni ta'minlashi mumkin.

Turli kinematik strukturali va harakatlanish darajasidagi agregat – modul tipidagi sanoat robotlarini konstruktiv modullar to'plami asosida, konkret texnologik talablarni hisobga olgan holda oson yaratish mumkin.

*Agregat – modul qurish* prinsipi maxsuslashgan sanoat robotlari qurishga imkon beradi, bu robotlar esa konkret texnologik masalani to'liq yechadilar va ortiqcha funksiyalarga ega emaslar, shuning uchun ularning qiymati arzon bo'ladi. Agregat – modul sanoat robotlarining qismlari avval yaratilgan qismlardan tanlanadi, bu esa loyihalash xarajatlarini kamaytiradi.

Sanoat robotlarini agregat – modul qurish prinsipining struktura sxemasi 1.6– rasmda keltirilgan.

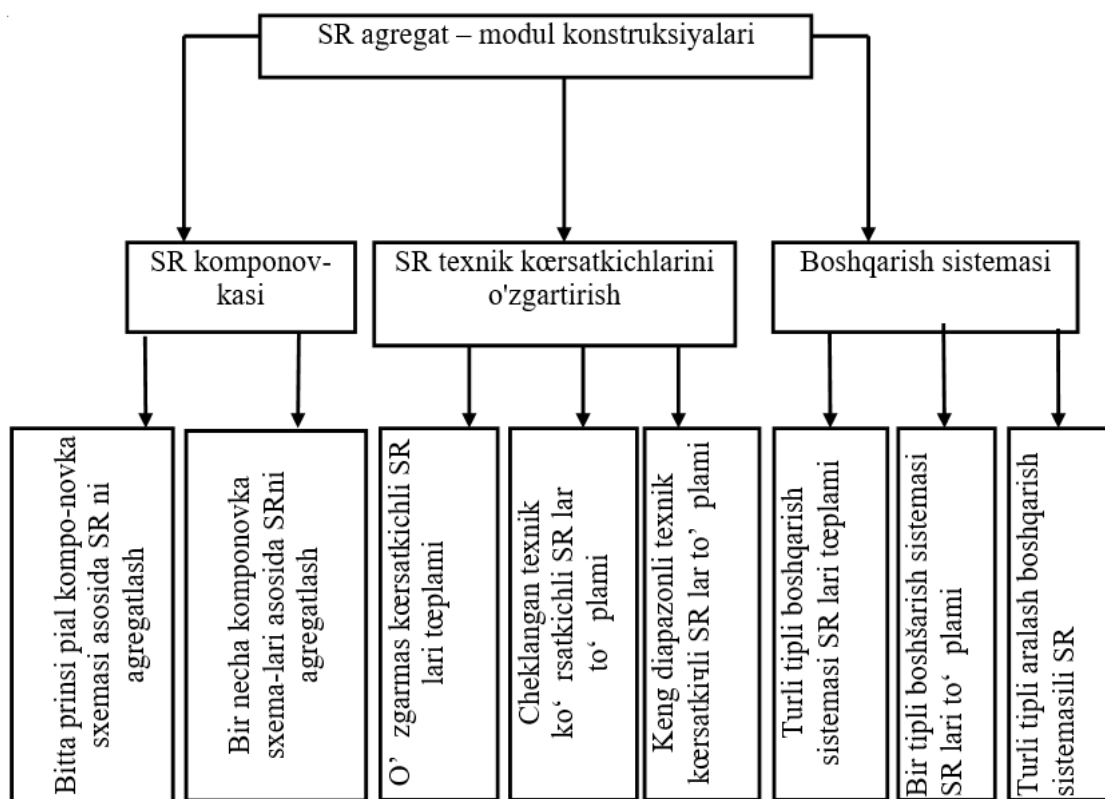
Agregat – modul prinsipida qurilgan sanoat robotlariga “Pirin” (Bolgariya); “Senior”, “Yunior” (Shvesiya); “RPM – 25”, “GNOM”, “LM 40” (Rossiya) robotlari misol bo'la oladi.

“RPM – 25” agregat – modul roboti tarkibiga quyidagi modullar kiradi: statsionar va qo'zg'almas asos, siljish, ko'tarish, radial yurish va boshqa modullar kiradi. Bu modullarni kombinatsiya qilib 95 ta modifikatsiyadagi sanoat robotlarini olish mumkin [18-23].

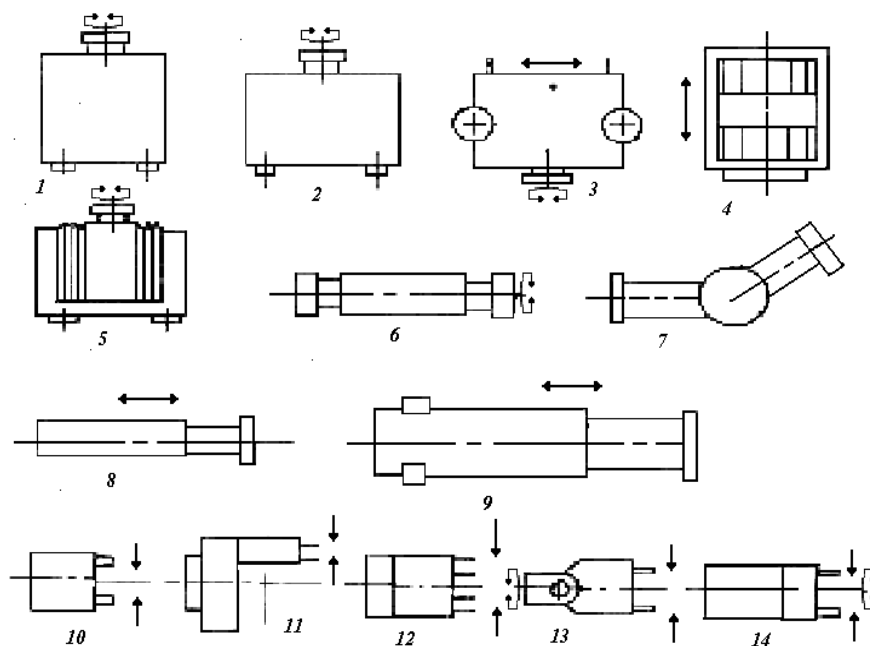
Modul konstruksiyali robotga “GNOM” robotini misol qilib keltirish mumkin. Bu robot 10 ta modullardan tashkil topgan, ular turli chiziqli, burchak harakatlarini qiladi va yig'uv, yordamchi operatsiyalarni bajaradi, detallarni va ishchi asboblarni manipulyatsiya qilishda ishlatiladi. Uchta qisqich moduli (elektromagnit, vakuum va mexanik) va modul prinsipida qurilgan elektron boshqaruv sistemasiga ega.

Modul prinsipining qo'llanilishi “GNOM” robotining 350 ga yaqin modifikatsiyalarini komponovka qilish imkoniyatini beradi va bu sanoat robotlari turli harakat darajalari soniga, yuk ko'tarish qobiliyatiga ega, ular yuqori unumdorlik va ishlab chiqarish jarayonlarining moslashuvchanligini amalga

oshirish, ishlab chiqarishni avtomatlashtirishning murakkab masalalarini yechish uchun asosiy omillarni hosil qiladi. Sanoat roboti manipulyatorining unifikatsiyalangan modullari 1.7 – rasmda keltirilgan:



**1.6 – rasm. Sanoat robotlarini agregat - modul qurishning struktura sxemasi.**



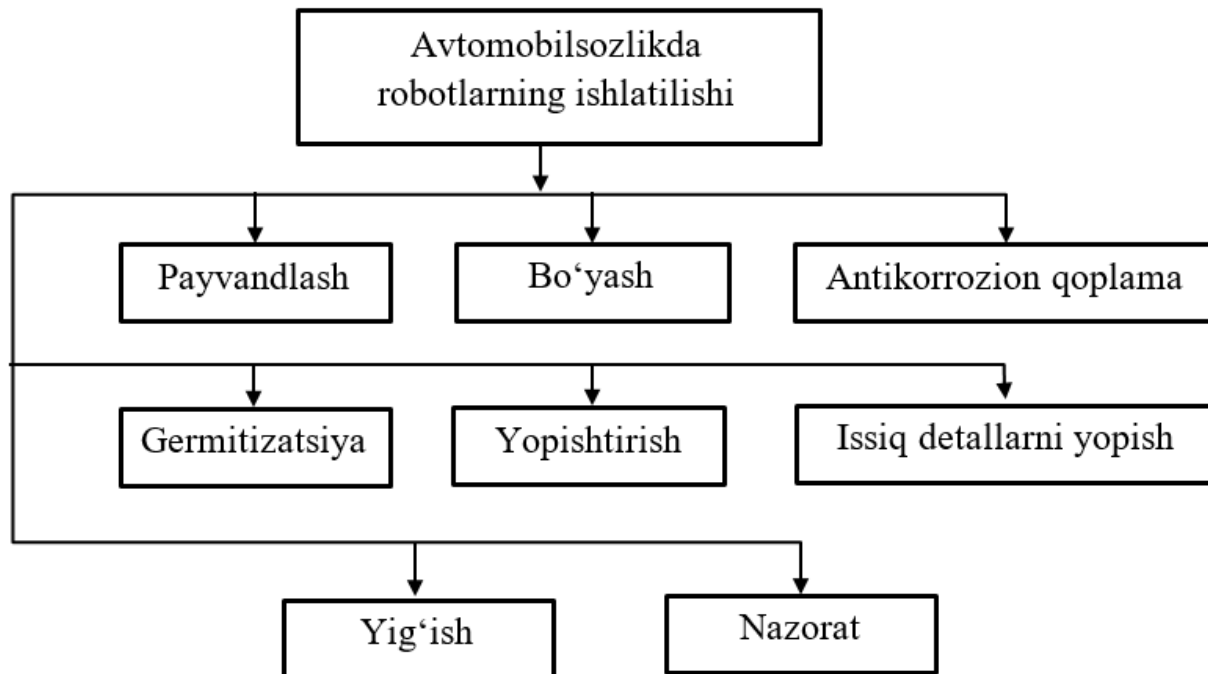
**1.7 – rasm. Robot manipulyatorining unifikatsiyalangan modullari:**

1 – ko‘tarish va burilish moduli; 2 – burilish moduli; 3 – burilish va siljish moduli; 4 – ko‘tarish moduli; 5 – burilish va chiziqli harakat moduli; 6 – aylanish moduli; 7 – tebranma harakat moduli; 8 – siljish moduli; 10 – 14 qisqich modullari.

1.5 – rasmda keltirilgan robot modullari yetarli darajada universal hisoblanadi. Masalan, 1,2 yoki 1,8,6 hamda 10 – 14 modullar asosida “Siklon – 3B”, “PR – 10”, “MP – 5” sanoat robotlari manipulyatorining konstruksiyalarini; 3,7,10 modullar yordamida “MP1”, “Sport – 1”; 2,4,9,13 – modullar asosida “Universal”, “Yunimeyt” robotlari manipulyatorlari konstruksiyalarini hosil qilish mumkin [4].

### 1.7. Avtomobilsozlikda robotlarning qo‘llanilishi

Hozirgi vaqtda avtomobilsozlikda robotlar boshqa sohalarga qaraganda, ko‘proq ishlatiladi, chunki bu sohadagi qator operatsiyalar inson sog‘lig‘i uchun zararli va xavli operatsiyalarga payvandlash, bo‘yash, yig‘ish, germitizatsiyalash, issiq detallarni tashish operatsiyalari kiradi. (1.8.-rasm).



### 1.8-rasm. Avtomobilsozlikda robotlarning ishlatilishi

Robotlarni avtomobilsozlikda qo‘llash mahsulot sifatini oshirish imkoniyatini beradi. Masalan, ishlatilganda bo‘yoq bir xil qalinlikda amalga oshiriladi; payvandlash yuqori sifatli va aniq bajariladi.

Avtomobilsozlikda robotlarni avtomatlashtirilgan tizimlar tarkibida ishlatilganda, ishlab chiqarishning unumdorligi va boshqa iqtisodiy ko'rsatkichlari oshadi. Robotlarning qayta programmalash imkoniyatlari mavjudligi tufayli, ularning turli xil modellari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin.

Bu esa avtomobilsozlik sohalari texnologiyasining yuqori darajaga ko'tarilishini ta'minlaydi. Sanoat robotlarini qo'llash, ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish imkonini beradi.

### **Nuqtali kontakt payvandlash**

Nuqtali payvandlashni avtomatlashtirishda, robotlar keng qo'llaniladigan soha hisoblanadi.

Bunga robotlarga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar:

- robotlarning to'xtash aniqligi  $\pm 1,0$  mm bo'lishi kerak;
- robotlar obyektlarni manipulyatsiya qila oishi lozim.

Odatda, bu operatsiyalarni bajarishda elektrik va gidravlik yuritmal robotlar ishlatiladi.

Nuqtali payvandlash jarayoni xavfli va anchagina yoqimsiz, shovqinli hisoblanadi. Shuning uchun bunda, robotlarni payvandlashni avtomatlashtirish uchun qo'llash, insonlarni og'ir mehnatdan ozod qiladi, payvandlash tezligini oshirish va uning sifatini oshirish imkonini beradi.

### **Elektr yoyi bilan payvandlash**

Bu payvandlash jarayoni inson sog'lig'i uchun nihoyatda zararli hisoblanadi va uni robotlar yordamida avtomatlashtirish, payvandlash sifati va tezligi yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Odatda, besh harakat darajasiga ega bo'lgan, elektr yuritmal va kontur boshqarishli robotlar ishlatiladi. Talab qilinadigan aniqlik  $\pm 0,2$  mm bo'lishi kerak, robot murakkab trayektoriyalar bo'yicha harakat qila olishi lozim. Uni programmalash va boshqarish sodda bo'lishi lozim.

### **Bo'yash**

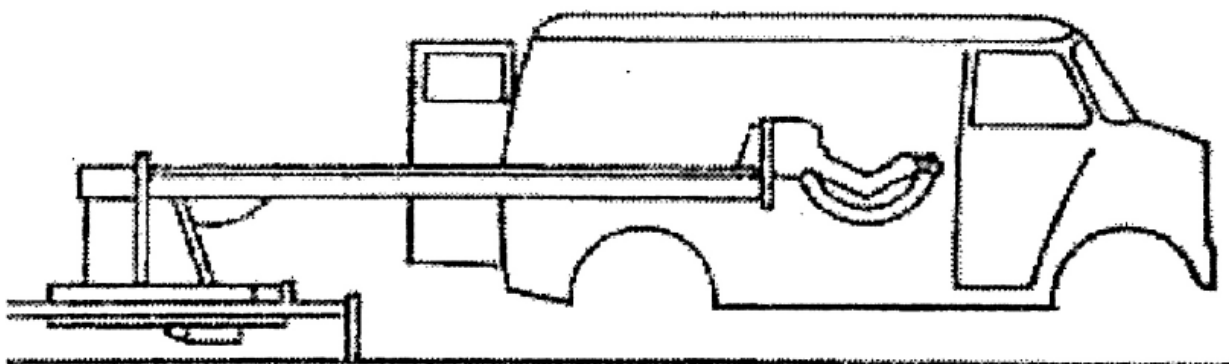
Robotlarni avtomobilning turli qismlarini bo'yash uchun ishlatilishi, hozirgi vaqtda keng ko'lamda amalga oshirilmoqda.

Bu sohada ishlatiladigan robotlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- 1) manipulyator 6-7 ta harakat darajasiga ega bo'lishi kerak.
- 2) gidro va pnevma yuritma qo'llash, xavfsizlik bo'yicha maqsadga muvofiq bo'ladi.
- 3) robotning to'xtash aniqligi  $\pm 0,3$  mm bo'lishi lozim.
- 4) robotning gabarit o'lchamlari kichik bo'lishi kerak.
- 5) avtonom raqamli programmali boshqarish imkoniyati
- 6) mavjudligini amalga oshirish zarur.

1.9-rasmda avtomobil kuzovining ichki qismini bo'yashga ishlatiladigan, robotlashtirilgan uskuna keltirilgan [9].

Kelajakda avtomobilsozlikda robotlar va robototexnikaning keng qo'llanilishi ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirishning imkonini beradi. Ayniqsa, tashqi muhitga moslasha oladigan, keng funksional imkoniyatlarga ega adaptiv va intellektual robotlar, ularning yangi avlodlarini asosiy va yordamchi texnologik operatsiyalarni avtomatik bajarishda qo'llash, ishlab chiqarishning rivojlanishini ta'minlaydi.



**1.9-rasm. Avtomobil kuzovining ichki qismini bo'yash robotlashtirilgan uskunasi**

### **Nazorat savollari**

1. Robotlarning turli xil avtomatik sistemalardan farqi.
2. Robotlarning funksional imkoniyatlari nimalardan iborat?
3. Sanoat robotiga ta'rif bering?
4. Robototexnik tizim deb qanday tizimga aytiladi?

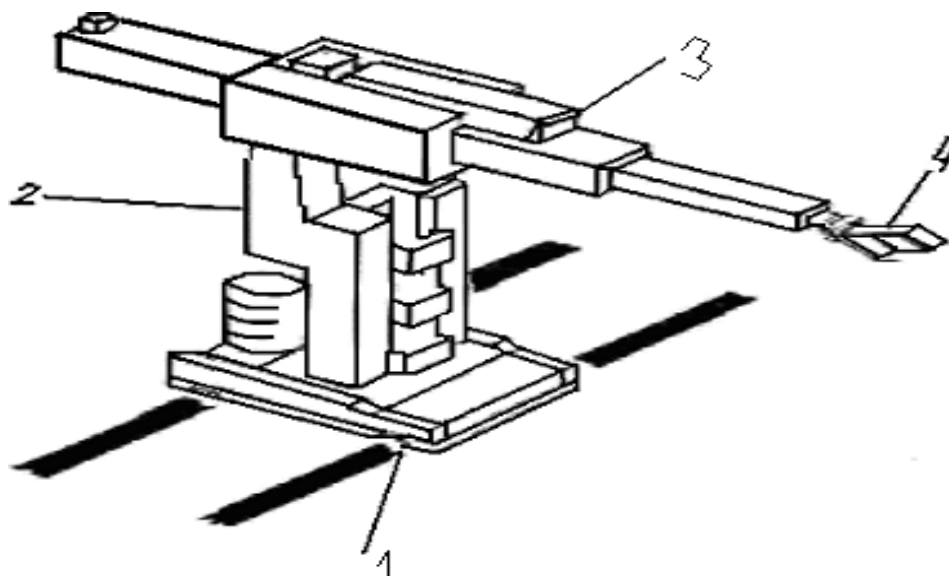
5. Sanoat robotlarining sinflanishi.
6. Sanoat struktura sxemasini chizib, tushuntirib bering?
7. Sanoat robotlarining asosiy ko'rsatkichlari?
8. Avtomobilsozlikda robot va robot texnikasining ishlatilishi?
9. Robotlarning avtomobilsozlikda qo'llanilishining afzalligi?
10. Robotlar funksiyasi va vazifasiga ko'ra qanday guruhlarga bo'linadi?
11. Maxsusligi bo'yicha robotlar qanday bo'ladi?
12. Robotlar yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha necha xil bo'ladi?
13. Robotlarga qanday yuritmalar ishlatiladi?
14. Koordinatalar sistemasi bo'yicha robotlar qanday guruhlarga bo'linadi?
15. Robotlarda qanday programmalash usullari qo'llaniladi?
16. Programmalash adaptiv va intellektual robotlar, ularning struktura sxemalari va asosiy qismlari.
17. Robotlarni qabul qilish prinsipini bayon qiling.
18. Sanoat robotlarning mexanik sistemasi nimaga xizmat qiladi?

## 2-BOB. ROBOTLARNING MEXANIK TIZIMI

Sanoat robotining mexanik sistemasi harakat funksiyalarini va texnologik operatsiyani amalga oshirishga xizmat qiladi.

Uning tarkibiga manipulyator va harkatlanish qurilmasining mexanik sistemasi kiradi va quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi: elementlar konstruksiyalari, yuritgichlar va qisqich qurilmalari.

2.1 – rasmda sanoat roboti konstruksiyasining asosiy elementlari keltirilgan.



**2.1 – rasm. Sanoat roboti konstruksiyasining asosiy elementlari:**

*1 – asos, 2 - korpus, 3 – mexanik qo‘l, 4 – qisqich qurilmasi.*

### 2.1 Sanoat robotining kinematikasi

Mexanik qo‘l va qisqich qurilmasi sanoat robotlarining ishchi qurilmalariga kiradi va ular bir necha harakat darajalariga ega bo‘lgan ko‘p zvenoli mexanizmlardir. Zvenolar o‘zaro bir - biri bilan yo sharnirli bog‘lanadi, u holda ular bir - biriga nisbatan buriladi, yoki teleskopik bog‘lanadi, unda bir - biriga nisbatan surilishi (siljishi) mumkin.

SR mexanik sistemasining bir - biri bilan o‘zaro bog‘langan zvenolari kinematik zanjirni tashkil etadi. Kinematik zanjirda zvenolar birbiri bilan bog‘lanishi kinematik juftlar yordamida amalga oshiriladi.



Har bir kinematik juft biror zvenoning boshqasiga nisbatan siljish erkinlik darajalari soni  $h$  bilan xarakterlanadi:

$$h = 6 - S, \quad (2.1)$$

bu yerda  $S$  – zvenolarning nisbiy harakatiga qo‘yiladigan aloqa shartlari soni va u kinematik juftning sinfini aniqlaydi.

Manipulyatorning kinematik zanjiri fazoviy ochiq zanjir ko‘rinishida bo‘lib, V sinf aylanma va chiziqli harakat kinematik juftlaridan tashkil topadi va bitta erkinlik darajasiga ega bo‘ladi.

Kinematik zanjirning harakat darajalari soni  $W$  deb, kinematik zanjirning qo‘zg‘almas deb qabul qilingan zvenoga nisbatan erkinlik darajalari soniga aytiladi [4,5].

Erkinlik darajalari soni quyidagi formuladan topiladi

$$W = 6n - \sum_{i=1}^5 i P_i \quad (2.2)$$

bu yerda  $n$  – manipulyatorning harakatlanuvchi zvenolari soni;  $P_i$  – kinematik juftlar soni;  $i$  – kinematik juftning sinfi.

Agar kinematik zanjir faqat V sinf juftlaridan tashkil topgan bo‘lsa, u holda erkinlik darajalari soni quyidagicha topiladi

$$W = 6n - 5P_5. \quad (2.3)$$

Mexanik sistema struktura elementlarining harakat darajalari soni quyidagicha bo‘ladi: manipulyator asosiniki  $W_a=0$ ; korpusniki  $W_q>0$ ; mexanik qo‘lniki  $W_M>1$ ; qisqich qurilmasiniki  $W_k > 0$ .

Korpusning harakat darajalari soni bilan sanoat robotining mobilligi aniqlanadi va u odatda 3 dan oshmaydi. Mexanik qo‘lning harakat darajalari soni sanoat robotining texnologik vazifasi bilan aniqlanadi.

Manipulyatorning manyovr qilish qobiliyati deb robotning ishchi organi qo‘zg‘almas holatda bo‘lgandagi harakat darajalari soniga aytiladi. Robot - ning manyovr qilish qobiliyati mexanik qo‘lning to‘siqlarni aylanib o‘tishga va murakkab operatsiyalarni bajarishga imkoniyat beradi.

Sanoat robotining qo‘li odam qo‘li harakatlariga o‘xshash siljishlarini qiladi, ammo robotning qo‘li odam qo‘li qila olmaydigan harakatlarni ham bajaradi.

Sanoat robotining barcha harakatlari 3 turga bo‘linadi:

- **Global harakatlar** kattaligi shunday masofaga tengki, u robotning o‘lchamlaridan katta bo‘ladi va ishlab chiqarish sharoitida ularga sex ichidagi harakatlar kiradi. Global harakatlar sanoat roboti harakatlanish qurilmasining siljishi bilan bog‘liq bo‘ladi.

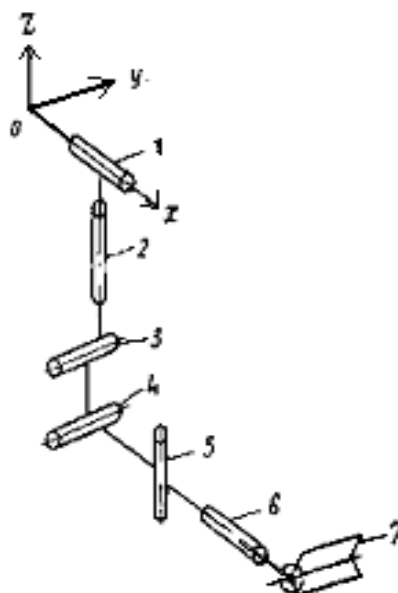
- **Regional harakatlar** manipulyatorning qo‘zg‘almas asosda bo‘lgandagi siljishlari bilan aniqlanadi va ko‘chirish deyiladi. Bu harakatlar robot ishchi zonasida manipulyatsiya ob‘ektini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko‘chirish bilan bog‘liq bo‘ladi.

- **Lokal harakatlar** ikki turga bo‘linadi: orientirlash va operatsion harakatlar. Orientirlash harakati deb ishchi organning o‘lchamlariga mos keladigan harakatlarga aytiladi. Orientirlash harakati manipulyatsiya ob‘ektini qayta orientirlash bilan bog‘liq. Qayta orientirlash deganda ob‘ektni bir, ikki yoki uch o‘zaro perpendikulyar o‘qlarga nisbatan burish tushuniladi.

Shunday qilib, regional va lokal harakatlar sanoat roboti manipulyatorining harakatlari bilan bog‘liq bo‘ladi.

2.2 – rasmda robot qo‘li mexanizmining sxemasi keltirilgan. 1, 2 va 3 sharnirlardagi aylanma harakat predmetni berilgan nuqttagacha ko‘chirish uchun ishlatiladi (regional harakatlar); 4, 5 va 6 sharnirdagi aylanma harakat manipulyatsiya predmetining berilgan nuqtada orientatsiya qilinishini ta’minlaydi (lokal orientirlash harakatlari). Ishchi organ 7 bir erkinlik darajasiga ega va manipulyatsiya qilinayotgan predmetni ushlashga xizmat qiladi.

Sanoat roboti qo‘lining kinematik sxemasi ishchi organni (qisqich qurilmasini) robot ishchi zonasining har qanday nuqtasiga borishini ta’minlash va ishchi organni ma’lum usul bilan orientirlash imkoniyatiga ega bo‘lishi kerak. Buning uchun mexanik qo‘l oltita erkinlik darajasiga ega bo‘lishi zarur.



## 2.2 – rasm. Robot qo‘li mexanizmining sxemasi:

*1,2,3-regional harakatlar; 4,5,6- orienterlash harakatlari; 7- ishchi organ;*

Ishchi organning berilgan pozitsiyaga borishi uchun, odatda to‘rtta ko‘chish harakat darajalari kerak bo‘ladi va bu holda manipulyator kinematik sxemalarining yuzdan ortig‘ini shakllantirish mumkin. Fazoda kinematik sxemalarni orientatsiya qilish uchun uchta ko‘chish harakat darajalari yetarli bo‘ladi, to‘rtinchi (beshinchi, oltinchi va boshqalar) daraja ortiqcha bo‘ladi va u ishchi zonadagi to‘siqni aylanib o‘tish uchun ishlatilishi mumkin.

Ishchi organni to‘liq orientatsiya qilish uchta harakat darajalari yordamida amalga oshiriladi va bunda odatda uchta V sinf aylanma kinematik jufti ishlatiladi.

Manipulyator mexanik zanjiridagi zvenolar soni va ularning o‘zaro joylashishi, hamda ishchi organning amalga oshiradigan harakatlar xarakteri robot ishchi zonasi konfiguratsiyasini va koordinatalar sistemasini aniqlaydi.

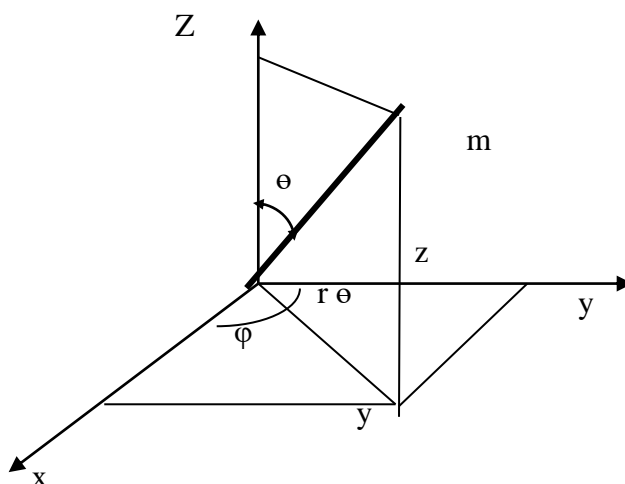
Robototexnikada to‘g‘ri burchakli (dekart), silindrik, sferik, burchak (angulyar) va boshqa koordinatalar sistemasini qo‘llaniladi.

To‘g‘ri burchak koordinatalar sistemasini (2.3 - rasm) radius – vektor  $\rho$  ning o‘zaro perpendikulyar uch o‘qqa proeksiyalari bilan xarakterlanadi.

To‘g‘ri burchak koordinata sistemasida  $m$  nuqta  $X, Y, Z$  koordinatalar orqali beriladi.

Silindrik koordinata sistemasida  $m$  nuqta  $r, \varphi, z$  koordinatalar orqali ifodalaniladi.

Sferik koordinata sistemasida  $m$  nuqta  $\rho, \varphi, \Theta$  bilan ifodalaniladi.



**2.3 – rasm. Koordinatalar tizimi.**

U yoki bu koordinata sistemasini tanlash manipulyator ko‘chish harakat darajalari yordamida amalga oshiradigan harakatlar xarakteri bilan bog‘liq bo‘ladi.

To‘g‘ri burchak koordinata sistemasida ishlovchi manipulyatorlarga, shunday manipulyatorlar kiradiki, ularning ko‘chish harakat darajalari ishchi organ holatini mustaqil o‘zgarishini  $X, Y, Z$  koordinatalar bo‘yicha ta‘minlaydi.

Silindrik koodinatalar sistemasida ishlovchi manipulyatorlarning ko‘chish harakat darajalari ishchi organ holatini mustaqil o‘zgarishini  $r, \varphi, z$  koordinatalar bo‘yicha ta‘minlaydi.

Sferik koordinatalar sistemasida ishlovchi manipulyatorlarga, shunday manipulyatorlar kiradiki, ularning ko‘chish harakat darajalari ishchi organ holatini mustaqil o‘zgarishini  $\rho, \varphi, \Theta$  koordinatalar bo‘yicha ta‘minlaydi.

2.4 – 2.7 rasmlarda turli koordinata sistemalarida ishlovchi manipulyatorlarning konstruksiyalari va ishchi zonalari keltirilgan.

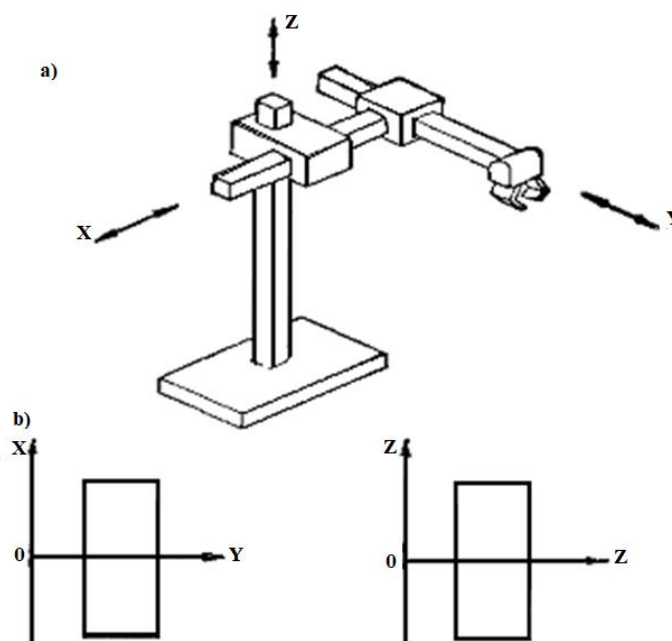
To‘g‘ri burchak koordinata sistemasida ishlovchi manipulyatorlarning ishchi zonasi parallelepiped ko‘rinishida bo‘ladi (2.4 - rasm). Bunday manipulyatorlar faqat chiziqli harakatlarni bajarishga juda qulay. Undan tashqari bu holda robotni programmalash maksimal soddalashadi, bir koordinat sistemasidan boshqasiga o‘tishda programmani qayta hisoblash talab qilinmaydi.

Silindrik koordinata sistemasida ishlovchi manipulyatorlarda chiziqli harakat bilan bir qatorda aylanma bo'yicha burilish harakati ham amalga oshiriladi. Ishchi zonasi silindrik shaklda bo'ladi. (2.5 - rasm).

Sferik koordinata sistemasida ishlovchi manipulyator (2.6 - rasm) ikkita aylanma harakat va bitta chiziqli harakat qiladi, ishchi zonasi sfera ko'rinishda bo'ladi.

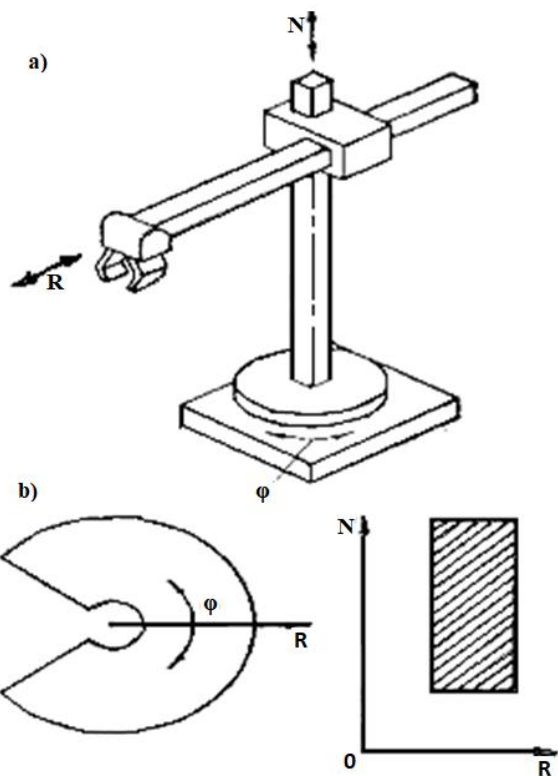
Burchak koordinat sistemasida ishlovchi manipulyator (2.7 - rasm) faqat aylanma harakat qiluvchi uchta zvenolardan tashkil topadi, ishchi zonasi murakkab sferik shaklda bo'ladi.

2.4 – 2.7 rasmlarda keltirilgan manipulyatorlar uchta ko'chish darajasiga egalar. Real robotlarning manipulyatorlari uchdan ortiq turli chiziqli va aylanma harakat qiluvchi zvenolardan tashkil topadi, shuning uchun ularda yuqorida ko'rib chiqilgan koordinata sistemalarining kombinatsiyasi ishlatiladi.



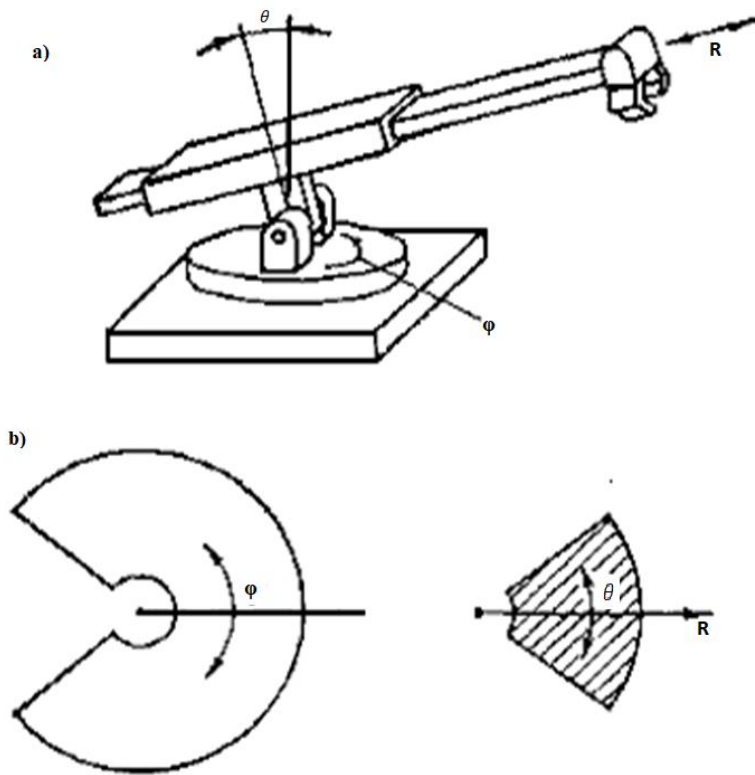
**2.4 – rasm. To'g'ri burchak koordinatalar sistemasida ishlovchi robot va uning ishchi zonasi:**

a) robotning konstruktiv sxemasi, b) ishchi zonasi



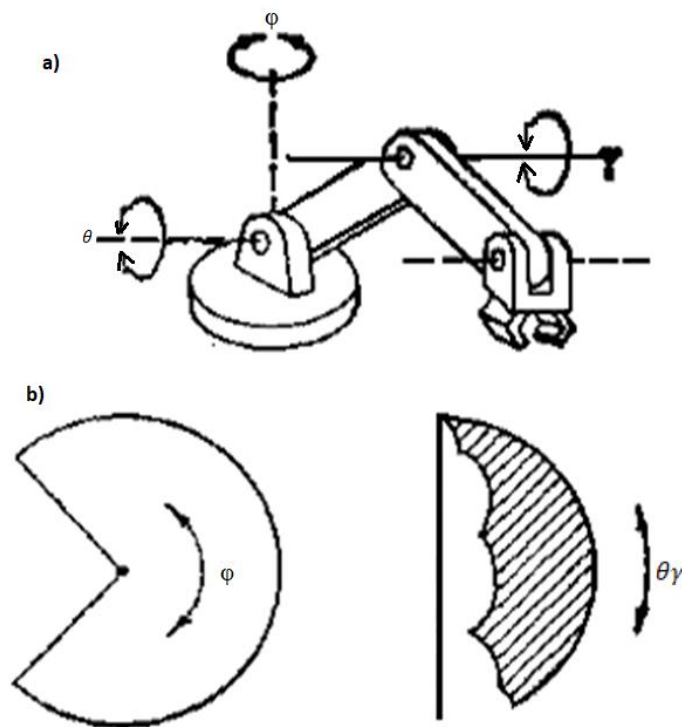
**2.5 rasm. Silindrik koordinatalar sistemasida ishlovchi robot va uning ishchi zonasi:**

a) robotning konstruktiv sxemasi, b) ishchi zonasi



**2.6 –rasm. Sferik koordinatalar sistemasidagi robot va uning ishchi zonasi:**

a) robotning konstruktiv sxemasi, b) ishchi zonasi



**2.7 rasm. Burchak koordinatalar sistemasida ishlovchi robot va uning ishchi zonasi:**

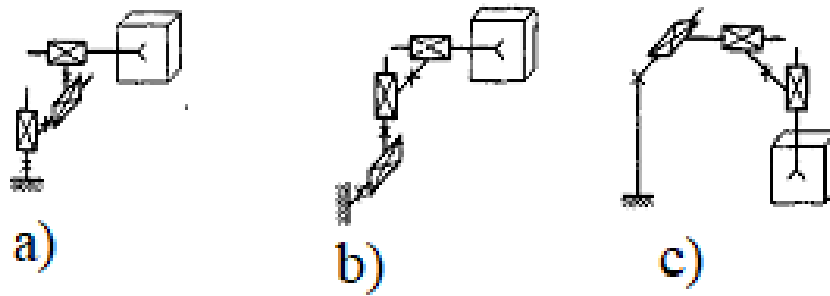
a) robotning konstruktiv sxemasi, b) ishchi zonasi

## **2.2. Robot manipulyatorilarning kinematik komponovkalari**

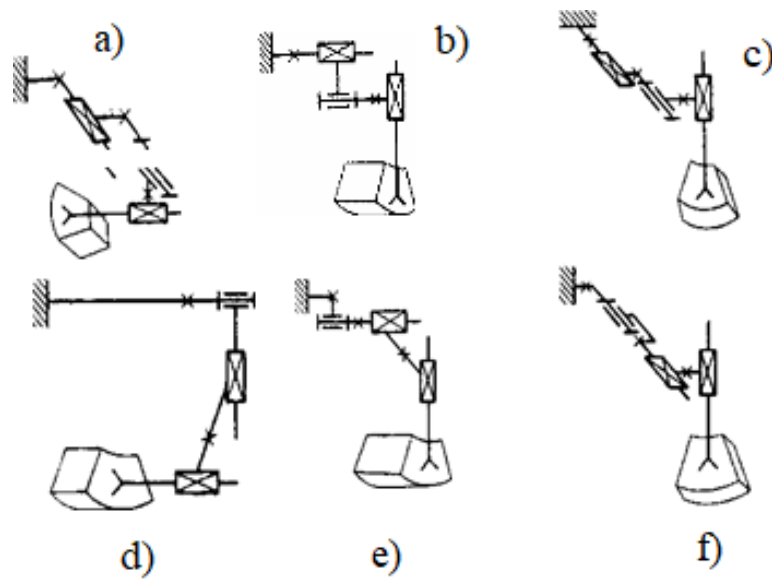
Sanoat robotlari manipulyatorlarining juda ko‘p har xil kinematik sxemalari mavjud, ular turli koordinatalar sistemalari bilan bog‘langan. 2.8 – 2.11 rasmlarda turli koodinatalar sistemasida ishlovchi manipulyatorlarning komponovkalari berilgan.

Manipulyatorlarni komponovka qilishda harakat darajalarining soni, ko‘rinishi va o‘zaro joylashishi tanlaniladi. Manipulyatorning komponovkasi bilan robotning quyidagi eksplutatsion xarakteristikalarini ya‘ni robot ishchi zonasi va ishchi zonasining shakli, joylashishi va o‘lchamlari bog‘liq bo‘ladi. Robotning ishchi fazosi deganda robot va boshqa texnologik jihozlar egallaydigan fazo tushuniladi [1, 5, 9].

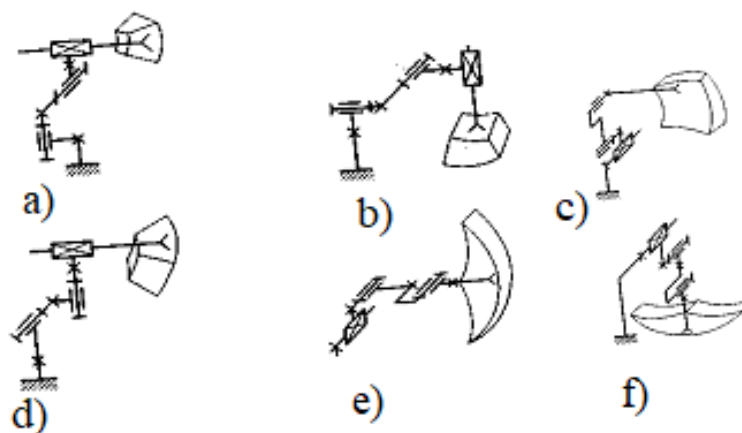
Ishchi zona robotning fazoda u yoki bu nuqtalarga yetishini xarakterlaydi.



2.8– rasm. To'g'ri burchak koordinatalar sistemasida ishlovchi manipulyatorlarning kinematik sxemalari.

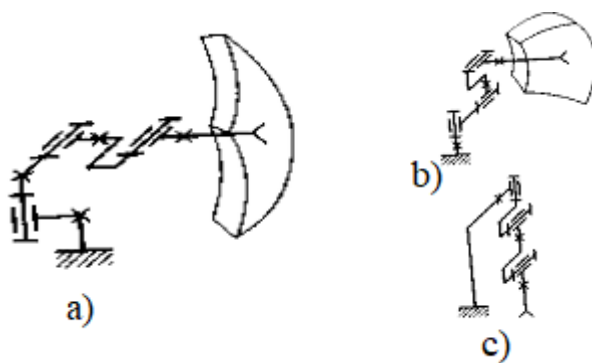


2.9– rasm. Silindrik koordinatalar sistemasidagi kinematik sxemalar.



2.10– rasm. Sferik koordinatalar sistemasidagi kinematik sxemalar.





**2.11 – rasm. Burchak koordinatalar sistemasidagi kinematik sxemalar.**

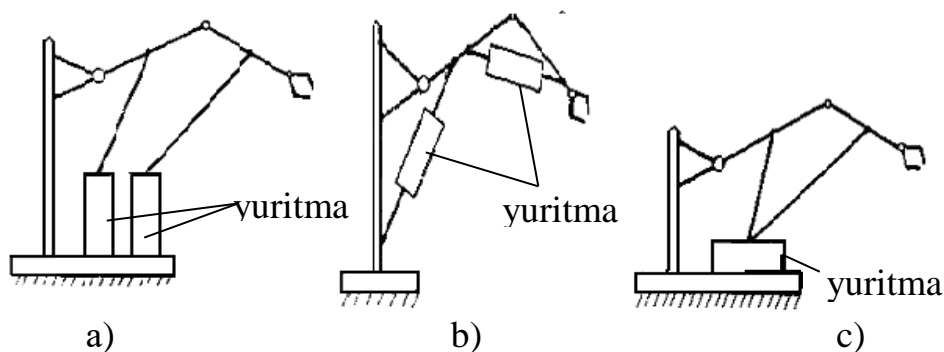
Hozirgi vaqtda silindrik koordinatalar sistemalarida ishlovchi robotlar eng ko‘p tarqalgan. Sanoat robotining kinematik strukturasi manipulyator va ijro organlarining ishchi qurilmalar kinematikasiga bog‘liq bo‘ladi. Qurilmalarning kinematik sxemalari ko‘p jihatdan mexanik zvenolarda yuritma qurilmalarining joylashtirilishi bilan aniqlanadi. Bunda yuritmalarni joylashtirishning quyidagi variantlari bo‘lishi mumkin:

a) Yuritma qurilmasining korpusi biror zvenoda joylashgan, yuritma qurilmasining ergashuvchi zvenosi esa boshqa zvenoda joylashgan bo‘ladi. (2.12 – rasm,a).

b) Barcha zvenolar yuritma qurilmalari manipulyatorining qo‘zg‘almas zvenosida joylashgan, uzatish mexanizmlari orqali har bir alohida zveno bilan mexanik aloqa amalga oshiriladi. (2.12 – rasm, b).

d) Bitta yuritma qurilmasi manipulyatorning barcha zvenolarini harakatga keltiradi va u robotning asosida joylashadi. (2.12 – rasm,d).

Keltirilgan yuritma qurilmalarni joylashtirish usullarining kombinatsiyasi ham bo‘lishi mumkin.



**2.12 – rasm. Yuritma qurilmalarini joylashtirish usullari.**

### **2.3 Robot manipulyatorlarining konstruktiv xususiyatlari**

Har bir koordinata bo'yicha sanoat robotining harakati mexanik zvenolarning harakatlari bilan bog'liq bo'ladi va bu harakatlar ijro dvigatellari, uzatish mexanizmlari va datchiklar yordamida amalga oshiriladi.

Ko'pincha kinematik juftlar konstruktiv bajarilganda sharnirlar deb ataladi va ular ishchi organ harakatini, robot manipulyatori harakat traektoriyasini aniqlaydi, bu esa barcha sharnirlar harakatlari yig'indisi hisobiga erishiladi.

Sharnir konstruksiyasi ijro dvigatelidan, uzatish mexanizmidan, yo'naltiruvchilardan va korpusdan tashkil topgan. Uzatish mexanizmi ijro dvigateli bilan, korpus yo'naltiruvchilari bilan birga bajarilgan bo'lishi mumkin.

Ijro dvigatellari sifatida gidro- va pnevmodvigatellar, gidro- va pnevmosilindrlar, elektrodvigatellar qo'llaniladi. Qo'llaniladigan dvigatellar quyidagi umumiy parametrlar bilan xarakterlanadi: quvvat, aylanish chastotasi, inersiya momenti, solishtirma quvvat va boshqa maxsus ko'rsatkichlar.

Gidro- va pnevmodvigatellar sharnirlarda, odatda aylanma harakat olish uchun qo'llaniladi. Ular katta kuch va solishtirma quvvatga ega bo'ladilar, ammo konstruksiyalari va ularga xizmat qilish murakkab bo'ladi.

Gidro- va pnevmosilindrlar sharnirda ilgari lama harakatni ta'minlash uchun qo'llaniladi. Ular bir tomondan valda katta kuch va katta solishtirma quvvat olish imkoniyati bilan, ikkinchi tomondan esa konstruksiyasining murakkabligi va ularga xizmat qilish birmuncha qiyinchiligi bilan xarakterlanadi.

Elektrodvigatellar sharnirda hamma harakatlarni olish uchun qo'llaniladi. Ularning konstruksiyasi sodda, ammo asosiy kamchiligi boshqa dvigatellarga qaraganda yuqori bo'lmagan solishtirma quvvatga ega bo'lganligidir.

Sharnirlarda uzatish mexanizmi sifatida chervyakli, vintli, silindrik, tishli, planetar, reykali, zanjirli va boshqa uzatmalar qo'llaniladi.

Sharnir mustahkamligini va harakat yo'nalishini ta'minlash uchun, odatda u yagona korpusda yo'naltiruvchilar bilan birga bajariladi.

Robotlarning asosiy qismi bo'lgan manipulyatorning matematik yozilishini ko'rib chiqamiz.

Manipulyatorning mexanik tizimi boshqarish ob'ekti sifatida umuman quyidagicha xarakterlanadi – xarakat darajalarining ko'chishi va orientirlash qismlarining turi va soni bilan, ishchi zonanining turi va o'lchamlari bilan, unda manipulyatorning ishchi organi xarakatlanadi.

Manipulyator mexanik tizimining kirish o'zgartiruvchilariga  $n$  xarakat darajasidagi dvigatellarning  $D$  kirishlari  $Q_g(Q_{g1}, Q_{g2}, \dots, Q_{gn})$ . Chiqish o'zgaruvchilariga  $X$  ishchi organning siljishi va orientatsiyasi, hamda tashqi muhit ob'ektiga ta'sir qiluvchi kuchlar kiradi. Ishchi organ  $M$  ning eng katta xarakat darajalari soni oltiga teng – bulardan koordinatalari fazodagi xolatini ifodalaydi va uchta orientatsiya burchaklaridir.

Manipulyator xarakat darajalari soni qo'yidagi formula orqali ifodalanadi:

$$W = 6_n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$$

bu yerda  $n$  – kinematik zanjirning xarakatlanuvchi zvenolar soni;  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  – I, II, III, IV, va V sinflar kinematik juftlar soni.

Faqat V sinf kinematik juftlaridan tashkil topgan kinematik zanjir uchun

$$W = 6_n - 5P_5 \quad (2.4)$$

Yoki  $W_T = 3_n - 2P_5$ , bo'ladi.

Robotlar va manipulyatorlarning kinematik zanjirlari ochiq bo'lgani uchun harakatlanuvchi zvenolar soni  $n$  juftlar soniga teng bo'ladi:

$$n = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \quad (2.5)$$

Shunday qilib robotlar va manipulyatorlar uchun quyidagicha bo'ladi:

$$W_m = P_5 + 2P_4 + 3P_3 + 4P_2 + 5P_1 \quad (2.6)$$

Manipulyatorlarda qo'shni zvenolarning bir-biriga nisbatan holatlari nisbiy (umumlashgan) koordinatalar  $q(q_1, q_2 \dots q_n)$  orqali ifodalanadi. Bu yerda  $n$  – manipulyatorlar xarakat darajalari soni.

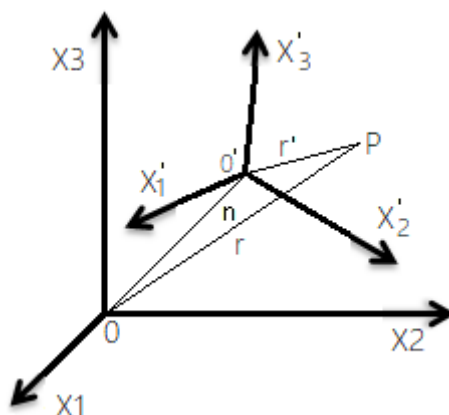
Manipulyator mexanik tizimini matematik yozishda uning chiqish o'zgaruvchilari  $X_i, Q_i$  bilan kirish o'zgaruvchisi  $Q_{gi}$  bog'lanishi ifodalanadi.

Manipulyatorning mexanik tizimi qo'yidagi ikki tenglamalar tizimi bilan ifodalanadi

$$x = f(q) \quad (2.7)$$

$$q = A_m(Q_g, Q_v)$$

Bu yerda birinchi tenglama – manipulyator kinematikasining tenglamasi bo‘lib, zvenolar  $x$  absolyut koordinatalarini nisbiy koordinatalarga  $g$  ni ifodalaydi, ikkinchisi  $q$  ( $q_1, q_2, \dots, q_n$ ) uchun dinamika tenglamalari, bunda  $Q_g$  ( $Q_{g1}, Q_{g2}, \dots, Q_{gn}$ ) – dvigatellarning kuchlari, ular manipulyator zvenolari mos koordinatalariga ta’sir qiladi:  $Q_v$  ( $Q_{v1}, Q_{v2} \dots Q_{vn}$ ) qarshi ta’sir kuchlari,  $A_m$  – manipulyator mexanik tizimining operatori



### 2.13-rasm. Manipulyator koordinat tizimi.

$P$  nuqtaning koordinatalarini  $Q', x'_1, x'_2, x'_3$ ,  $x_1', x_2', x_3'$  tizimdan  $Q, x_1, x_2, x_3$  tizimga o‘tkazish vektor matritsa tenglamasi orqali yoziladi

$$r = Ar' + n \quad (2.8)$$

yoki

$$r' = A^{-1}(r - n),$$

bunda

$$r = r(x_1, x_2, x_3);$$

$$r' = r'(x'_1, x'_2, x'_3)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \text{burilish matritsasi} \quad (2.9)$$

$$Q_{sk} = \cos(i_s, i'_k), \dots k = 1, 2, 3; Q_{sk} = \cos(i_s, i'_k); k=1, 2, 3;$$

$i_s, i_k$  – ikki ko‘rilayotgan tizimlarning ortlari.  $A$  matritsa uchun ushbu tenglik o‘rinli  $|A| = 1; A^{-1} = A^T$ , Bu yerda indeks  $T$  matritsani tranponerlash operatsiyasini ifodalaydi.

Agar manipulyator zvenolarining birining xarakat darajasi ikkinchisiga nisbatan, masalan  $\varphi$  burchakka burilsa, unda

$$A = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Agar zveno ilgari lanma xarakat qilganda, faqat paralel siljish bo‘lganda (5') tenglama qo‘yidagicha bo‘ladi

$$r = r' + n \quad (2.11)$$

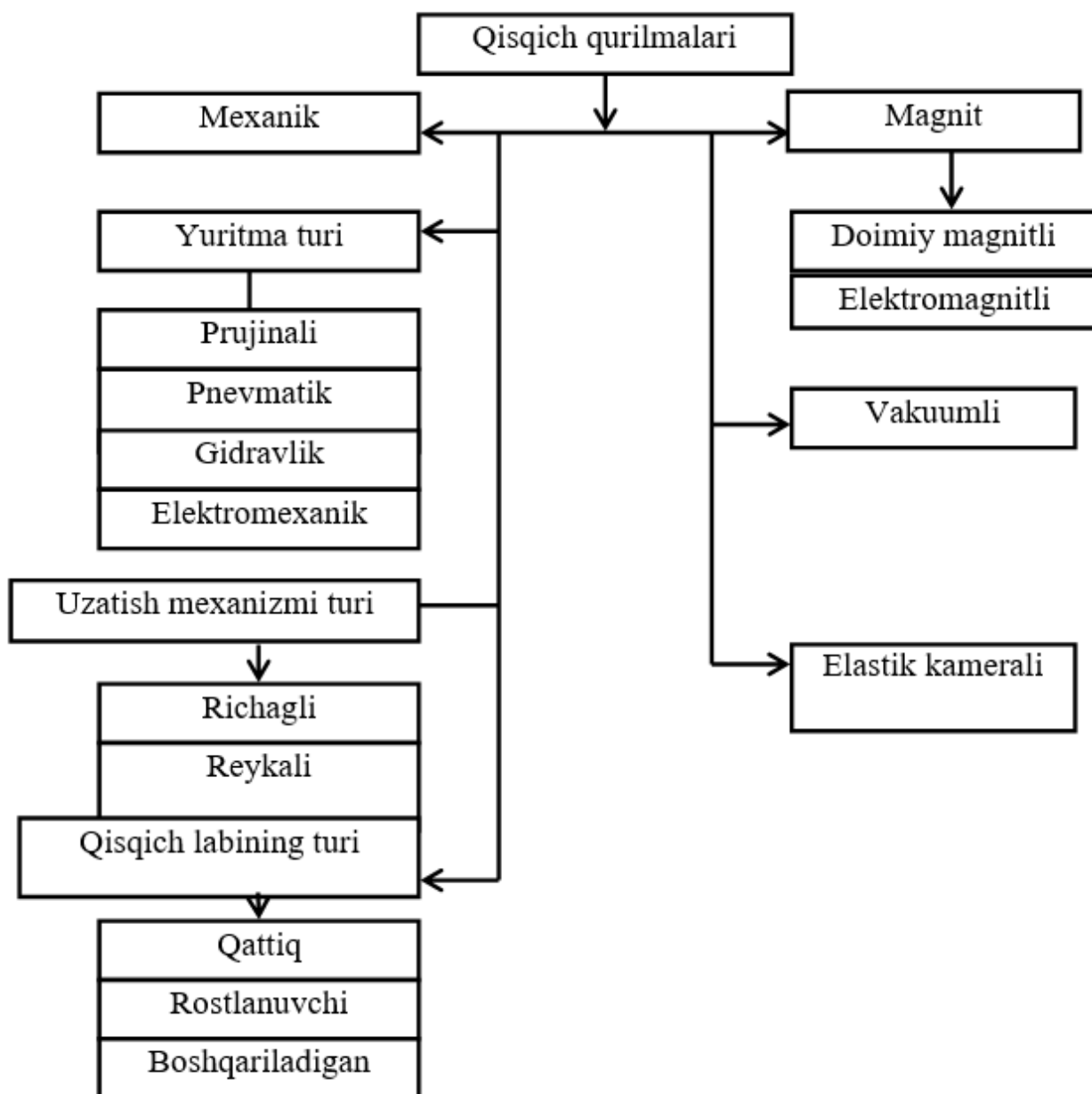
(5') tenglamalar tizimi barcha manipulyatorning xarakatlanuvchi zvenolari uchun tuzilganda kinematika natijaviy yozilishini beradi [7].

#### **2.4. Robotlarning ishchi organlari. Sanoat robotlarining qisqich qurilmalari**

Qisqich qurilmalari sanoat robotlarining asosiy elementlaridan biri bo‘lib hisoblanadi. Ular odatda robot manipulyatorining oxirgi zvenosiga mahkamlanadilar. Qisqich qurilmalarining asosiy vazifasi manipulyatsiya ob‘ektini qisib olish, ushlab turishdan iborat, bunda ob‘ektning shakli, o‘lchamlari va massasi hisobga olinadi. Qisqichlarning konstruksiyasi, o‘lchamlari va ko‘rinishi ob‘ektning massasiga, shakliga o‘lchamlariga va boshqa parametrlariga bog‘liq bo‘ladi.

*Qisqich qurilmalarining sinflanishi.*

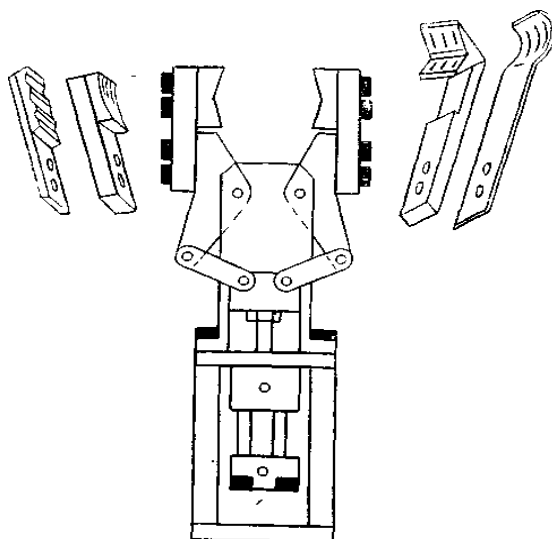
Qisqich qurilmalari maxsusligi, yuritma turi, qisqich elementlarining konstruksiyalari va boshqa xususiyatlari bo‘yicha sinflanadi (2.13 - rasm)



**2.13 - Rasm. Qisqich qurilmalarining sinflanishi.**

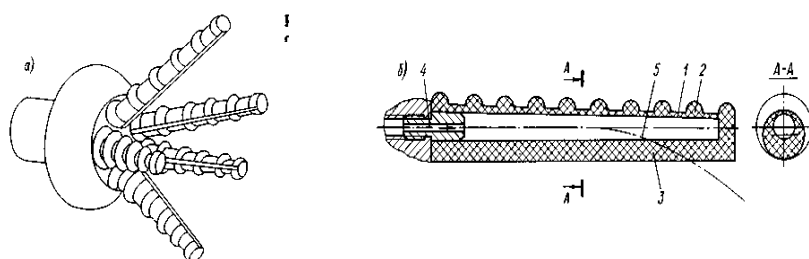
Mexanik qisqich qurilmalari eng universal hisoblanadi, chunki ularni turli konfiguratsiyaga ega bo‘lgan, har xil materiallardan yasalgan ob’ektlar bilan ishlashga qo‘llash mumkin. (2.14 - rasm).

Turli tipdagi qisqich lablari (doimiy va almashtiriladigan) qisqich qurilmasining asosiy elementi bo‘lib hisoblanadi. Ularning shakli, o‘lchamlari qisib olinadigan detalning konfiguratsiyasiga va o‘lchamlariga mos keladi. Universal qisqich qurilmalarida almashtiriladigan maxsuslashgan qisqich lablarini ishlatish individual qisqichlarni qo‘llashdan ozod qiladi va robotlar qiymatini kamaytiradi.



### 2.14 - rasm. Richagli qisqich qurilmasi.

Qisqich qurilmalarida quyidagi turdagi yuritmalar: mexanik, pnevmatik, gidravlik, magnit, elektromagnit va ularning kombinatsiyalari qo‘llaniladi. Barcha yuritmalar detallarni qisib olish jarayonidagi kuchlar kattaligini rostdlash imkonini beradi.



### 2.15 – rasm. Pnevmatik qisqich:

*a – tashqi ko‘rinishi; b – barmoq kesimi. 1 – yupqa qismi; 2 – gofrlar; 3 – qalin qismi; 4 – havo kirish qismi; 5 – qisilgan havo berilganda barmoq qismining deformatsiyasi.*

Pnevmatik yuritmalı qisqich qurilmalarning mexanik va gidravlik yuritmalı qurilmalarga qaraganda kamchiligi shundan iboratki, ularda qisish kuchini aniq rostdlash mumkin emas.

2.15 – rasmda besh barmoqli pnevmatik qisqichning tuzilishi keltirilgan. Barmoqlar turli qalinlikdagi qismlarga ega bo‘lganligi sababli, qisilgan havo berilganda ular bukiladi va predmetlarni qisib oladi.

Magnit qisqich qurilmalarida turli konfiguratsiyali, ferromagnit xususiyatiga ega materiallardan yasalgan predmetlarni qisib olish uchun doimiy

magnitlar va elektromagnitlar qo'llaniladi. Ularning asosiy kamchiligi qoldiq magnetizm va faqat ferromagnit xususiyatli predmetlar bilan ishlashi, bu esa bunday qisqichlarni qo'llash imkoniyatini cheklaydi.

Sezish qobiliyatiga ega bo'lgan qisqich qurilmalarida turli xil sensorlar (taktil, kuch moment, optik, sun'iy ko'z sistemalari va boshqalar) qo'llaniladi, ular qisqich bilan manipulyatsiya ob'ekti orasidagi kuchni, ob'ekt bor – yo'qligi, qisqichning harakati bo'yicha informatsiya olishga xizmat qiladilar va qisqichlarning funksional imkoniyatlarini oshiradi. Bu sensorlarning chiqish signallari robotlarning boshqaruv qurilmasiga yuboriladi va u yerda qayta ishlanib, zarur bo'lsa parametrlar o'zgartiriladi.

*Texnologik asboblari.* hozirgi vaqtda sanoat robotlari payvandlash, yig'uv, bo'yash va boshqa qator operatsiyalarni to'g'ridan – to'g'ri bajaradilar. Bu hollarda sanoat robotining ishchi organi texnologik asbob ko'rinishida bajariladi va manipulyatorning oxirgi zvenosiga o'rnatiladi. Texnologik asbob sifatida pulverizatorlar, payvandlash asboblari, gayka burash uskunalari va boshqalar ishlatiladi [9].

## **2.5. Robotlarning harakatlanish qurilmalari.**

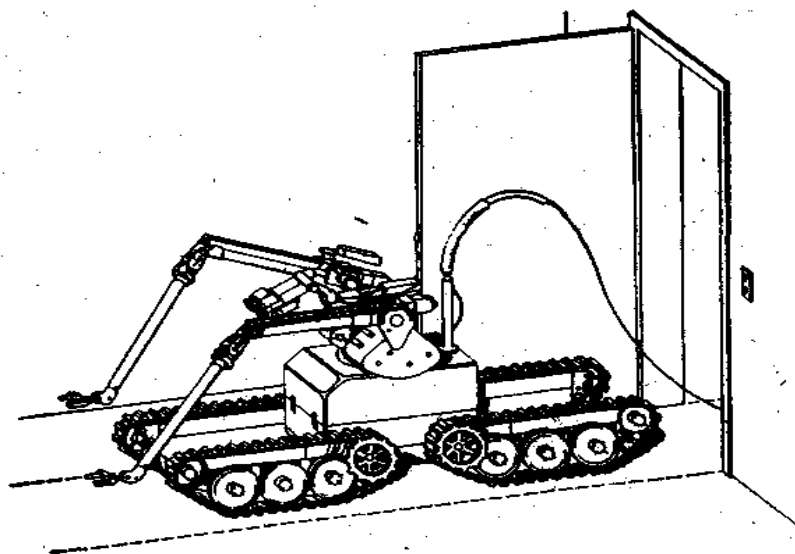
Sanoat robotlari mobilliga qarab statsionar va harakatlanuvchi turlarga bo'linadi. Statsionar robotlarda ishchi organ regional va lokal harakat qiladi, harakatlanuvchi robotlarda esa – yuqoridagi harakatlarga qo'shimcha global (sex ichidagi) harakatlar bo'ladi. Harakatlanuvchi robotlarning asosiy vazifasi transport oqimlari yoki ayrim texnologik operatsiyalar orasidagi aloqani amalga oshirishdan va ayrim hollarda yuklarni qayta ishlash bilan bog'liq operatsiyalarni avtomatlashtirishdan iborat.

Konstruktiv bajarilishi jihatidan harakatlanuvchi sanoat robotlari yerda yuradigan va osma bo'ladilar. Osma robotlar odatda monorel'da harakat qiladilar [5, 10].

Harakatlanuvchi robotlar statsionar robotlardan harakatlanish qurilmasi borligi bilan farq qiladi. Harakatlanish qurilmalari yurish qismidan va yuritmalardan



tashkil topadilar va g'ildirakali, gusenitsali, qadamlovchi va boshqa turda bo'lishi mumkin (2.16 - rasm).



**2.16 – rasm. Gusenitsali harakatlanuvchi robot.**

Sanoat robotlari harakatini amalga oshirishda gidravlik, pnevmatik, elektrik, aralash yuritmalar ishlatiladi (masalan, gidro- yoki pnevmoyuritma qo'llaganda energiyani uzatish qiyinlashadi).

Sanoat robotlari harakatlanish qurilmasining yuritmasini rostlashning turli usullari mavjud. Holat bo'yicha berk yuritmani qo'llash robotning harakatlanganda istalgan nuqtada yuqori aniqlik bilan to'xtatishini amalga oshirishga imkon beradi, ammo konstruksiyaning murakkablashishiga va narxining oshishiga olib keladi.

Ochiq konturli yuritmani qo'llash harakatlanish qurilmasining konstruksiyasini soddalashtiradi, ammo to'xtash aniqligi yuqori bo'lmaydi (to'xtash aniqligi  $\pm 5$  mm va undan yuqori), buning sababi yuritma mexanizmlari va tormoz qurilmalardagi ishqalanish kuchining ta'siridir. Bu rostlash usulida robotning berilgan pozitsiyada to'xtashi, robotning harakatlanish yo'lida joylashgan rele tipidagi signal qurilmalari tomonidan ketma – ket beriladigan komandalar yordamida amalga oshiriladi.

Ayrim sanoat robotlarida harakatlanishni boshqarish uchun aralash yuritma ishlatiladi. Bu holda berilgan to'xtash pozitsiyalar oralig'ida ochiq yuritma ishlatiladi, ammo berilgan pozitsiya nuqtalari yaqinida esa holat bo'yicha berk yuritma qo'llaniladi.

Harakatlanuvchi sanoat robotlari harakatlarini programmalash, manipulyator harakatini programmalashga o‘xshash bo‘ladi.

## **2.6. Sanoat robotlarining uzatish mexanizmlari.**

Sanoat robotlarining uzatish mexanizmlari mexanik energiyani yuritmadan ijro organga uzatishga xizmat qiladi.

*Uzatish mexanizmlari robotlarda quyidagi funksiyalarni bajarishga xizmat qiladi:*

- dvigateldan robotning harakatlanuvchi qismiga harakatni uzatadi;
- chiziqli harakat o‘qini aylanma harakat o‘qiga aylantirib beradi;
- harakat turini o‘zgartiradi, ya’ni chiziqli harakatni aylanma harakatga (Ch/A) yoki aylanma harakatni chiziqli harakatga (A/Ch) aylantiradi;
- chiziqli va aylanma harakatlar qiymatlarini o‘zgartiradi;
- chiziqli va aylanma harakatlar tezligini o‘zgartiradi [20].

Uzatish mexanizmlarining asosiy xarakteristikalari quyidagilar:


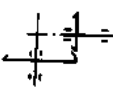
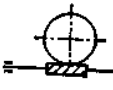
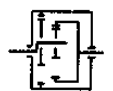
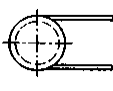
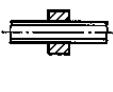

- a) uzatish nisbatining qiymati, kichik inersiya momentlari va o‘lchamlari;
- b) podshipniklardagi lyuftlar va revers xatoligi;
- c) massa;
- d) quvvatni masofaga uzatish effektivligi, portativligi.

*Robotlarda qo‘llaniladigan uzatish mexanizmlariga qo‘yiladigan talablar:*

- mexanizm soddaligi;
- kichik gabaritlari va og‘irligi;
- yuqori aniqligi;
- uzatish nisbatining doimiyligi;
- kam sonli zvenolar bilan katta uzatish nisbatini olish imkoniyati;
- bir nechta mexanik uzatmadarni birga joylashtirish qulayligi [9].

2.1 – jadvalda sanoat robotlarida qo‘llaniladigan ananaviy mexanik uzatmalar keltirilgan.

Sanoat robotlarida qo'llaniladigan ananaviy mexanik uzatmalar

No	Uzatma turi	Sxemasi	Xarakteristikalari	harakatni o'zgartirish	Tezlikni o'zgartirish	Masofaga uzatish	Izoh
1	Silindrik tishli g'ildirak		Manipulyatorning birinchi aylanma zvenosi. Momentning kata qiymatlari	A/A	bor	Yo'q	manipulyator
2	Konussimon tishli g'ildirak		Maxsus qo'llaniladi	A/A	bor	Yo'q	manipulyator
3	Chervyakli uzatma		Yuqori uzatish nisbatiga va massasiga ega	A/A	bor, yuqori	Yo'q	Manipulyator, qisqich
4	Planetor mexanizm		qimmat, og'irligi katta	A/A	bor, yuqori	Yo'q	manipulyator
5	Zanjirli uzatma		Vibratsiya yo'q, kata og'irlik	A/A; Ch/A; A/Ch	mumkin	bor	Siljish moduli
6	Tishli tasmali uzatma		Vibratsiya bo'lishi mumkin, juda kichik og'irlik	A/A; Ch/A; A/Ch	mumkin	bor	qisqich
7	Vintli val		Yuqori uzatish nisbati, ishqalanishni hisobiga	A/Ch	Bor, yuqori	bor	Manipulyator, qimsqich
8	Tishli reykali uzatma		Aniqligi yuqori, kichik qiymatga ega	A/Ch; Ch/A	bor	bor	Manipulyator, qimsqich

## Nazorat savollari

1. Slindrik koordinat sistemasida ishlovchi monipulyatori qanday koordinatalar bo'yicha ishlaydi?
2. Sferik koordinat sistemasida ishlovchi robot qaysi koordinatalarda harakatlanadi?
3. Burchak (angulyar) koordinat sistemasida ishlovchi robot qanday koordinatalar bo'yicha ishlaydi ?
4. Dekart koordinat sistemasida ishlovchi robotning ishchi zonasi qanday bo'ladi?
5. Slindrik koordinat sistemasida ishlovchi robotning ishchi zvenosi qanday ko'rinishga ega?
6. Sferik koordinat sistemasidagi robotning ishchi zonasi qanday bo'ladi?
7. Angulyar koordinat sistemasida ishlovchi robotning ishchi zonasini tuzing.
8. Dekart koordinat sistemasidagi robotning kinematik sxemalarini tuzing?
9. Slindrik koordinatalar sistemasidagi robotning kinematik sxemalari qanday bo'ladi?
10. Sferik koordinatalar sistemasidagi robot kinematik sxemalarini tuzing?
11. Burchak koordinatalar sistemasidagi robotning kinematik sxemalari qanday bo'ladi?

### 3 – BOB. ROBOTLARNING YURITMALARI

Yuritmalar sanoat robotining ijro sistemasiga kiradilar va manipulyatorning mexanik zvenolarini harakatga keltirish vazifasini bajaradilar.

Robot mexanik sistemasining strukturasi va parametrlari yuritma turi bilan aniqlanadi, undan tashqari yuritma sanoat robotining boshqarish sistemasini tanlashga ta'sir qiladi [7].

Yuritmalarni quyidagi xususiyatlar bilan sinflash mumkin: energiya turi, boshqarish usuli, ijro dvigatelining turi va boshqalar (3.1 – rasm).

Energiya turi bo'yicha yuritmalarning sinflanishi 3.1 – rasmda keltirilgan. Bu xususiyat robot yuritmalarini sinflashda asosiy hisoblanadi. Aralash yuritmalarda gidravlik, pnevmatik va elektrik yuritmalar turli variantlarda qo'llaniladi. Aralash yuritmalarni tanlashda sanoat robotining funksiyasi hisobga olinadi va bunda yuritmalarning xarakteristikalarini yanada samaraliroq ishlatish mumkin bo'ladi.

Sanoat robotlarining yuritmalari boshqarish usuli bo'yicha quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. Tayanchlar bo'yicha pozitsiyalanadigan ochiq yuritmalar. Bu usul siklli boshqarish sistemasiga ega bo'lgan sanoat robotlarida ishlatiladi.

2. Raqamli boshqariladigan ochiq yuritmalar.

3. Holat va boshqa parametrlar bo'yicha tekari aloqali taqlidli yuritmalar. Bu usul keng tarqalgan, pozitsion va kontur boshqarishli sanoat robotlarida qo'llaniladi.

4. Aralash yuritmalarda yuqorida keltirilgan boshqarish usullarining turli variantlari qo'llaniladi.

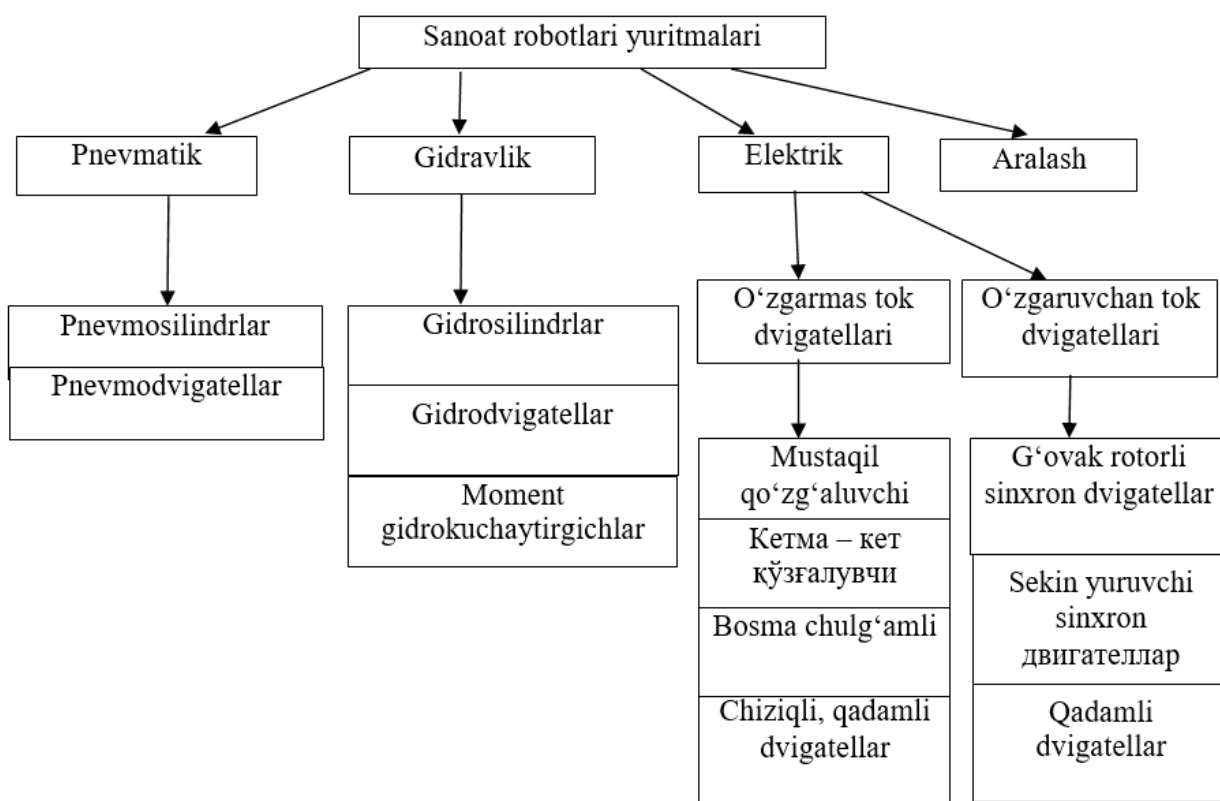
Ijro dvigatellarning turi bo'yicha yuritmalar quyidagi guruhlarga bo'linadilar:

1. Ilgarilama to'g'ri chiziqli harakat qiluvchi dvigatelli yuritmalar: gidrosilindrlar, pnevmosilindrlar, chiziqli harakat dvigatellari va boshqalar.

2. Aylanma kichik oborotli dvigatelli yuritmalar: rotorli gidro va pnevmosilindrlar, radial – porshenli gidromotorlar, pnevmomotorlar.

3. Aylanma yuqori oborotli dvigatelli yuritmalar: elektrodvigatellar, pnevmodvigatellar.

Yuritmalarning asosiy xarakteristikalariga quvvat, tezkorlik, statik va dinamik aniqlik kiradi. Yuritmaning tezkorligi ijro dvigatelining quvvati bilan aniqlanadi. Yuritmaning quvvati esa qo'llanilgan ijro dvigatelining quvvati bilan aniqlanadi. Yuritmaning tezkorligi ijro dvigatelining quvvati va uzatish mexanizmlarining parametrlari bilan aniqlanadi. Pozitsiyada to'xtash aniqligi yuritmaning kuchaytirish koeffitsientiga, to'xtash nuqtasiga yaqinlashish rejimiga va teskari aloqa datchiklarining ishlash aniqligiga bog'liq bo'ladi.



**3.1 – rasm. Sanoat robotlari yuritmalarining sinflanishi.**

### **3.1. Robotning pnevmatik yuritmasi**

Hozirgi vaqtda pnevmatik yuritmalari sanoat robotlari eng keng tarqalgan. Pnevmatik yuritmaning afzalliklariga uni boshqarish soddaligi, yasash arzonligi va yong'inga xavfsizligi kiradi.

Pnevmatik yuritmalarning kamchiliklariga tezlik qiymatini doimiy emasligi va sistemaning turg'unligi pastligi kiradi. Pnevmatik yuritma elementlarining

ishonchliligi qisilgan havoni tayyorlash sifatiga bog'liq bo'ladi va bunda havo bosimining barqaror bo'lishiga, ifloslardan tozalashga va elementlarni moylashga e'tibor berish kerak bo'ladi.

Pnevmatik yuritma ishlaganda sarflangan energiyaning 24 % i ishlatiladi. Undan tashqari, havoning qisiluvchanligi darajasi yuqori bo'lganligi sababli, pnevmatik yuritma past sezuvchanlikka, katta vaqt doimiyligiga ega va natijada tezkorligi past bo'ladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, pnevmatik yuritmalarda berilgan nuqtada fiksatsiya qilish uchun tormozlash ancha qiyinchiliklar tug'diradi.

Pnevmatik yuritma quyidagi elementlardan tashkil topadi: ijro dvigatel, taqsimlagich qurilmasi, tezlikni rostlash uchun drosellar, bosim reduktori, dempfirlash qurilmasi [9, 10].

Havo taqsimlagich qurilmasi pnevmoyuritma elementlarida qisilgan havoni robotni boshqarish programmasi asosida qayta taqsimlash, hamda havoni atmosferaga chiqarib yuborishni amalga oshiradi. Dvigatellarning kirish va chiqishiga o'rnatilgan drosellar yordamida havo sarfi rostlanadi.

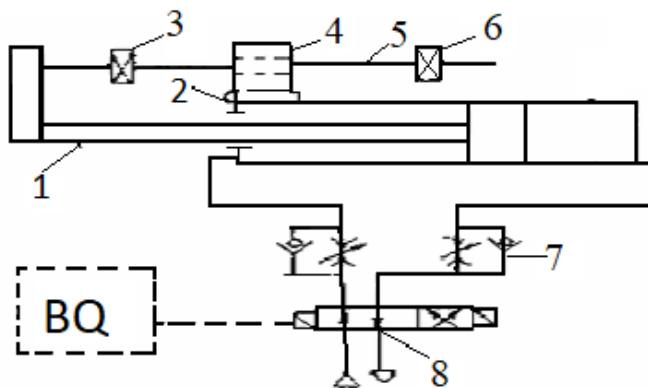
Pnevmatik yuritmalarda ijro dvigatellari sifatida pnevmosilindrlar, porshenli burilish dvigatellari va boshqalar qo'llaniladi.

3.2 – rasmda siklli boshqariladigan sanoat robotining bir harakat darajasi pnevmatik yuritmasining sxemasi keltirilgan.

Boshqarish qurilmasidan (BQ) signal havo taqsimlagichning boshqaruvchi elementiga (masalan, elektromagnitga) yuboriladi. Boshqarish ta'siriga muvofiq havo taqsimlagich 8 pnevmosilindrning 7 bir kamerasini ishchi havo magistrali bilan bog'laydi, boshqa kamerasini esa atmosfera bilan bog'laydi.

Rostlanuvchi 3 va 6 tayanchlar berilgan yo'nalish bo'yicha shtokning 1 siljish diapazonini aniqlaydi. Tayanchlar sterjenga 5 joylashtirilgan bo'ladilar.

Dempfirlash qurilmasi 2, qo'zg'almas tayanchga 4 o'rnatiladi va shtokning tormozlanishini amalga oshiradi.



**3.2 – rasm. Sanoat roboti pnevmoyuritmasining sxemasi:**

BQ – boshqarish qurilmasidan, 1-shtok, 2- dempfirlash qurilmasi, 3,6- rostlanuvchi tayanchlar, 4- qo‘zg‘almas tayanch, 5-sterjen, 7-klapanlar, 8-taqsimlagich.

Pnevmatik yuritmalar asosan siklli boshqariladigan sanoat robotlarida keng qo‘llaniladi va ularning yuk ko‘tarish qobiliyati 20 – 30 kg bo‘ladi.

Pnevmatik yuritmalı robotlarga “Siklon – 5”, “RF – 202M”, “PMR – 0.5”, “RITM”, “MP – 9S” robotlari misol bo‘ladi.

### **3.2. Robotning gidravlik yuritmasi.**

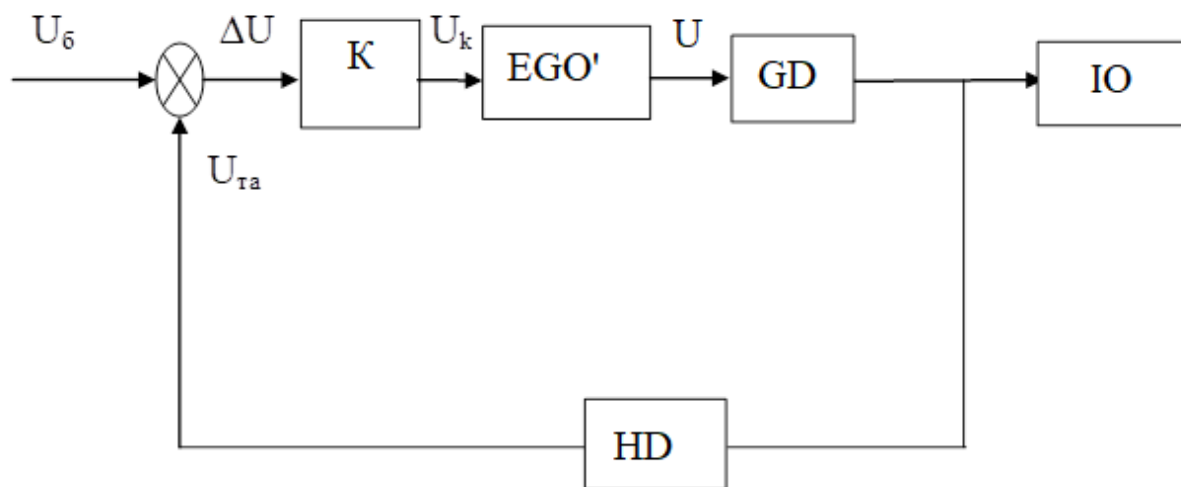
Gidravlik yuritmalı sanoat robotlari dunyo miqyosida barcha robotlarning 40 % ni tashkil etadi. Bunga sabab robotlar gidroyuritmalarining quyidagi afzalliklaridir: katta solishtirma quvvat, yuqori to‘xtash aniqligi, shovqin darajasining pastligi, murakkab harakatlarni qila olish imkoniyati.

Boshqa tomondan gidroyuritmalar quyidagi kamchiliklarga ega:

- temperatura o‘zgarganda ishchi suyuqlikning qovushqoqligining o‘zgarishi;
- maxsus manbaning (nasos stansiyasi) zarurligi;
- manjetlardan tashqariga suyuqlik chiqishi tufayli, ishchi zonaning ifloslanishi;
- xizmat qilish murakkabligi;
- aralash sistemasining (elektrik va gidravlik) mavjudligi.



3.3 – rasmda sanoat robotining holati bo‘yicha teskari aloqali taqlidli elektrogidravlik yuritmaning funksional sxemasi keltirilgan.



**3.3 – rasm. Sanoat roboti elektrogidravlik yuritmasining funksional sxemasi:**

*K – kuchaytirgich; EGO' – elektrogidravlik o'zgartirgich;*

*GD – gidrodvigatel; HD – holat datchigi; IO – ijro organi.*

Gidrodvigatel GD shtokining holati o‘zgarishi holat datchigi hD tomonidan o‘lchanib, elektr signaliga  $U_{ta}$  aylantiriladi. Teskari aloqa signali  $U_{ta}$  berilgan signal  $U_b$  bilan solishtiriladi va ayirmasi  $\Delta U$  kuchaytirgich K ga yuboriladi, undan keyin kuchaytirilgan  $U_k$  signal elektrogidravlik kuchaytirgich kirishiga uzatiladi.

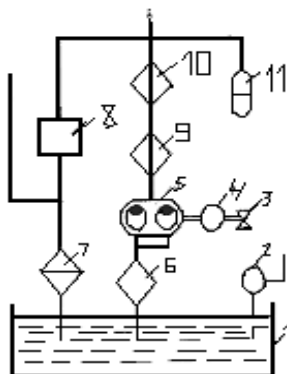
Teskari aloqa datchiklari (bu holda holat datchigi (HD)) sifatida potensiometrlar, selsinlar, aylanma transformatorlar, induktiv, kodli datchiklar va boshqalar ishlatiladi.

Gidravlik sistemalarning asosiy elementlari sifatida nasos stansiyalari, ijro dvigatellari, elektromexanik boshqarish qurilmalari, quvvat kuchaytirgichlari qo‘llaniladi. Hidravlik mexanizmlar droselli va hajm boshqariladigan bo‘ladilar.

Sanoat roboti gidrostansiyasining funksional sxemasi 3.4 – rasmda keltirilgan. Ishchi suyuqlik nasos 5 yordamida bak 1 dan sistemaga yuboriladi. Nasos dvigatel 4 va ventilator 3 orqali ishga tushiriladi. Suyuqlik sistemaga 6,7,9,10 filtrlar orqali yuboriladi. Temperatura relesi 2 stansiya mexanizmlarini suyuqlik tempraturasi  $35^{\circ}S$  bo‘lgandagina ishga tushiradi. Hidroakkumlyatorlar 11

suyuqlik sarfi katta bo'lganda kompensatsiya qilish va suyuqlik bosimi pulsatsiyalarini kamaytirish uchun xizmat qiladi.

Sistemada bosim oshib ketganda saqlagich klapan 8 orqali suyuqlikning bir qismi bakga tushiriladi.



**3.4 – rasm. Sanoat roboti gidrostansiyasining funksional sxemasi.**

Gidravlik yuritmalarda ko'pincha gidrodvigatel sifatida gidrosilindrlar qo'llaniladi. Ayrim gidrosilindrlarga tarmoq qurilmasi o'rnatilgan bo'ladi, bu esa porshen harakatini tormozlash rejimini rostdash imkonini beradi. Sanoat robotlari uchun yuqori tezkorlikka, ishonchlilikka, kichik o'lchamlarga ega bo'lgan gidroyuritmalarni yaratish talab qilinadi.

Ko'pincha gidravlik yuritmalar yuk ko'tarish qobiliyati 10 kg dan yuqori bo'lgan, to'xtash xatoligi kichik bo'lgan sanoat robotlarida qo'llaniladi, undan tashqari bunday yuritmalar juda katta yuk ko'tarish qobiliyatiga va ishchi zonasi katta bo'lgan robotlarda ham ishlatiladi. Gidroyuritmal robotlar pozitsion va kontur boshqarishli bo'ladilar [2, 7].

Gidravlik yuritmalar asosida "Universal – 50" (Rossiya), "Unimate" (AQSh), "Hibot" (Yaponiya) robotlari qurilgan.

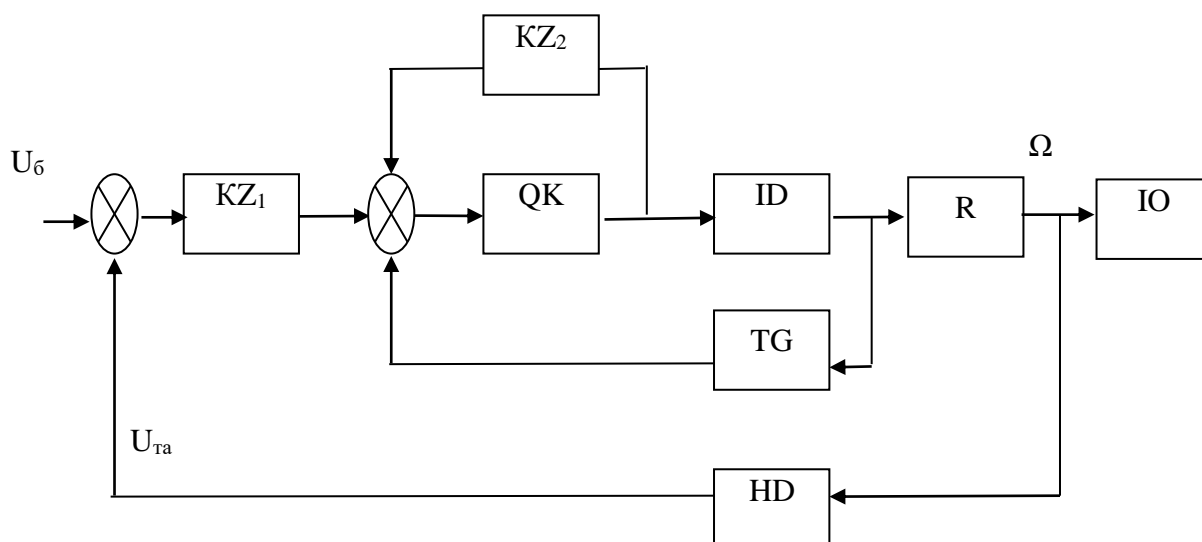
### **3.3. Robotlarning elektrik yuritmasi.**

Hozirgi vaqtda elektrik yuritmal robotlarni yaratishga katta e'tibor berilmoqda. Elektrik yuritmal robotlar pnevmatik va gidravlik robotlarga nisbatan

20 % ni tashkil qiladi. Bunday yuritmalarga qiziqishga sabab elektrodvigatellarning juda ko'p turlari mavjudligi va ularni boshqarish metodlari

ishlab chiqilganligidir. Bundan tashqari elektrik yuritmalarda universal manbani va EhM ni boshqarish uchun ishlatish imkoniyati bor.

Elektr yuritmalarning asosiy afzalliklari: montaj va sozlash osonligi, ekspluatatsiya qilish soddaligi, trubalarning yo‘qligi, shovqin pastligi va ifloslanish yo‘qligi. Shu bilan birga boshqa yuritmalarga qaraganda sanoat robotlarida elektr yuritmalarni ijro sistema elementi sifatida ishlatilganda o‘lcham va massa ko‘rsatkichlari yaxshi emas, bu esa manipulyator zvenolari konstruksiyalari uchun juda muhimdir. hozirgi vaqtda chiqarilayotgan elektrodvigatellarning chiqish vali yuqori aylanish chastotasiga ega. Aylanish chastotasini kamaytirish uchun reduktorlarni ishlatish, yuritmaning foydali ish koefitsientini va solishtirma quvvatini kamaytiradi [8, 10]. Taqlidli elektrik yuritmaning funksional sxemasi 3.5 – rasmda keltirilgan.



**3.5 - rasm. Taqlidli elektrik yuritmaning funksional sxemasi:**

*QK – quvvat kuchaytirgichi; ID – ijro dvigateli; R – reduktor;  
TG - taxogenerator; HD – holat datchigi; IO – ijro organi (mexanik qo‘lning zvenosi yoki robotning ishchi organi); KZ<sub>1</sub> va KZ<sub>2</sub> – elektrik yuritmaning korrektirlash zvenolari; U<sub>b</sub> - berilgan ta’sir; U<sub>ta</sub> – teskari aloqa signali; Ω – chiqish signali.*

Sanoat robotlari ijro organlarida o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok elektr dvigatellari qo‘llaniladi. har bir elektrodvigatelning turi o‘z xususiyatlariga ega. Odatda sanoat robotlarida mustaqil qo‘zg‘atishli o‘zgarmas tok dvigatellari ko‘p

ishlatiladi. Bu dvigatellar yaxshi rostlash xarakteristikalariga ega, ammo (shetochniy) kontakt borligi ularning ishonchliligini va uzoq vaqt ishlatilish imkoniyatini pasaytiradi. Ularni portlash xavfi bor sharoitlarda ishlatib bo'lmaydi.

Elektrik yuritmal sanoat robotlarining rivojlanishi ko'p jihatdan kompakt, kichik inersiyali o'zgaras tok dvigatellarining paydo bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular diskli, bosma chulg'amli yakorga, kichik elektromexanik vaqt doimiysiga egaligi bilan ajralib turadi.

Hozirgi vaqtda qo'llaniladigan aralash qo'zg'atishli dvigatellar asosidagi elektr yuritmalar yuritma energetik ko'rsatkichlarini anchagina yaxshilash imkonini beradi, ammo bunday yuritmalarda maxsus impulsli yarim o'tkazgich o'zgartirgichlari talab qilinadi.

Robotlar uchun keng diapazonda boshqariladigan asinxron dvigatellarni yaratish katta ahamiyatga ega, chunki bunday dvigatellar yuqori ishonchlilikka va yong'in xavfsizligiga ega.

Oxirgi vaqtda turli ishlash prinsipiga asoslangan chiziqli harakat elektrodvigateallari, qadamli dvigatellar, kontakt o'zgaras tok va pezoelektrik dvigatellar paydo bo'ldi.

Chiziqli harakat dvigatellar asosida qurilgan yuritma to'g'ridan - to'g'ri ilgarilama chiziqli harakat olish imkonini beradi, ular ko'p hollarda funksional afzalliklarga va sodda konstruksiyaga, ishonchlilik, yuqori boshqarilishga, yetarli tezkorlikka va aniqlikka ega bo'ladi.

Masalan, chiziqli qadamli dvigatellarni aniq pozitsiyalangan harakatlarni olishda, ochiq raqamli programmali boshqariladigan sistemalarni shakllantirishda qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi va ular 5 - 10 mkm aniqlikda 10 m/s<sup>2</sup> tezkorlikka va 0.6 m/s tezlikka ega bo'ladilar.

Rossiyada magnitli vint prinsipida yaratilgan chiziqli qadamli dvigatel 0.011 – 1.6 mm qadamga, 0.1 – 0.267 m/s tezlikka, 18 – 220 N kuchga, 2 – 20 kg massaga ega.

Sanoat robotlarining turli sharoitlarda ishlashlarini va har xil harakat qilishlarini hisobga olgan holda u yoki bu elektr yuritmani to'g'ri tanlash zarur.

Ijro dvigatellarini manipulyatorning harakatlanuvchi elementlarida joylashtirishni loyihalashda, nafaqat ularning dinamik xarakteristikalariga qarab, balki o'lcham va massasini ham hisobga olgan holda tanlaniladi.

### **3.4. Robotlarning ko'pkoordinatali yuritmalari**

Robotlar va robototexnik sistemalarda har bir chiziqli yoki aylanma harakatni olish uchun alohida yuritma ishlatiladi, bu esa robot yoki robototexnik sistemalarning konstruksiyalarini murakkablashuviga va massa - gabarit ko'rsatkichlarining oshishiga olib keladi [7].

Bunday yuritmalar o'rniga bir nechta chiqishga ega bo'lgan bitta ko'pkoordinatali yuritmani ishlatish robotlarning kinematik sxemalarini soddalashtirish, massa - gabarit ko'rsatkichlarini yaxshilash va chiqishda bir nechta mustaqil chiziqli va burilish harakatlarini olish imkoniyatini beradi.

Ko'pkoordinatali yuritmaning elektromexanik, gidravlik va pnevmatik turlari mavjud. Bunday yuritmalarning qurish prinsipi pnevmosilindr, gidrosilindr yoki ichki yonish dvigateli porshenining ilgarilama – qaytma harakatini chiziqli yoki burilish harakatiga aylantirishga, mikro – EHM orqali ma'lum qonun asosida muftalar guruhini ketma – ket ulash va uzishga asoslangan. Muftalarning vazifasi porshen harakatini chiqish valiga (o'qiga) yoki trosslarga uzatishdan iborat.

3.6 - rasmda ko'pkoordinatali chiziqli yuritmaning struktura sxemasi keltirilgan. Bu sxemaning tarkibiy qismlariga quyidagilar kiradi: boshqarish qurilmasi (BQ), silindrlar bloki (SB), muftalar (M), taqsimlagichlar bloki (TB), manba bloki (MB), o'zgartirgichlar va uzatmalar bloki (O'UB).

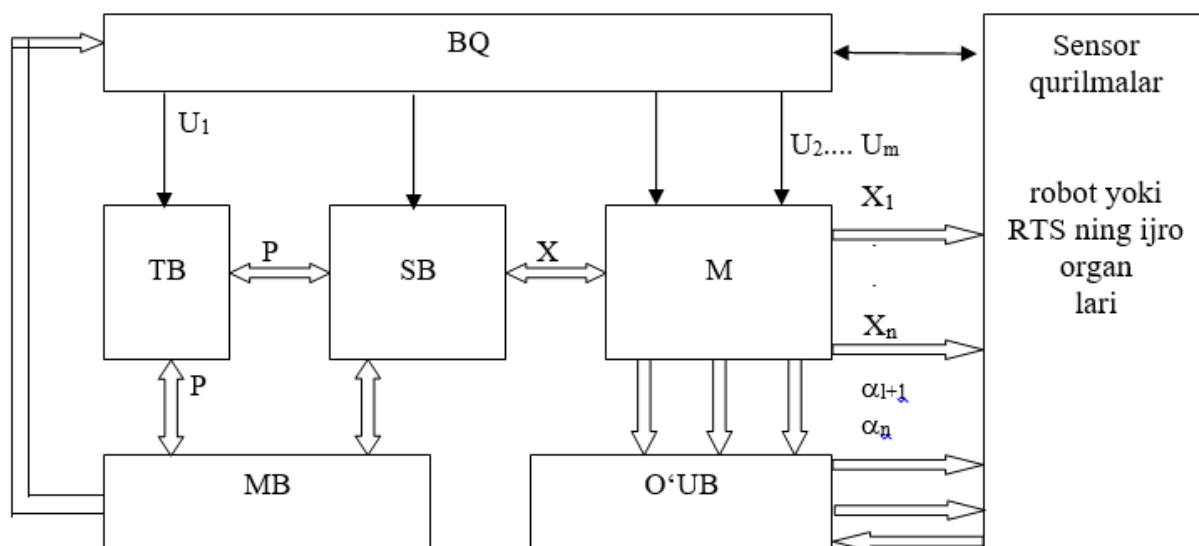
Silindrlar bloki energiya turiga qarab, pnevmosilindr, gidrosilindr yoki ichki yonish dvigateli asosida bajariladi, bunda silindrlar bir yoki ikki kamerali bo'lishi mumkin. Silindrlar bloki turli xil energiyani ilgarilma – qaytma mexanik siljishlarga aylantirib berishga mo'ljallangan, boshqariladigan muftalar silindrlar porshenlarining harakatlarini robot yoki robototexnik sistemaning harakatlanuvchi zvenolariga uzatishga xizmat qiladi. O'zgartirgichlar va uzatmalar bloki chiziqli

harakatni, burilish harakatlarini robot va robototexnik sistemalarning ijro organlariga uzatish vazifasini bajaradi.

Taqsimlagichlar boshqarish qurilmasidan yuboriladigan elektr signallar asosida manbadan keladigan havo (suyuqlik) bosimini silindrlarning u yoki bu qismiga ketma – ket borishini ta'minlashga xizmat qiladi.

Ko'pkoordinatali yuritmaning chiqishlar soni robotning harakatlanish darajalari soniga mos bo'ladi [6-8].

$X$  ni  $X_i$  ga ( $i = \overline{1, n}$ ) o'zgartirish funksiyalarini  $U_1, U_2, \dots, U_n$  boshqarish signallarining o'zgarish qonunlari belgilaydi. Bunday yuritmalarda BQ ning signallari ta'sirida porshenlarning ilgarilama - qaytma siljishlari chiqishda robot zvenolarining  $X_1, X_2, \dots, X_l$  chiziqli va  $\alpha_{l+1}, \alpha_{l+2}, \dots, \alpha_n$  burilish harakatlari to'plamiga aylantiriladi.

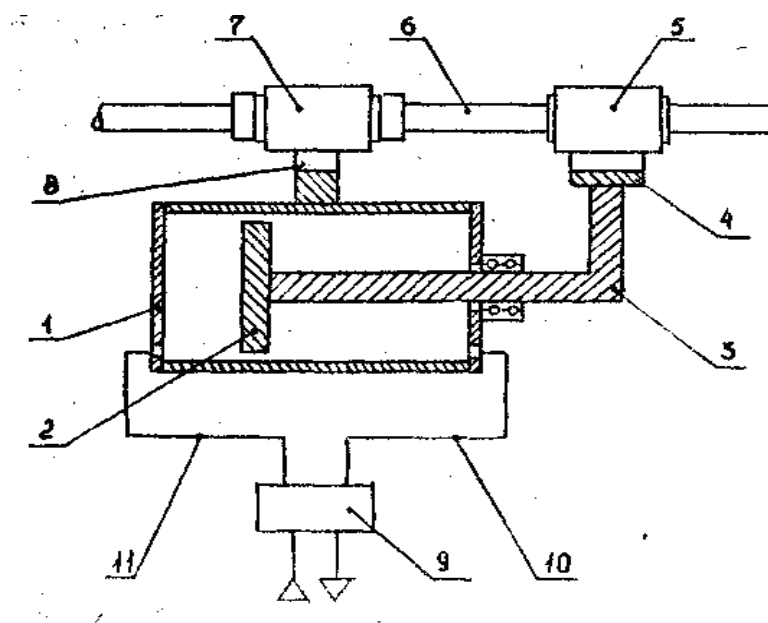


**3.6 – rasm. Ko'pkoordinatali yuritmaning umumlashgan struktura sxemasi.**

3.7 –rasmda ko'pkoordinatali pnevmatik yuritma sxemasi keltirilgan. Bu konstruksiyada silindrlar bloki bir kamerali pnevmosilindrlar asosida qurilgan.

Yuritma quyidagilardan tashkil topgan: pnevmosilindrlar 1, porshen 2, tyaga 3, planka 4. Plankalarda boshqariladigan ishchi mufta 5 o'rnatilgan, u yordamida porshenning ilgarilama – qaytma harakati shtok 6 ga uzatiladi, undan tashqari korpusga o'rnatilgan boshqariladigan fiksatsiya muftasi 7 mavjud, u

shtokni fiksatsiya qilishga xizmat qiladi. Bog'lovchi element 8 fiksatsiya muftasini korpusga mahkamlash uchun ishlatiladi.



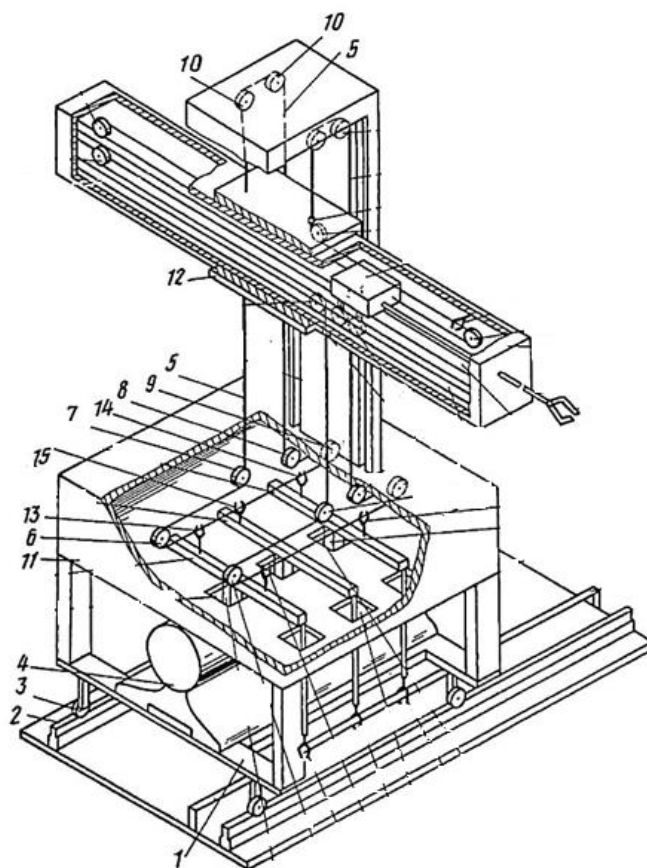
**3.7 – rasm. Ko'pkoordinatali pnevmatik yuritma.**

Ko'pkoordinatali pnevmatik yuritma quyidagicha ishlaydi. Pnevmo taqsimlagich 9 yordamida 10 va 11 magistrallar, ketma – ket ishchi muhit bilan ulanadi, natijada porshen ilgari lama – qayta harakat qiladi. Bu harakat ishchi va fiksatsiya boshqariladigan muftalarni ketma – ket ulash va uzish yo'li bilan shtokka yoki trossga uzatiladi. Mustaqil chiziqli harakatlarni olish uchun muftalar guruhi boshqarish qurilmasidan alohida boshqariladi.

Harakatning ma'lum nuqtasida shtokni fiksatsiya qilish uchun, ishchi muftalar uziladi va bir vaqtning o'zida fiksatsiya muftalari ulanadi.

Ko'pkoordinatali yuritmalarni robotlarda qo'llash robotning konstruksiyasini soddalashtirish, funksional imkoniyatlarini oshirish va dinamik xarakteristikalarini yaxshilashga olib keladi. Turli ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda ko'pkoordinatali yuritma asosida qurilgan sanoat robotlari qo'llaniladi. 3.8-rasmda keltirilgan sanoat roboti [11] massagabarit ko'rsatkichlarining afzalligi va harakat darajalaridagi dvigatellarining soni kamligi bilan ajralib turadi. Sanoat roboti quyidagi qismlardan iborat: 1-platforforma, 2-yo'naltiruvchi, 3-podshibnik, 4-ko'p koordinatali yuritma, 5-tross, 6-9-10-shkiblar, 7-8-roliklar, 11-korpus, 12-koretka, 13-14-15- elektromagnit muftalar.

Sanoat robotlariing barcha zvenolari asosda oʻrnatilgan yagona koʻpkoordinatali yuritma orqali harakatga keltiriladi va boshqarish programmasi boʻyicha dekart koordinat sistemasida ishlaydi va  $x, y, z$  koordinatalarni olish imkonini beradi. Koʻpkoordinatali yuritmaning chiqishidagi harakatlar shikivlar va muftalar orqali robot zvenolariga uzatiladi. Bu sanoat robotining afzalligi asosda joylashtirilgan koʻpkoordinata yuritma yordamida barcha harakatlar amalga oshiriladi, natijada robotning dinamik xarakteristikalari yaxshilanadi va konstruksiyasi soddalashadi. Koʻpkoordinatali yuritma asosida silindrik, sferik va angulyar koordinat sistemasida ishlovchi robotlar yaratilgan [11, 12].



**3.8- rasm. Koʻp koordinatali yuritmal sanoat robotining konstruktiv sxemasi:**

*1- platforma, 2-yoʻnaltiruvchi, 3-podshibnik, 4-koʻp koordinatali yuritma, 5-tross, 6-9-10-shkiblar, 7-8-roliklar, 11-korpus, 12-koretka, 13-14-15- elektromagnit muftalar.*



## Nazorat savollari

1. Sanoat roboti yuritmalarining sinflanishi?
2. Robot yuritmalari boshqarish usuli bo'yicha qanday guruhlarga bo'linadi?
3. Robot yuritmalarining asosiy xarakteristikalariga nimalar kiradi?
4. Sanoat roboti pnevmoyuritmasining sxemasini keltiring?
5. Pnevmyuritma strukturasi qanday elementlardan tashkil topadi?
6. Sanoat roboti pnevmoyuritmasining yuk ko'tarish qobiliyati qanday?
7. Pnevmyuritmaning afzallik va kamchiliklari?
8. Sanoat roboti gidroyuritmasining funksional sxemasini keltiring?
9. Robot gidroyuritmasini tashkil etuvchi qismlariga nimalar kiradi?
10. Robot gidroyuritmasining afzallik va kamchiliklari?
11. Gidroyuritmalarda gidrodvigatel sifatida qanday elementlar ishlatila?
12. Gidroyuritmalar robotlarda qaysi hollarda qo'llaniladi?
13. Robotlarning elektr yuritmalarining afzallik va kamchiliklari?
14. Taqlidli elkktr yuritmasining funksional sxemasini keltiring?
15. Sanoat roboti elctr yuritmasiga qanday elementlar kiradi?
16. Robot elektr yuritmalarining sinflanishi?
17. Chiziqli harakat yuritmalari va ularning robotlarda qo'llanilishi?
18. Ko'p koordinatali chiziqli harakat yuritmasi va uning tarkibiy qismlari?

## **4– BOB. SANOAT ROBOTLARINI BOSHQARISH TIZIMLARI**

Sanoat robotining boshqarish sistemasi boshqarish qurilmasidan, boshqarish ob'ekti bo'lgan manipulyatordan, harakatlanish qurilmalaridan va boshqa sanoat roboti tarkibiga kiruvchi qurilmalardan tashkil topadi.

Sanoat roboti boshqarish sistemasining asosiy vazifasi robot harakatlarining mantiqiy ketma – ketligini shakllantirish, ishchi qurilmalarning avtomatik ishlashini ta'minlash, robot va u xizmat qiladigan jihozlarni berilgan programmaga mos ravishda boshqarishdan iborat.

### **4.1. Boshqarish tizimlarning sinflanishi**

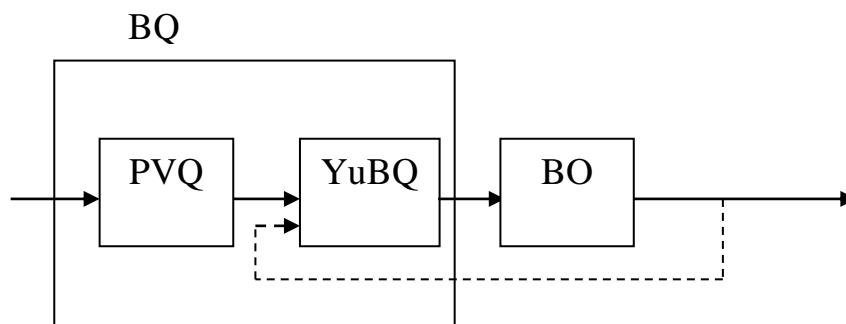
Sanoat robotlarining boshqarish sistemalari boshqarish turiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi: programmali, adaptiv va intellektual. Bunday bo'linishning asosini robotlarni boshqarish uchun zarur informatsiya olish usuli, sanoat roboti harakatini boshqarish prinsipi tashkil qiladi.

Harakatni boshqarish prinsipi bo'yicha robotlarning boshqarish sistemalari programma asosida boshqariladigan sistemalarga, tashqi muhit haqidagi informatsiya bo'yicha ishlaydigan boshqarish sistemalariga va aralash sistemalarga bo'linadi [5].

Programmali boshqarish sistemalari sanoat robotlarini boshqarish sistemalari ierarxiyasida past o'rinda turadi. Bunday boshqarish sistemalari robotning va tashqi muhitning to'la aniq bo'lishini va ishlash sharoitining o'zgarmasligini talab qiladi.

4.1 – rasmda sanoat robotining boshqarish sistemasining funksional sxemasi keltirilgan. Bu sistemaning ishlashi quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi:  $Y$  – boshqarish ob'ektining holatini xarakterlovchi vektor (ishchi qurilmalar harakat darajalarining koordinatalari);  $\bar{G}$  – berilgan ta'sir, boshqarish programmasi shaklida bo'lib, boshqariladigan kattalik  $Y$  ning berilgan o'zgarish qonuni bo'yicha informatsiyani o'z ichiga oladi va programma - vaqt qurilmasiga kiritiladi. Ushbu  $\bar{Y}(t) = \bar{Y}_b(t)$  tenglikka rioya qilinsa, programmaning aniq

bajarilishi amalga oshiriladi va shunga mos ravishda robot ishchi qurilmalarning kerakli siljishlari amalga oshiriladi, ya'ni har bir yuritma o'ziga taaluqli harakat darajasiga mos keluvchi  $\bar{G}(t)$  programmani bajaradi va natijada to'liqligicha kerakli harakat amalga oshiriladi.



#### 4.1 – rasm. Sanoat roboti boshqarish tizimining funksional sxemasi:

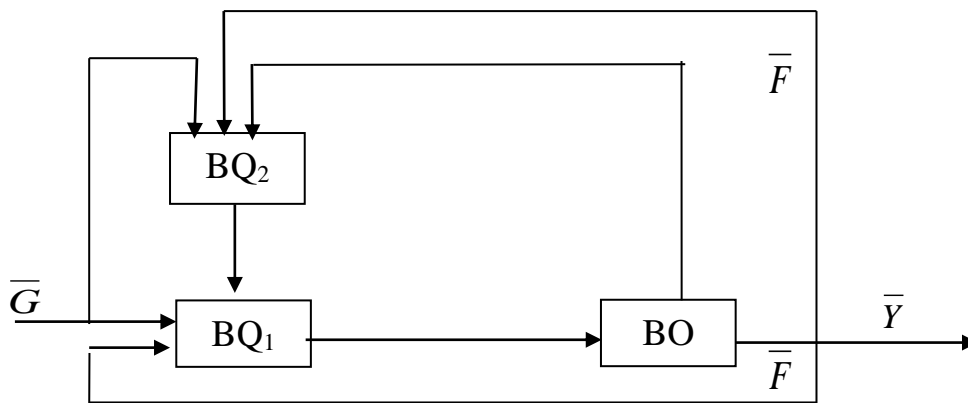
BQ - boshqarish qurilmasi; PVQ – programma - vaqt qurilmasi; YuBQ – yuritmalarni boshqarish bloki; BO – boshqarish ob'ekti (sanoat robotining ishchi qurilmalari).

Programmali boshqariladigan sanoat robotlarida kerakli boshqarish sifatini ta'minlash uchun lokal teskari aloqalar bo'lishi mumkin (ichki informatsiya datchiklari), ammo tashqi muhit bo'yicha informatsiya bo'lmaydi.

Sezuvchi robotlarda tashqi muhit holati bo'yicha informatsiya asosida boshqarish prinsipi amalga oshiriladi. Sezuvchi robot boshqarish sistemasi sanoat robotining ishchi qurilmalari va ishchi organi harkatini ma'lum sensor qurilmalardan olinadigan tashqi muhit holati bo'yicha informatsiya asosida boshqarishni amalga oshiradi. Programmali boshqarish sistemalaridan farqli bu boshqarish usulida sanoat roboti harakati jarayonida boshqarish ta'sirini doimiy ravishda oldindan aniqlash lozim bo'ladi.

Mukammal sanoat robotlarida ham programmali, ham tashqi muhit bo'yicha informatsiya asosida boshqarish usullari qo'llaniladi. Aralash boshqarish usulida robot harakatlanish jarayonida ishchi qurilmalar harkatini o'z vaqtida korrrektirovka qilish va aprior informatsiyani maksimal ishlatish hisobiga boshqarish sifatini oshirish imkoniyati bo'ladi. Bu usul sezuvchi robotlarni boshqarishning ilg'or usulidir.

Programmali robotlarga qaraganda adaptiv va intellektual sezuvchi robotlar yanada mukammal boshqarish strukturasi ega bo'ladilar.



**4.2. rasm. Sanoat robotini adaptiv boshqarishning funksional sxemasi.**

Adaptiv boshqarishli robotlarda noadaptiv boshqariladigan robotlardan farqli tashqi muhit o'zgarganda zarur boshqarish algoritmining avtomatik o'zgarishi amalga oshiriladi. Robotning adaptiv boshqarish sistemasining funksional sxemasi ikkita boshqarish qurilmalari BQ<sub>1</sub> va BQ<sub>2</sub> ni o'z ichiga oladi (4.2 - rasm). BQ<sub>1</sub> boshqarish qurilmasi robot ishchi qurilmalari yuritmalarni boshqarishni amalga oshiradi. Yuritmalar bu sistemaning boshqariluvchi ob'ektlari (BO) hisoblaniladi. BQ<sub>2</sub> – adaptiv boshqaruv qurilmasi bo'lib boshqarish ob'ektining holati  $\bar{Y}$ , tashqi muhit  $\bar{F}$  va berilgan ta'sir  $\bar{G}$  bo'yicha informatsiyaga bog'liq ravishda boshqarish qurilmasi BQ<sub>1</sub> ning parametrlarini o'zgarishini amalga oshiradi.  $\bar{G}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $\bar{F}$  ma'lumotlar asosida BQ<sub>2</sub> boshqarish qurilmasi BQ<sub>1</sub> boshqarish qurilmasining boshqarish algoritmini qayta qurib, boshqarishning sifatini tanlangan mezon bo'yicha oldindan baholaydi. Masalan, pozitsiyalanish aniqligi korreksiyaning amalga oshirish bo'yicha mezon bo'lishi mumkin. Shuni ta'kidlash lozimki, robotning boshqarish strukturasi kengaytirish robotning programma ta'minotiga qo'shimchalar qilish va apparaturasining murakkablashuvi hisobiga amalga oshiriladi.

Robotlarni intellektual boshqarish eng mukammal hisoblanadi, ular tashqi muhit bo'yicha informatsiyani qabul qilib, uni modellashtirish masalalarini yechishga qodir, hamda qaror qabul qilish va robotning harakatlanish faoliyatini rejalashtirish imkoniyatiga egadir.

Manipulyator mexanik zvenolari harakatlarni shakllantirish usuli bo'yicha sanoat robotlari diskret va uzluksiz boshqariladigan guruhlariga bo'linadi [5].

#### **4.2. Sanoat robotlarini avtomatik boshqarish tizimlari**

Robotlarni avtomatik boshqarish sistemalarining asosiy xususiyati shundan iboratki, robot odam ishtirokisiz, to'g'ridan to'g'ri avtonom boshqariladi. Operatorning funksiyasi robotni o'rgatish, ishga tushirish va ishlatishni davriy ravishda kuzatishdan iborat.

Avtomatik boshqarish sistemalarida boshqarish qonuni boshqarish programmasi ko'rinishida shakllantiriladi. Bunda berilgan programmani ishlatishning turli rejimlari bo'lishi mumkin: o'zgarmas programma asosida boshqarish, ishlash sharoitiga qarab programmani adaptiv o'zgartirib boshqarish va robotni berilgan programma yo'qligida boshqarish.

Birinchi avlod robotlari o'zgarmas programma asosida ishlaydi. Bu usul eng sodd boshqarish usuli bo'lib, ayniqsa rostlashning ochiq siklida qulaydir. Murakkab hollarda berk boshqarish prinsipi qo'llaniladi.

Ikkinchi avlod robotlarida adaptiv boshqarish prinsipi qo'llaniladi. Bunday robotlardi sezuvchan sensor qurilmalari bo'ladi va ular tashqi muhit o'zgarishiga moslasha oladi.adaptiv robot uchun tashqi muhit to'liq aniqlanmagan bo'ladi.

Uchinchi avlod robotlarida intellektual boshqarish sistemalari qo'llaniladi. Bunda robotlar tashqi muhitni qabul qila oladi, uning modelini qurishi va ish faoliyatini amalga oshirishi uchun qaror qabul qilishi imkoniyatiga ega bo'ladi.

Ular odamga xos bo'lgan, ayrim murakkab intellektual funksiyalarni bajarishlar mumkin.

Robotlarning birinchi avlodlari sanoatda yaxshi o'zlashtirilgan va ular juda ko'p sonda ishlab chiqariladi.

Robotlarning ikkinchi va uchunchi avlodlari, hozirgi vaqtda kam yaratilgan va ular qimmat turadi. Ular ekstrimal sharoitlarda qo'llaniladi, ya'ni odam faoliyat ko'rsata olmaydigan sharoitlarda ishlatiladi. Bunday robotlarni aniq

mashinasozlikda, elektronika sanoatida, asbobsozlikda qo‘llash bo‘yicha ishlar olib borilmoqda.

### **Avtomatik boshqarish tizimlarning xususiyatlari**

Turli xil avtomatik boshqarish sistemalarni quyidagi xarakteristikalar asosida qiyoslash mumkin: robot harakati traektoriyasi, boshqarish sikli, boshqarish qonunini sintez qilish uchun informatsiya manbalari, boshqarish algoritmi, boshqarish sistemasini programmalash usuli bo‘yicha (4.1 – jadval).

*Robot Xarakati traektoriyasining turi.* Siklli boshqarish sistemalari diskret traektoriyani olish imkonini beradi. Har bir diskret nuqta manipulyator zvenolarining bor bo‘lgan chetki holatlarining umumiy sonining biror kombinatsiyasiga mos keladi. Chetki holatlarda pozitsiyalanish odatda mexanik tayanch yordamida olinadi. Traektoriyaning diskretligining asosiy kamchiligi robot ishchi zonasining nuqtalariga to‘liq yetib bo‘lmaydi.

Pozitsion boshqarish sistemalar uzluksizga yaqin traektoriyani olishni ta‘minlaydi. Umuman olganda traektoriya bu holda uzluksiz ammo robotning pozitsiyalanishi faqat uzluksiz funksiyaning diskret qiymatlaridagi mumkin. Diskret qiymatlar soni boshqarish qurilmasining imkoniyatlariga bog‘liq bo‘ladi va bir necha yuzdan bir necha minggacha bo‘lishi mumkin.

Kontur, adaptiv va intellektual boshqarish sistemalari uzluksiz harakat traektoriyasini olish imkonini beradi va robot ishchi zonasining istalgan nuqtasida pozitsiyalanish imkonini beradi. Undan tashqari harakat parametrlarini (tezlik, tezlanish, tormozlash) traektoriya bo‘yicha Harakat jarayonida o‘zgartirishi mumkin bo‘ladi.

*Boshqarish sikli.* Siklli boshqarish sistemalari ochiq boshqarish sikliga ega, ya‘ni boshqarish signallari programmatoridan to‘g‘ridan to‘g‘ri robotning yuritmasiga yuboriladi. Pozitsion sistemalarda sikl pozitsiyalanish nuqtalari bo‘yicha yopiq va pozitsiyalanish nuqtalari orasidagi harakat uchun ochiq bo‘ladi, u esa berilgan qonun bo‘yicha amalga oshadi. Kontur sistemalarda boshqarish siklli robot zvenolarining dinamik holati haqidagi ichki informatsiya bo‘yicha

yopiq bo‘ladi. Adaptiv sistemalarda tashqi muhit haqidagi informatsiya bo‘yicha berk siklni shakllantirish uchun qushimcha konturlarulanadi.

4.1 jadval

**Robotlarni avtomatik boshqarish tizimlari.**

Harakteris tikalari	Programmali boshqarish sistemalari			Adaptiv boshqarish sistemalari	Intellectual boshqarish sistemalari
	Siklli	Pozitsion	Kontur		
Harakat troektoriyasi turi	Diskret	Uzluksizga yaqin	Uzluksiz	Uzluksiz	Uzluksiz
Boshqarish sikli	Ochiq	Ochiq-yopiq	Ichki informatsiya bo‘yicha yopiq	Ichki va tashqi informatsiya bo‘yicha yopiq	Ichki, tashqi informatsiya va bilimlar bo‘yicha yopiq
Informatsiya manbai	Uzib ulagichlar	Harakat darajasidagi holat va tezlik datchiklari	Holat va tezlik datchiklari	Holat, tezlik, kuch-moment, taktil, sun‘iy ko‘z, lokatsiya datchiklari	Bilimlar bazasini sezish sistemalari
Algoritmi	Siklogramma	Siklogramma va interpolatsiya qonuni	Differensial tenglamani yechish	Adaptiv korreksiya	Ko‘p konturli adaptatsiya
Programm alash	Fizik rostlash, assemblar mashinako di	O‘rgatish mashinako di	O‘rgatish, ON-LiNE, OFF-LiNE rejimlari. Yuqori darajadagi tillar. Maxsuslashgan tillar	Minimal oldindan o‘rgatish. Yuqori darajadagi va maxsuslashgan tillar	Avtomatik programmalash. Sun‘iy intellekt tili

Intellectual sistemalar undan tashqari ichki va tashqi bilimlar bo‘yicha berk siklli bo‘ladi.

**Informatsiya manbalari.** Siklli robotlarda odatda informatsion datchiklar qoʻllanilmaydi. Ularda robot zvenosining boshlangʻich va oxirgi holatlarini fiksatsiya qiluvchi ulagichlar ishlatiladi. Pozitsion – kontur sistemalarida robotning har bir zvenosi holat datchigi bilan taʼminlanadi va ularning signallari qiyoslash qurilmasiga yuboriladi. Bunda zvenolarning real holatlari bilan programmada berilgan holatlari orasidagi farqlar boʻyicha signal shakllantiriladi. Adaptiv boshqarish sistemalarida ichki informatsiya datchiklariga qoʻshimcha ravishda tashqi informatsiya datchiklar ishlatiladi. Intellektual sistemalarda sezish vositalari bilimlar bazasi bilan birlashtiriladi.

**Boshqarish algoritmi.** Siklli sistemalarda boshqarish algoritmi manipulyator zvenolarining ishlashining mantiqiy ketma-ketligi koʻrinishida shakllantiriladi. Pozitsion sistemalarda zvenolar harakatining mantiqiy ketma-ketligi bilan bir qatorda interpolyatsiya qonuni ishlatiladi. Bu qonun pozitsiyalanish nuqtalari orasidagi harakatni aniqlaydi.

Kontur, adaptiv va intellektual sistemalarda boshqarish algoritmi robot dinamikasini ifodalovchi differensial tenglamasini yechish natijasida sintez qilinadi.

**Programmash usuli.** Siklli sistemalar mexanik tayanchni fizik rostlash yoʻli bilan va programmatorida siklogrammani qoʻlda terish bilan programmashtiriladi. Pozitsion-kontur sistemalar toʻgʻridan-toʻgʻri oʻrgatish rejimida mashina kodlar tilini yoki yuqori darajadagi programmash tillarini ishlatib programmashtiriladi. Ayrim hollarda robot xususiyatidan kelib chiqib, maxsus programmash tillari ham qoʻllaniladi.

Adaptiv va intellektual sistemalarda avtomatlashtirilgan va avtomatik programmash amalga oshiriladi [7].

### **4.3. Robotlarni programmali boshqarish tizimlari**

Programmali boshqarish sistemalari programmashni, boshqarish programmasini xotirada saqlashni, uni amalga oshirishni taʼminlaydi [4, 6, 7].



Sanoat robotining boshqarish programmasi deb, berilgan topshiriqqa binoan robotning ishlashini aniqlovchi komandalar to'plamiga aytiladi.

Sanoat robotini programmalash – sanoat robotini boshqaruvchi programmani tuzish, uni boshqarish qurilmasiga kiritish hamda sozlash jarayoni.

Boshqarish programmasini xotirada saqlash – xotira qurilmasida kerakli vaqt davomida informatsiyani saqlash.

Programmani amalga oshirish - xotira qurilmasidan informatsiyani o'qish jarayoni va boshqarish signallarini robotning ijro mexanizmlariga uzatish.

Sanoat robotining boshqarish sistemasi ikki rejimdan birida ishlaydi: sistemani programmalash rejimida va programmani amalga oshirish rejimida. Sanoat robotini programmalashning ayrim tomonlarini ko'rib chiqamiz.

Robotlarni programmalashning ikki usuli mavjud: o'rgatish usulida programmalash va analitik programmalash.

Analitik programmalashda oldindan qilingan hisoblar asosida boshqarish programmasi tuziladi va xotiraga kiritiladi.

O'rgatish asosida robotni programmalashda boshqarish programmasini tuzish va kiritish operator tomonidan amalga oshiriladi, bunda operator robot ishchi organiga oldindan kerakli harakatlarini qildiradi va bu harakat parametrlari boshqarish programmasi shaklida boshqarish qurilmasiga kiritiladi.

Programmalanadigan robotlar uchun o'rgatish jarayonida programmalashning uch usuli qo'llanilishi mumkin: qo'l (ruchnoy), yarim avtomatik, avtomatik.

Qo'l usulida programmalashda operator programmalashning hamma bosqichlarida ishtirok etadi, u ishchi organning ishchi zonaning berilgan nuqtalari bo'yicha harakatini amalga oshiradi. Bunda nuqtalar koordinatalari manipulyator ijro mexanizmining zvenolarida joylashgan teskari aloqa datchiklari yordamida programmalashtiriladi, datchiklarning signallari raqamli kodga aylantiriladi va programma saqlagichga yozib qo'yiladi.

Yarim avtomatik programmalashda operator programmani shakllantirishning ayrim bosqichlarida qatnashadi. Avtomatik boshqarishda

operatorning funksiyasi programmani kengroq shakllantirishdan iborat va uni oldindan boshqarish qurilmasiga berishdan iborat.

Sanoat robotini o'rgatish jarayonida robotning ishchi qurilmalari siljishlari programmalashtiriladi. Bunda boshqarish qurilmasiga uch turli informatsiya kiritiladi: harakat ketma - ketligi bo'yicha, holat bo'yicha va operatsiyani bajarish vaqti bo'yicha. Ishchi qurilma va ishchi organing har xil siljishlari uchun turli programmalar ishlatiladi. Koordinata – nuqtali programmalashda shunday aniq pozitsiyalar belgilanadiki, ularda ishchi organ to'xtashi ko'zda tutiladi. Bu pozitsiyalar oralig'idagi siljishlar ixtiyoriy yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin.

4.3 – rasmda programmali boshqariladigan sanoat robotining umumlashgan sxemasi keltirilgan, unda boshqarish qurilmasining operator bilan, robotning ijro qurilmalari bilan, texnologik jihoz bilan, alohida bloklar bilan aloqalari aks ettirilgan. Operator boshqarish pulti orqali ishlash rejimlarini beradi, xotira qurilmasiga koordinatalar yoki traektoriya bo'yicha informatsiyani kiritadi. holat bo'yicha boshqarish bloki boshqarish programmasini avtomatik ravishda qayta ishlab, boshqarish signallari ko'rinishida manipulyatorning, harakat qurilmasining va texnologik jihozning yuritmalariga yuboradi.

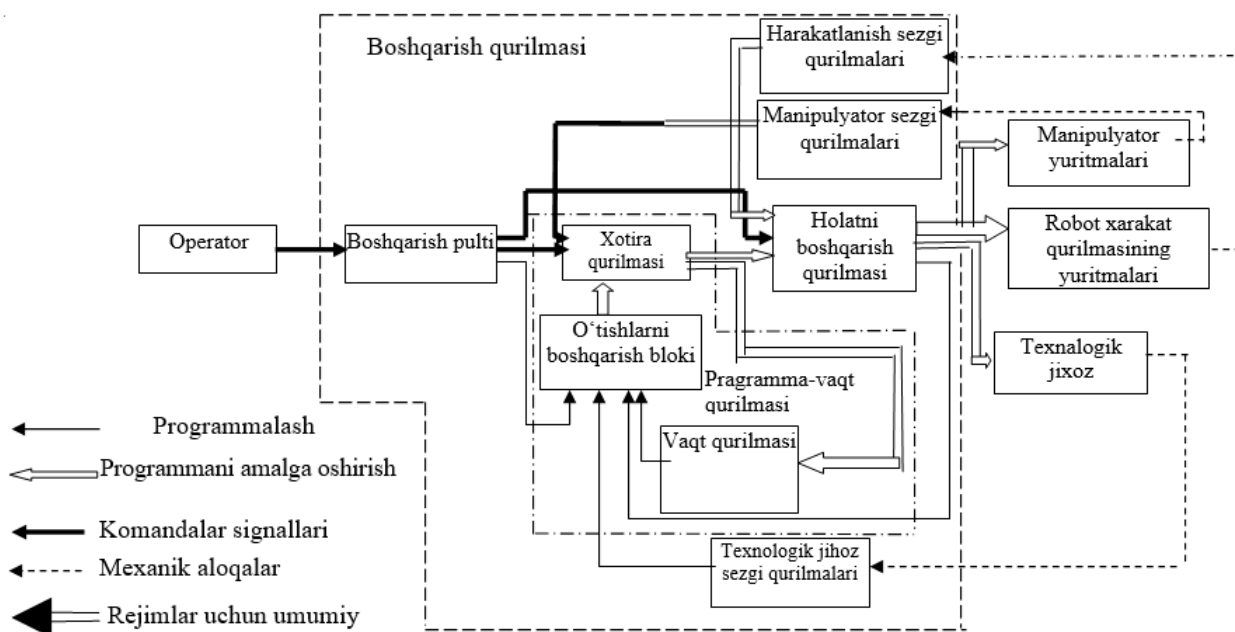
Sanoat robotini programmalashtirishda turli usullar qo'llaniladi:

1. Analitik usul – oldindan hisoblangan programma boshqarish pulti orqali xotira qurilmasiga kiritiladi.

2. O'rgatish usuli – operator boshqarish pulti orqali berilgan operatsiyani bir marotaba bajarilishini amalga oshiradi. Bunda boshqarish pulti va holatni boshqarish orqali robotning va texnologik jihozning yuritmalariga boshqarish signallari yuboriladi. Programmani kiritish ketma – ketligi: sezish qurilmalari – xotira qurilmasi. Informatsiyani kiritish komandasining o'tish yo'li: *boshqarish pulti – o'tishlarni boshqarish bloki – xotira qurilmasi.*

O'rgatish usulining boshqa turida operator manipulyator ishchi organini berilgan traektoriya bo'yicha harakatga keltiradi. Programmani kiritish yuqorida keltirilgan ikkinchi usulga o'xshash bo'ladi. Programma - vaqt qurilmasida saqlanayotgan informatsiya, robotning xotirasiga kiritiladi, bu informatsiya

tarkibiga operatsiyalarning ketma – ketligi bo‘yicha informatsiya, holat bo‘yicha informatsiya va vaqt bo‘yicha informatsiya kiradi.



#### 4.3. Sanoat robotini programmaviy boshqarish tizimining umumlashgan sxemasi.

Sanoat roboti bajaradigan operatsiyani qadamlar ketma – ketligi tarzda aks ettiriladi. har bir qadamda bir yoki bir necha operatsiya bajarilishi mumkin. Robotning har bir operatsiyasiga (qisqich qurilmasini ochish – yopish, burilish va h.) informatsiya birligi son (komanda) to‘g‘ri keladi va u operatsiyaning murakkabligiga qarab 1 dan 15 bitgacha informatsiyadan tashkil topadi. Operatsiyalar guruhiga sonlar guruhi (kadr) mos keladi, ular o‘z o‘rnida ostprogrammaga birlashishi mumkin. Programmaviy informatsiya elementlarining bunday birlashishi operatsiya tugallanishining mantiqiy asosida amalga oshiriladi va bular pirovardda ishchi programmani tashkil qiladi.

Programma - vaqt qurilmasi xotira qurilmasini, o‘tishlarini boshqarish blokini va vaqt qurilmasini o‘z ichiga oladi hamda sonlar, kadrlar va ostprogrammalarini ishga tushirish tartibini amalga oshiradi. Programmadagi vaqt intervallarini vaqt qurilmasi shakllantiradi.

Ko‘pgina programmali boshqarish sistemalarida ishchi programma tashkil etuvchi qismlarining bajarilish ketma - ketligi sezish qurilmalaridan keladigan

informatsiyaga mos ravishda o'zgarishi mumkin, bu esa robot ishlayotganda texnologik jarayonlaridagi o'zgarishlarni boshqarish sistemasi hisobga olgan holda ishlashini ta'minlaydi.

Robotlarni programmali boshqarish sistemalari asosan 3 – turga bo'linadi: siklli, pozitsion va kontur boshqarish sistemalari [5].

Siklli boshqarish sistemalarida manipulyator zvenolari harakatlari ketma-ketligini aniqlovchi programmalanadigan nuqtalar soni har bir zveno uchun 2 – 4 dan oshmaydi. Programmalash cheklovchi tayanchlarni kerakli holatga o'rnatish va boshqarish qurilmasiga komandalar ketma- ketligi bo'yicha informatsiyani hamda vaqt intervallari kattaligi bo'yicha ma'lumotlarni kiritish bilan amalga oshiriladi.

Hozirgi zamon robotlarining pozitsion programmali boshqarish sistemalari har bir harakat nuqtalarini programmalashni amalga oshiradi. Masalan, RM – 1 robotining «Sigma» pozitsion boshqarish sistemasining modul strukturali xotira qurilmasiga katta hajmdagi informatsiyani kiritish imkoniyati mavjud.

Sanoat robotlarining kontur boshqarish sistemasi robotning uzluksiz fazoviy traektoriyasi bo'yicha aniq harakatlarni amalga oshirishga xizmat qiladi. Robot ishchi organining uzluksiz harakatini ta'minlash uchun ikki metod ishlatilishi mumkin. Birinchi metod bo'yicha traektoriyaning parametrlari koordinatalarning uzluksiz ketma – ketligi shaklida beriladi. Ikkinchi metod bo'yicha traektoriyaning tayanch nuqtalari chekli son shaklida beriladi va bu nuqtalar orasidagi traektoriya hisoblaniladi.

Birinchi holda boshqarish qurilmasida hisoblash bloki bo'lmaydi, ammo butun traektoriya bo'yicha ma'lumotlarni saqlash uchun katta hajmga ega bo'lgan xotira qurilmasi kerak bo'ladi, ikkinchi holda esa xotira qurilmasining hajmi faqat traektoriyaning tayanch nuqtalarini eslab qolish uchun yetarli bo'lishi kerak, ammo tayanch nuqtalar orasidagi traektoriyani hisoblash bloki uchun interpolyator zarur bo'ladi.

#### 4.4. Siklli boshqarish tizimalari

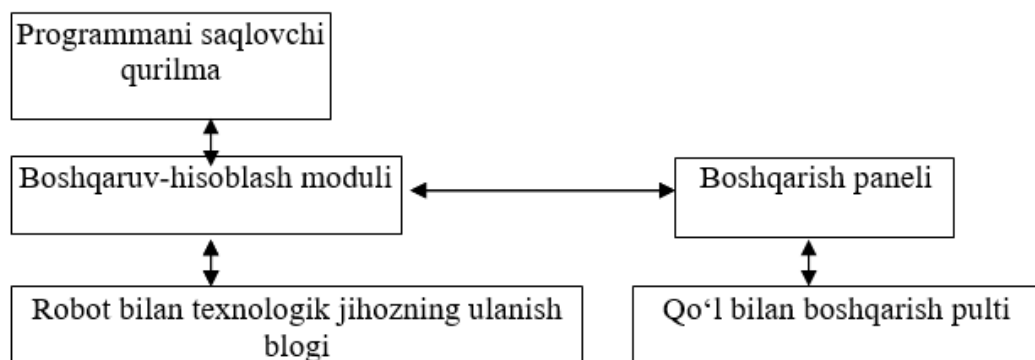
Robotlarni sikli avtomatik boshqarishning asosiy prinsipi, manipulyatorning pozitsiyalanishi tayanchlar orqali amalga oshiriladi.

Sikli boshqarish sistemalarining xarakterli xususiyatlarining asosiylar quyidagilar:

- diskret ko‘rinishidagi mantiqiy va texnologik informatsiyani programmash. Bu informatsiya manipulyator zvenolari harakati ketma-ketligini pozitsiyalanish vaqti va hakoazolarni o‘z ichiga oladi;
- holat datchiklari va rostlanuvchi tayanchlar yordamida har bir harakat darajasi bo‘yicha siljishlar haqidagi informatsiyani ajratib olish;
- manipulyator zvenolarining berilgan va faktik holatlarini qiyoslash;
- ochiq sikl bo‘yicha boshqarish.

Umuman sikli programmali boshqaruv qurilmasi tarkibiga boshqaruv-hisoblash moduli, programmani saqlash qurilmasi, robot bilan texnologik jihozning ulanish blogi, boshqarish paneli va o‘rgatishning qo‘l bilan boshqarish pulti (4.4-rasm) kiradi.

Sistemaning yadrosi boshqaruv-hisoblash moduli hisoblanadi, uning asosiy funksiyasi kerakli algoritmgga mos keluvchi mikro-operatsiyalarni shakllantirish(boshqaruv impulslarini) va ularni operatsion uzellarga va boshqa funksional bloklarga uzatishdan iborat. Siklli programmali boshqarishning elektron qurilmalarida boshqaruv-hisoblash moduli sifatida odatda turli tipdagimikroprogrammali avtomatlar ishlatiladi.



4.4- rasm. Siklli boshqarish tizimining umumiy tarkibi.

Mikroprotessorli sikli boshqarishning boshqaruv-hisoblash modullarini shakllantirish mikroprotessorlar bazasida va turli konfiguratsiyali mikro EhMlarida amalga oshiriladi.

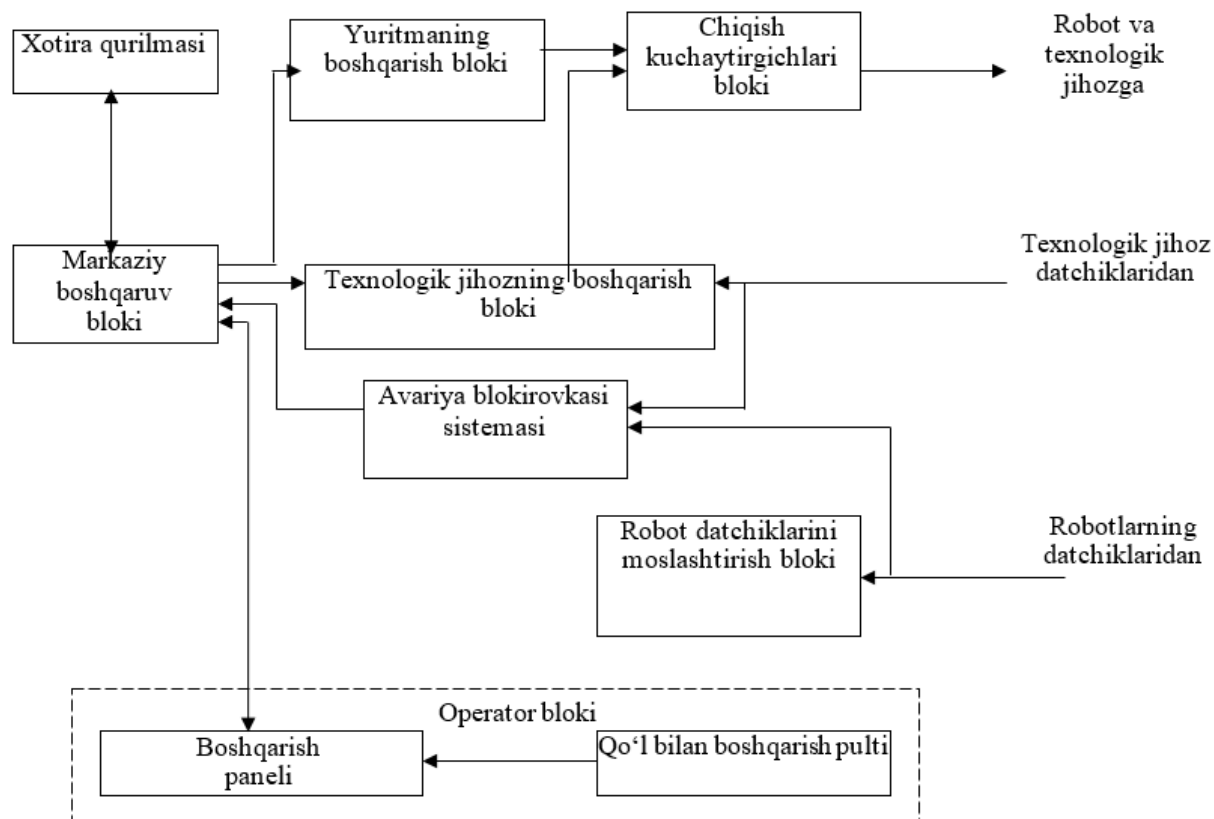
Sikli boshqarish sistemalarida komandalar brjarishinig ketma-ketligi bo'yicha informatsiyani xotirada saqlash uchun quyidagi elektromexanik informatsion qurilmalar ishlatiladi: shteklar va kommutatsion maydonlar, programmali barabanlar, diodli qayta programmalanadigan matritsalar, perfokartalar va boshqalar, undan tashqari elektron xotira qurilmalari ham qo'llaniladi. Robot bilan texnologik jihozni birgalikda ishlatish bloki asosan yuritmalarni boshqarish komandalarini, datchiklar xolatini so'rash, texnologik jihoz bilan informatsiya almashashini shakllantirish funksiyasini bajaradi.

Boshqarish paneli ish rejimlarini berish, programmani ishga tushirish va to'xtatish, programma ishlashini indikatsiya qilish, tugunlarining holatini va ishlash to'g'riligini aks ettirish uchun xizmat qiladi. Robot zvenolari harakatini qo'l bilan boshqarishni amalga oshirish uchun boshqarish (o'rgatish) pulti ishlatiladi [8].

Robotni o'rgatish jarayonida tayanchlar qo'l bilan rostlanadi va bu bilan robotning pozitsiyalanishi amalga oshiriladi. Undan tashqari programma saqlovchi qurilmasiga ayrim zvenolar holatlarining ketma-ketligi bo'yicha informatsiya kiritiladi.

Boshqarish informatsiyasini programmalash kadrlar bo'yicha amalga oshiriladi, kadrlarning tarkibi va soni robot va texnologik jihozning yuritmalariga beriladigan komandalar bilan aniqlanadi. Programma bo'yicha avtomatik ishlash jarayonida ayrim operatsiyalarning bajarilishi ketma-ketligi kadrlar bo'yicha o'qilib, programma saqlagich qurilmasidan boshqaruv-hisoblash moduliga yuboriladi, u esa boshqarish komandalarini shakllantiradi.

Sikli boshqarish sistemasiga misol qilib ESPU-6030 qurilmasini keltirish mumkin.



**4.5- rasm. Unifikatsiyalangan sikli boshqarish qurilmasi USM-663 ning struktura sxemasi.**

ESPU-6030 qurilmasi sodda texnologik siklli operatsiyalarni avtomatlashtirishda robotlarni boshqarish uchun xizmat qiladi. Bunda robotning har bir harakat darajasida ikkita fiksatsiya holati bo‘ladi.

Unifikatsiyalangan siklli sistemalar har bir harakat darajasida bir necha fiksatsiya holatlariga ega robotlarni boshqarish uchun xizmat qiladi. Bunday siklli boshqarish sistemasiga USM-663 unifikatsiyalangan siklli boshqarish qurilmasi misol bo‘ladi. Uning struktura sxemasi 4.5 – rasmda keltirilgan.

Bu qurilmaning mantiqiy imkoniyatlari ancha kengaytirilgan. Boshqaruv hisoblash moduli umumiy boshqarilish markaziy blok shaklida, mikroprogrammali avtomat asosida qurilgan.

Programmani saqlash qurilmasi sifatida integral miurosxemalarda yaratilgan operativ xotira qurilmasi ishlatiladi.

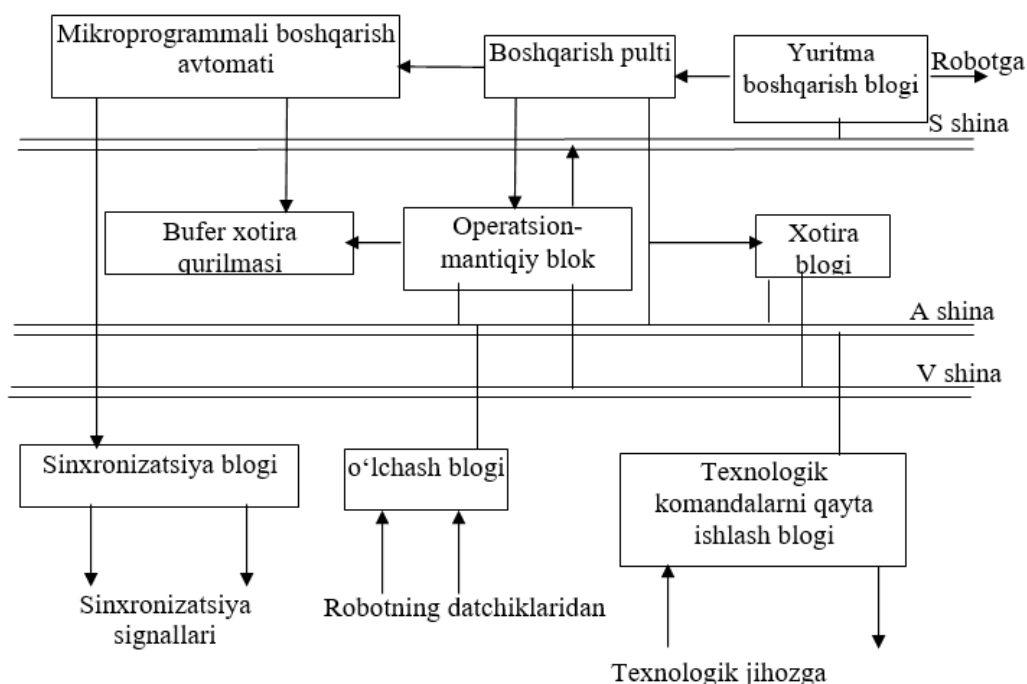
Qurilma ishlash jarayonida boshqarish informatsiyasi boshqarishning markaziy blokida, xotira qurilmasiga yozilgan programmaga mos ravishda

shakllantiriladi. Robotni va texnologik jihozni boshqarish signallari to‘g‘ridan-to‘g‘ri chiqish kuchaytirgichlari orqali kerakli yuritmalarga yuboriladi.

#### 4.5. Pozitsion boshqarish tizimlari

Robotlarni pozitsion boshqarish sistemalari avtomatik yuoshqarish sistemalari sinfiga kiradi. Bunday pozitsion boshqaruv sistemalarining asosiy xarakteristikalari quyidagicha: boshqariladigan koordinatalar soni 3-8; programmalarining xotira hajmi(kadrlar) 100-2500; tashqi jihozlar bilan informatsiya almashuv texnologik komandalar soni 15-128; yuritma turi taqlidli yoki diskret. Informatsiyani qayta ishlash usuli (ketma-ket yoi parallel siljishlar koordinatalarini qayta ishlash) pozitsion sistemalarda ikki usulda bajarilishi mumkin. Birinchi usulda markaziy hisoblagichli struktura bo‘yicha va ikkinchi usulda markazlashmagan struktura asosida, bu holda hisoblagich har bir koordinata bloki tarkibiga kiradi [9].

Misol qilib markazlashgan strukturali unifikatsiyalangan pozitsion programmali UPM-772 tipidagi boshqarish qurilmasini keltirish mumkin (4.6-rasm).



4.6- rasm. Unifikatsiyalangan pozitsion programmali UPM-772 tipidagi boshqarish qurilmasining struktura sxemasi.



Bu qurilma sinxron mikroprogrammali avtomat(MPA) prinsipida qurilgan, bu avtomatda holatlar soni chekli va o'zgarmas boshqaruv sikliga ega. MPA pozitsion qurilmaning ishlash algaritmiga mos ravishda boshqarish mikrokomandalarni shakllantirishiga xizmat qiladi.

Markaziy boshqarish funksiyalari va informatsiyani mantiqiy qayta ishlash operatsion-mantiqiy qurilmada amalga oshiriladi. Bu qurilma MPA bilan birga maxsus hisoblagich vazifasini bajaradi.

UPM-772 sistemasida asosiy programma saqlagich sifatida magnit lentasidagi kassetali to'plagich ishlatiladi. Uning vazifasi MPA ga kerakli programmani qabul qilish, saqlash va berishdan iborat. Xotira blogining umumiy hajmi 600 kbit bo'lib, zonalar bo'yicha shakllantiriladi. Bir zonada bir yoki bir nechta programma yozilishi mumkin. Zonalar orasidagi aloqa shartli va shartsiz o'tishlar komandalari yordamida amalga oshiriladi.

Informatsiyani yozish va o'qish rejimi operativ xotira qurilmasi yordamida bajariladi, undan tashqari bu qurilma robotni boshqarish ishchi programmani operativ saqlash uchun ham xizmat qiladi.

Boshqarish pulti ish rejimlarini va «o'rgatish», “Kadr izlash”, “Programma” va boshqa rejimlarda boshqarishni tashkil etish uchun xizmat qiladi. Manipulyatorni qo'l bilan boshqarish o'rgatish pulti yordamida amalga oshiriladi va manipulyatorning ijro organlari va qisqich qurilmasining harakatlari ta'minlanadi.

Pozitsion manipulyatorning boshqarish programmasining funksional tarkibi quyidagi ifoda bilan yozilishi mumkin.

$$F=(X+Y+Z+\dots+W+F+T+R+\tau+p)n,$$

bu yerda  $X, Y, Z, \dots, W$  – robot harakatlanish darajalari bo'yicha siljishlarning geometrik kattaliklariga mos keluvchi informatsiya massivlari;  $F$  – siljish tezliklari;  $T$  – texnologik komandalar;  $R$  – komandalarni bajarish ketma-ketligi bo'yicha informatsiya;  $\tau$  – vaqt bo'yicha kechikish;  $p$  – o'tish shartlari mantiqiy komandalari;  $n$  – programmaning kadrlar soni.

Keltirilgan unifiksiyalangan pozitsion boshqarish sistemasi o'zgarmas sikl bo'yicha ishlaydi, uning asosiy modullari, mantiqiy aloqalari va boshqarish algoritmi apparat vositalarda shakllantirilgan.

Pozitsion boshqarish sistemalarning strukturalarida maxsuslashtirilgan kontroller va mikroprotsessorlarning qo'llanilishi, ularni yanada moslashuvchan qiladi va programma ta'minotining tarkibini o'zgartirish yo'li bilan boshqarish algoritmlarini programmalash imkoniyatini beradi.

#### **4.6. Robotlarning kontur boshqarish tizimlari**

Kontur boshqarish ishchi organlari traektoriya bo'yicha harakatlanadigan robotlarda ishlatiladi. Bunday boshqarishning murakkabligi ko'p jihatdan robot ishlaydigan koordinat sistemasiga, harakatlanish aniqligiga, erkinlik darajalari soniga va ishlov berilayotgan ob'ektga bog'liq bo'ladi.

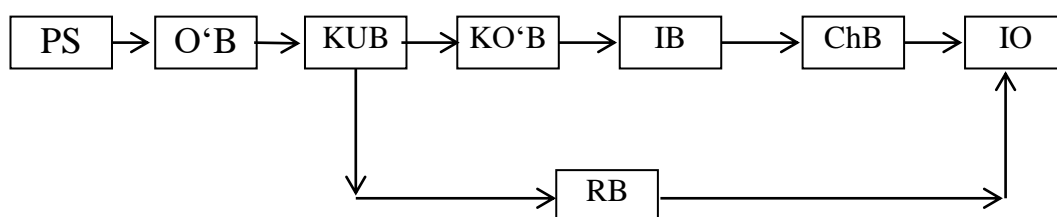
Kontur boshqarish sistemalarning apparat va programma ta'minoti programmalash usuli bilan aniqlanadi (to'g'ridan-to'g'ri o'rgatish yoki analitik programmalash va boshqalar).

Analitik programmalashtiriladigan kontur boshqarish sistemasida robot ishchi organing traektoriya bo'yicha harakatini tashkil etish interpolyatsiyani ishlatib amalga oshirildi.

Sanoat robotlarining kontur boshqarish sistemasining asosiy vazifasi ishchi organi uzluksiz fazoviy traektoriya bo'yicha aniq harakatini ta'minlashdan iboratdir. Robot ishchi organining bunday harakatini amalga oshirish uchun kontur boshqarish qurilmalarida traektoriya parametrlarini berishning ikki metodi mavjud. Birinchi metod bo'yicha traektoriya koordinatalarning uzluksiz ketma-ketligi shaklida beriladi. Ikkinchi metod bo'yicha traektoriyaning chekli tayanch nuqtalari beriladi va ular orasidagi uzluksiz traektoriya hisoblanadi. Birinchi holda boshqarish qurilmasida hisoblash blogi bo'lmaydi, ammo butun traektoriya bo'yicha ma'lumotlarni saqlash uchun yetarli hajmli xotira qurilmasi zarur bo'ladi. Ikkinchi holda oraliq tayanch nuqtalarni saqlash uchungina yetarli hajmga ega

bo'lgan xotira qurilmasi kerak bo'ladi, ammo tayanch nuqtalar orasidagi traektoriyani hisoblash uchun interpolyator bo'lishi zarur.

Kontur boshqarish qurilmasining strukturasi ikkinchi usulda yaratilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki hozirga zamon hisoblash texnikasi asosida mikroprotsessorlarda yoki mikroEhMda hisoblash blogini shakllantirish oson bo'ladi. Bu esa sanoat roboti ishchi organining uzluksiz traetoriya bo'yicha harakatlanishini to'liq ta'minlaydi. Ikkinchi usul bo'yicha yaratilgan kontur boshqarish qurilmasining struktura sxemasi 4.7- rasmda keltirilgan.



**4.7 - rasm. Sanoat roboti kontur boshqarish qurilmasining struktura sxemasi:**

PS – programma saqlagich; O‘B – o‘qish blogi; KUB – kirish-chiqish blogi; KO‘B – kodlarni o‘zgartirish blogi; IB- interpolyator blogi; ChB- chiqish blogi; IO- ijro organi; RB- rele blogi.

Kontur boshqarish sistemasi asosan payvandlash, bo'yash va boshqa operatsiyalarni bajaruvchi sanoat robotlarida qo'llaniladi [4].

**Nazorat savollari**

1. Sanoat robotlari boshqarish tizimining asosiy vazifasi nimadan iborat?
2. Robot boshqarish tizimining sinflanishi?
3. Sanoat roboti boshqarish tizimining funksional sxemasini keltiring?
4. Robotni programmalash, boshqarish tizimining xususiyatlari qanday?
5. Adaptiv boshqarish tizimining xususiyatlari?
6. Robotni intellektual boshqarish tizimi qanday bo'ladi?
7. Sanoat robotining adaptiv boshqarishning funksional sxemasini keltiring?
8. Sanoat robotini avtomatik boshqarish qanday amalga oshiriladi?

9. Avtomatik boshqarish tizimlarining xususiyatlari?
10. Sanoat robotini siklli boshqarish nima?
11. Sanoat robotining pozitsion boshqarish qanday amalga oshiriladi?
12. Robotni kontur boshqarishning xususiyatlari qanday?
13. Robotni siklli boshqarishda qanday datchiklar ishlatiladi?
14. Siklli boshqarish algoritmi nimalardan iborat?
15. Robotlarni avtomatik boshqarish tizimlarining sinflanishi?
16. Robotni programmalash boshqarish tizimlari xususiyatlari qanday?
17. Sanoat robotini programmaviy boshqarish tizimining umumlashgan sxemasini keltiring?
18. Robotni programmaviy boshqarish tizimining asosiy qismlariga nimalar kiradi?
19. Robotni chizikli boshqarish tizimining umumiy sxemasini keltiring?
20. Robotni pozitsion boshqarish tizimining struktura sxemasi qanday?

## 5– BOB. ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR VA KOMPLEKSLAR

### 5.1. RTK larga qo‘yiladigan umumiy talablar

Robototexnik tizim deb shunday texnikaviy tizimga aytiladiki, unda energiya, massa va axborotlar bilan bog‘liq o‘zgartirishlar va aloqalar sanoat robotlaridan foydalanilgan holda aks etadi.

Sanoat robotlari (SR) tomonidan bajara oladigan funksiyalar va operatsiyalarga ko‘ra robotlashtirilgan texnologik komplekslar va robotlashtirilgan ishlab chiqarish komplekslari farqlanadi.

Bitta sanoat roboti o‘zaro harakatda bo‘ladigan bir yoki bir nechta texnologik jihozlardan hamda majmua ichidagi ishning to‘la avtomatik siklini va boshqa ishlab chiqarishlarning kirish va chiqish oqimlari bilan aloqalarni ta‘minlovchi yordamchi jihozlar yig‘indisidan iborat ishlab chiqarish vositalarining avtonom harakat qiluvchi to‘plamiga *robotlashtirilgan texnologik komplekslar* deyiladi. Yig‘ish, payvandlash, bo‘yash kabi jarayonlarga oid asosiy operatsiyalarni bajaruvchi bitta sanoat robotidan hamda kompleks ichidagi texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan siklini to‘la ta‘minlovchi yordamchi jihozlar yig‘indisidan iborat avtonom harakat qiluvchi ishlab chiqarishning texnologik vositalari to‘plamiga robotlashtirilgan ishlab chiqarish kompleksi deyiladi.

Sanoat robotining ijro qurilmasi – robotning harakat funksiyalarini bajaruvchi qurilma. Uning tarkibiga manipulyator (M) va boshqarish qurilmasi (BQ) kiradi.

Sanoat robotlari manipulyatorining ishchi a‘zosi (organi) – robotning tashqi muhit bilan bevosita o‘zaro aloqasini amalga oshiruvchi qurilma. Odatda qisqichlash qurilmasi yoki ishchi asbob (asbob)ni bildiradi.

SRning boshqarish qurilmasi berilgan programmaga ko‘ra ijro qurilmasiga boshqaruvchi ta‘sirlarni shakllantirish va chiqarib berish uchun mo‘ljallangan.

SRning o‘lchov qurilmasi boshqarish qurilmasi uchun robot va tashqi muhit holatlariga oid informatsiya yig‘ishni amalga oshiradi.

Xizmat ko'rsatuvchi SR– yordamchi o'tish va transport operatsiyalarini bajaruvchi robotdir. Masalan, yuklovchi, yuk tushiruvchi va transport robotlari.

Operatsion sanoat roboti (SR)– texnologik operatsiyalar va ularning elementlarini, masalan, payvandlash, yig'ish, bo'yash va shunga o'xshash operatsiyalarni bajaruvchi robotdir.

Ishlab chiqarishni robotlashtirish – robotlardan keng qo'lamda foydalanuvchi yangi texnologiyalar, yangi jihozlarni yaratish hamda ishlab chiqarishni tashkil qilish va boshqarish prinsiplarini ishlab chiqish.

SRni programmaviy (dasturiy) boshqarish – sanoat robotining ijro qurilmasi hamda u bilan birga ishlayotgan texnologik jihoz ustidan avtomatik boshqarish.

Ishchi fazo (atrof) – SRning ishlash jarayonida robot manipulyatori ishchi organi harakatda bo'la oladigan fazo.

Sanoat roboti ishchi zonasining geometrik xarakteristikasi - robot ishchi zonasining chiziqli yoki burchak o'lchovlari, kesim yuzasi yoki hajmi, yoki ularning birgalikda olingan to'plami.

Sanoat robotining bazaviy koordinatalar sistemasi – robot ishchi zonasining geometrik xarakteristikalari beriladigan koordinatalar sistemasi.

Sanoat robotining harakatchanlik darajasi soni – sanoat roboti manipulyatori kinematik zanjirining erkinlik darajasi soni hamda robot harakat qurilmasining erkinlik darajasi soni bilan aniqlanadi.

SRning nominal yuk ko'tarish qobiliyati – ishlab chiqarish predmeti yoki ishchi asbobning (asbobning) qisqichlab, ushlab turilishi kafolatlangan massasining eng katta qiymati bilan xarakterlanadi.

*Ishchi organining pozitsiyalashtirish xatoligi* – ishchi organ pozitsiyasining boshqarish programmasi tomonidan berilgan holatiga nisbatan chetlanishi.

*Sanoat robotining pozitsiyalashtirilgan boshqarilishi* – robot ijro qurilmasining harakatini vaqt bo'yicha ishchi fazo nuqtalarining oralarida nazorat qilmagan holda ishchi nuqtalarining tartiblangan chekli ketma-ketligi orqali programmalashtiruvchi programmaviy boshqarish turi.

*Sanoat robotini konturli boshqarish* - robotlarning sinalayotgan qurilmalari harakatini ishchi fazoda tezlik bo'yicha uzluksiz nazorat qilgan holda traektoriya shaklida programmalashtiruvchi boshqarishning programmaviy turi.

*Sanoat robotini adaptiv boshqarish* – boshqarish algoritmini bevosita boshqarish jarayonida tashqi muhit va robot holatlari funksiyasiga bog'liq holda o'zgartirib turadigan boshqarish turi.

*Sanoat robotlarini guruhlab boshqarish* – odatda EhM asosida boshqarishning umumiy sistemasiga birlashtirilgan bir nechta robotlarni boshqarish jarayoni.

*Sanoat robotlarini programmalash (dasturlash)* – sanoat robotini boshqaruvchi programmani tuzish, uni boshqarish qurilmasiga kiritish (joylash) hamda sozlash jarayoni.

Robototexnik tizimlar va komplekslarga quyidagi talablar qo'yiladi:

1. RTKlarni joylashtirishni rejalashtirish asosiy va yordamchi uskuna va jihozlarga hamda RTK boshqarish organlariga xizmat ko'rsatuvchi shaxslarning bemalol, qulay va xavfsiz yaqinlashishini ta'minlashi kerak.

2. Joylashtirishni rejalashtirish SRning dastur bo'yicha ishlash jarayonida SRbilan operator harakat yo'llarining kesishib o'tish hollarini chiqarib tashlashi, ularga yo'l qo'ymasligi kerak.

3. RTKlar odamning sanoat roboti harakat doirasiga kirib qolishi ehtimolidan qutqaruvchi himoya vositalari, yorug'lik vositalari holida to'siqlar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak.

4. RTKlarni himoyalash vositalarining o'rnatilishi: 1) asosiy uskuna-jihozlar hamda SRning texnologik imkoniyatlarini

chegaralamasligi, 2) ularga xizmat ko'rsatish qulayligini yomonlashtirmasligi kerak.

5. RTKlarning boshqarish vositalarini o'rnatish SRLarining falokatli hollarda o'chirish organlariga bemalol va tezkorlik bilan yaqinlashish imkoniyatini hamda sozlash rejimida SRni boshqarishda operator xavfsizligini ta'minlashi zarur.

6. RTKlarni joylashtirishni rejalashtirish SRning dastur bo'yicha ishlash jarayonida operatorning SRish doirasidan tashqarida bemaolol harakat qilishini ta'minlashi zarur [7].

## **5.2. Robototexnik komplekslarning sinflanishi**

Robotlar bilan jihozlangan texnologik uyalar (yacheykalar), texnologik bo'linmalar (uchastkalar) va texnologik liniyalar robotlashtirilgan texnologik komplekslar (RTK) deb ataladi.

RTKlarning turlari mashinasozlik va asbobsozlikdagi ishlab chiqarish jarayonlarining xilma-xilligi bilan belgilanadi (5.1-jadval).

### ***RTKlarning asosiy turlari***

a) Robotlashtirilgan texnologik uya (RTU). RTU RTKning eng soddalashgan turi hisoblanadi. Unda asosiy texnologik operatsiyalarning minimumi bajariladi. RTK tarkibidagi SR va texnologik jihoz birliklari soni unchalik katta emas. RTUda texnologik jihoz butunlay bo'lmasligi mumkin, bunday holda asosiy operatsiyalarni SRning o'zi bevosita bajaradi.

b) Robotlashtirilgan texnologik bo'linma (RTB). Ular texnologik jihozlar bilan konstruktiv va tartiblangan tashkiliy jihatdan shu bo'linma doirasida birlashtirilgan bir necha asosiy texnologik operatsiyalarni bajarishlari bilan xarakterlanadi. Bu operatsiyalar bir turdagi operatsiyalar yoki har xil turdagi operatsiyalar bo'lishi mumkin.

v) Agar ular faqat texnologik jihatdan bog'langan bo'lsa, bunday komplekslar robotlashtirilgan texnologik liniya deb ataladi.

Eng sodda RTB bitta sanoat roboti xizmat ko'rsatadigan bir necha texnologik jihozlardan tashkil topishi mumkin.

Sanoat roboti bo'linma doirasida: a) qo'zg'almas bo'lishi mumkin, bunda texnologik jihozlar qo'zg'almas robot atrofida joylashtiriladi. b) qo'zg'aluvchan bo'lishi mumkin, bunda robot texnologik jihozlar bo'ylab harakatlanib, ularga xizmat ko'rsatadi.



RTB larning yana ham murakkabroq turiga bir necha texnologik jihozlardan iborat va ularning har biriga bir xildagi SR lari xizmat ko'rsatadigan turlari kiradi.

Turli turdagi SR larining bo'linmada birgalikdagi ishlashi ko'zda tutilgan RTB lar ham mavjuddir.

5.1-jadval

### RTKlarning mashinasozlikka oid umumiy sinflanishi

<b>№</b>	<b>Sinflanish alomati</b>	<b>RTK nomi</b>
1	Robotlashtirilgan bo'lak turi	a) robotlashtirilgan texnologik uya b) robotlashtirilgan bo'linma v) robotlashtirilgan liniya g) yangidan tuzilayotgan ishlab chiqarish uchun
2	RTKni yaratish bilan bog'liq bo'lgan ishlab chiqarish o'zgarishi xarakteri	a) prinsipial yangi texnologiya bilan b) yangi texnologik jihoz bilan v) yangi komponovka bilan
3	Robotlashtirilgan texnologik jarayon turi	mexanik ishlov berish, sovuq shtampovka, quyish, presslash, payvandlash, yig'uv, nazorat va sinash.
4	Kompleks kompanovkasi	a) chiziqli, b) doiraviy, v) chiziqli-doiraviy, g) yuzasi bo'yicha, d) hajmi bo'yicha
5	Boshqarish turi	a) markazlashgan b) markazlashmagan v) kombinirlashgan (aralash)
6	Odam ishtiroki darajasi	odam ishtiroki bilan bajariladigan texnologik operatsiyalar: a) asosiy b) yordamchi v) asosiy va yordamchi Kompleksni boshqarishda: a) avtomatik boshqarishli b) avtomatlashtirilgan boshqarishli
7	Strukturaviy alomat	a) birpozitsionli b) guruhli v) ko'ppozitsionli

## **Kompleksning joylashtirilishi**

Jihozlarni chiziqli joylashtirishda ular chiziq bo‘ylab qatorga joylashtiriladi. hajmli joylashtirish esa jihozlarning bir nechta qavatlarda joylashtirishni bildiradi.

### **RTKlarning boshqarish turiga ko‘ra bo‘linishi**

#### **a) markazlashtirilgan boshqarishli RTBlar.**

Ularda boshqarish markazlashtirilgan holda standart EhM yoki maxsus boshqarish qurilmasi tomonidan amalga oshiriladi.

**b) markazlashmagan** boshqarish bir-biri bilan o‘zaro koordinatsiyalash, masalan, alohida ba’zi operatsiyalarning boshlanish va tugallanish vaqtlarini o‘zaro bog‘lash va shunga o‘xshash maqsadlarda bog‘langan, joylardagi boshqarish qurilmalari yordamida amalga oshiriladi.

v) **kombinirlashgan boshqarish** – markazlashgan boshqarish bilan bir qatorda joylarda mahalliy boshqarish qurilmalarining mavjud bo‘lishini taqozo etadi.

Bunday boshqarish tizimi shartli ravishda birjinsli (bir darajali) va ierarxik (ko‘p darajali) bo‘lishi mumkin. Birinchi holda markazdan va mahalliy boshqarish qurilmalaridan kelayotgan boshqarish bir xil darajada kombinirlashadi. Ikkinchi holda mahalliy boshqarish qurilmalari markazga bo‘ysungan bo‘lib, boshqarish signallari turli darajalarda kombinirlashadi.

### **RTKlarning tuzilish alomatlariga ko‘ra bo‘linishi**

Robototexnik komplekslarning strukturaviy alomati ularning tuzilishi turlarini va kompleks tarkibida SR bilan texnologik qurilmaning o‘zaro xatti-harakatlarini aks ettiradi.

Bo‘linishning bu alomatiga ko‘ra RTKlar

a) birpozitsiyali,

b) guruhli,

s) ko‘ppozitsiyali bo‘ladi.

Bir pozitsiyali RTKlari texnologik qurilma birligi komplekti bilan bitta SRni o‘z ichiga oladi, masalan stanok-robot, press-robot va boshqalar.

Guruhli RTKlari bir xildagi yoki turli xildagi texnologik qurilmalar guruhiga xizmat ko'rsatuvchi bitta SRni o'z ichiga oladi.

Ko'p pozitsiyali RTKlar bir-biri bilan yoki bir-birini to'ldiruvchi funksiyalarni bajaradigan SRLari guruhini o'z tarkibiga oladi [5].

### **Nazorat savollari**

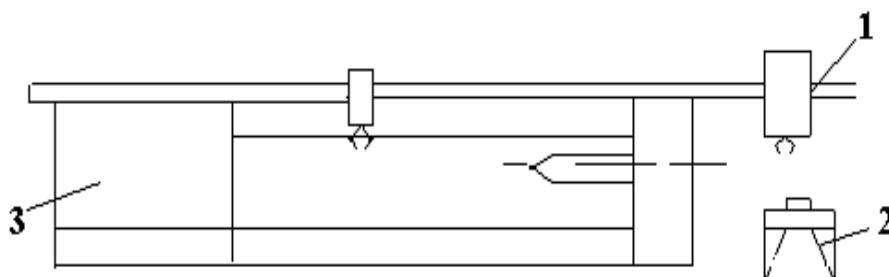
1. Robototexnik tizimlarga qo'yiladigan talablar?
2. Robototexnik komplekslarning sinflanishi?
3. Robotlashtirilgan bo'lak turi bo'yicha RTK lar qanday guruhlarga bo'linadi?
4. Robotlashtirilgan texnologik jarayonlar qanday turlarga bo'linadi?
5. RTK lar kompanovka bo'yicha qanday turlarga bo'linadi?
6. RTK lar boshqarish turi bo'yicha qanday guruhlarga bo'linadi?
7. Strukturaviy alomat bo'yicha RTK lar qanday turlarga bo'linadi?
8. Robotlashtirilgan texnologik uyaning xususiyati qanday?
9. Robotlashtirilgan texnologik bo'linma nima?
10. RTK larning chiziqli va aylanma kompanovkalari qanday bo'ladi?
11. RTK larni markazlashtirilgan boshqarish qanday amalga oshiriladi?
12. Bir pozitsiyali RTK ning xususiyatlari qanday?
13. Guruhli RTK larning strukturalari qanday bo'ladi?
14. Sanoat robotlarining RTK larga qo'llanilishining asosiy sxemalarini keltiring?
15. Robotni jihoz ichida joylashtirilishiga misol keltiring?
16. Sanoat robotini asosiy texnologik qurilma atrofida joylashtirish qanday amalga oshiriladi?
17. Bir necha robotni o'z ichiga olgan RTK sxemasini keltiring?
18. Jihozlarga robotlar guruhi tomonidan xizmat ko'rsatish qanday amalga oshiriladi?
19. Qurilma jihozlarini aylana bo'ylab joylashtirish?
20. RTK larni joylashtirishning asosiy turlari qanday?
21. Bir pozitsiyali RTK larga misol keltiring?

## 6-BOB. ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARDA ROBOTLARNING QO‘LLANILISHI

### 6.1. Sanoat robotlarining robototexnik komplekslarda qo‘llanishining asosiy sxemalari

RTKlarda SRLar qo‘llanilishining quyidagi asosiy sxemalaridan foydalaniladi [8].

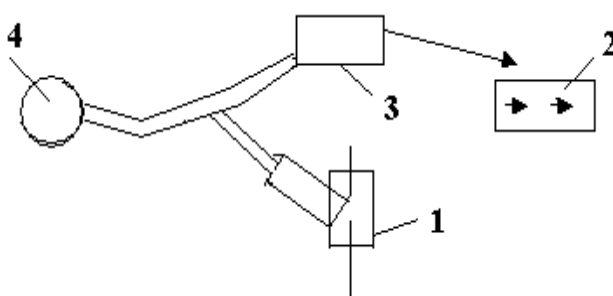
*1. Robotning jihoz yoki qurilma ichida joylashtirilishi.*



**6.1 -rasm. Robot qurilma ichiga joylashtirilgan:**

*1- SR; 2- konveyer; 3- asosiy texnologik jihoz;*

**Bir dasturli robot.** Sanoat roboti va texnologik jihoz uchun programmaviy boshqarish sistemasi umumiy hisoblanadi. Ommaviy va katta seriyali ishlab chiqarishlarda qo‘llaniladi. Xom mahsulotni fiksatsiyalangan yuklanish pozitsiyasiga joylashtirish zarur.



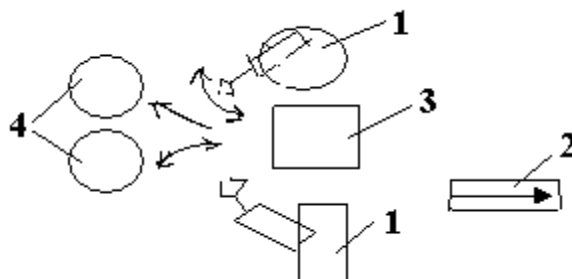
**6.2 - rasm.Sanoat robotini asosiy texnologik qurilma atrofida joylashtirish:**

*1-SP; 2-konveyer; 3-asosiy texnologik qurilma; 4-xom mahsulotlar,  
5-detallar yoki asboblarni magazini.*

Bir yoki ko‘p dasturli sanoat robotlari yakka yoki umumiy dasturiy boshqarish sistemasiga ega bo‘ladilar, ular katta seriyali va seriyali ishlab chiqarish

sharoitlarida qo‘llaniladi. Xom mahsulotni fiksatsiyalangan yuklanish pozitsiyasiga joylashtirish (konveyer va trakt magazini yordamida) zarur.

Guruhdagi mashinalar soni sanoat robotlari sonidan kam bo‘lgan holda sanoat robotlari tomonidan ularga xizmat ko‘rsatish.



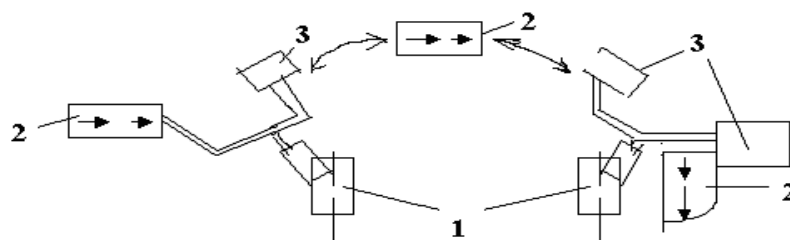
### 6.3 – rasm. Bir nechta robotlarni o‘z ichiga olgan RTK

Ikkita yoki undan ko‘p sanoat robotlari bitta asosiy texnologik qurilmaga xizmat ko‘rsatishda turli funksiyalarni bajaradilar. Alohida yoki umumiy dasturiy boshqarish sistemalariga ega bo‘lishlari mumkin [6].

Misol tariqasida dastgohlar markazlari, temirchilik-presslash mashinalari va boshqa turdagi jihozlarga xizmat ko‘rsatilishini keltirish mumkin.

#### 2. Qurilma-jihozlariga guruhli xizmat ko‘rsatish.

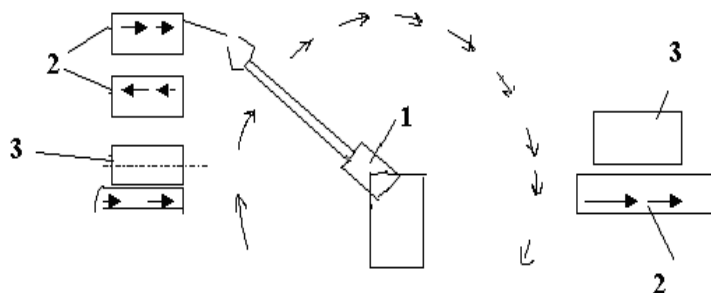
O‘zgarmas ketma-ketlikdagi operatsiyalar yordamida detallarga ishlov berish.



### 6.4 - rasm. Qurilma-jihozlariga SRLari guruhi tomonidan xizmat ko‘rsatish

Bir dasturli SRLarining avtomatik liniyalar tarkibidagi aloqalari o‘zgarmas tusga ega bo‘ladi. Xom mahsulotni fiksatsiyalangan pozitsiyaga joylashtirish zarur. Ishlov berilgan detallarni taraga joylashtirish imkoni bor. Detailarni bir pozitsiyadan boshqasiga joylashtirish konveyer yoki robotlar tomonidan amalga oshiriladi.

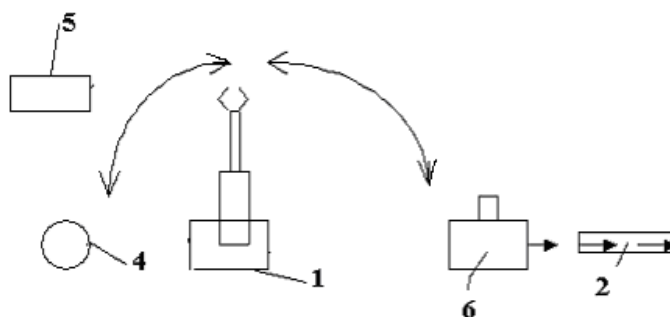
6.5- rasmda qurilma jihozlarini aylana bo‘ylab joylashtirish (5 donagacha) sxemasi ko‘rsatilgan.



### 6.5 – rasm. Qurilma-jihozlarini aylana bo‘ylab joylashtirish

Xizmat ko‘rsatilayotgan qurilma-jihoz SR bilan bog‘lanmagan holda yoki o‘zgarmas aloqa o‘rnatilgan holda ishlashi mumkin.

3. Asosiy texnologik operatsiyalarni yakka (individual) tartibda bajarish

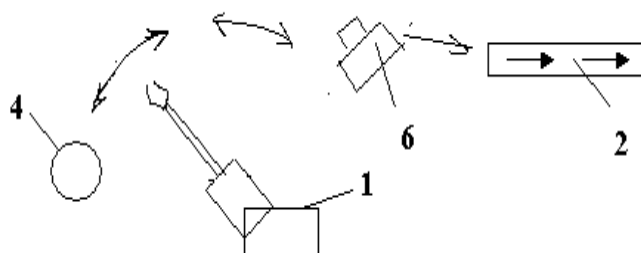


### 6.6 - rasm. Asosiy texnologik operatsiyalarni yakka (individual) tartibda bajarish:

5 - SR funksiyalarini kengaytiruvchi yordamchi qurilma. 6 - yordamchi yo‘nalish beruvchi yoki fiksatsiyalovchi qurilma.

Detallarni bir joydan ikkinchi joyga ko‘chirish robot tomonidan qisqichlar va asboblarni 6– pozitsiyada almashtirish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Detallarni tashish (transportlashtirish) robotning dasturiy boshqarish sistemasi orqali boshqariladigan konveyer tomonidan amalga oshiriladi.



### 6.7 - rasm. Detallarni tashish

Yuqorida SRLar qo‘llanishining asosiy sxemalari keltirildi, ularni sharhlab o‘tamiz.

Sanoat robotlarining asosiy yoki yordamchi operatsiyalarni bajarish uchun qo‘llaniladigan eng asosiy sxemalari 6.1 –6.7 rasmlarda keltirilgan.

Jihoz-aslahaga yakka tartibda xizmat ko‘rsatish shu jihozga ichki joylashtirilgan yoki avtonom holatdagi sanoat roboti tomonidan ta‘minlanadi. Bu xildagi RTKlar tomonidan yechiladigan masalalar eng ko‘p deganda quyidagilardan iborat: detallarga ishlov berish operatsiyalarini avtomatlashtirish, detallarni joylashtirish, ishlov berilgandan so‘ng qayta olish, ishchi zonada detallarni bazalash va fiksatsiyalash; asosiy ishlab chiqarishning informatsion va transport oqimlari bilan aloqani ta‘minlash. Bunday sxemaning yana bir boshqa xili ma‘lumki, unda bir nechta robotlar mashinalar guruhiga xizmat ko‘rsatadi, mashinalar soni esa SRLari sonidan kam bo‘ladi; bu sxema bosim ostida metall quyish mashinalarini o‘z ichiga oluvchi RTKlarda, listlarni shtamplash presslariga va boshqa turdagi jihozlarga (masalan, bitta sanoat roboti detallarni o‘rnatish va olish, ikkinchisi esa asbobni almashtirish va stanokning asbob magazinini to‘ldirish kabi funksiyalarni bajaradigan stanokli markazlarda) xizmat ko‘rsatishda qo‘llaniladi [4, 5, 6].

Bunday sxemalarda RTK tarkibiga SRLaridan tashqari turli maqsadlardagi avtooperatorlar ham kiritilgan bo‘lishi mumkin (masalan bosim ostida metall quyish mashinalari ishtirok etgan RTKlar).

***Jihozlar guruhiga xizmat ko‘rsatish*** jihazni chiziqli, chiziqli – parallel yoki aylana bo‘ylab joylashtirilganda bitta SR tomonidan amalga oshiriladi. Bunda SR yuqorida aytib o‘tilgan operatsiyalardan tashqari stanoklar orasida detallarni

tashish operatsiyalarini ham bajaradi. Xuddi shu bilan birgalikda SR yordamida RTK tarkibiga kiruvchi jihozlar ishini dispetcherlash masalalari hal qilinadi.

Ushbu sxemalarning yana bir boshqa xili ma'lumki, unda bir guruh (dastgoh) stanoklarga bir nechta sanoat robotlari tomonidan xizmat ko'rsatiladi. Bunday sxemalarda stanoklar soni SR sonidan ortiq bo'ladi. Bu esa nafaqat detallarga operatsiyalarning turli ketma-ketligi orqali ishlov berishni ta'minlashi mumkin, balki sanoat roboti tomonidan amalga oshirilayotgan ko'p stanokli xizmat ko'rsatish bilan bog'langan asosiy texnologik jihozning bekor turib qolish vaqtini qisqartirish imkoniyatini ham beradi.

Ishlab chiqarishning seriyali turiga qarab, bunday ishlab chiqarishlarda foydalanilayotgan va jihozlarga guruhli xizmat ko'rsatuvchi RTKlar uchun asosiy texnologik jihozni yuklashning: har bir stanokning mustaqil ishlashidan tortib, bunday komplekslardan potok liniyalar uchun foydalanishgacha bo'lgan turli tashkiliy forma (shakl)lari qo'llanilishi mumkin. Biroq, SRLari guruhli xizmat ko'rsatadigan RTKlarda ishlab chiqarishning kerakli moslashuvchanligini ta'minlash uchun operatsiyalararo bo'shliqlar hosil qilish, detallarning ba'zi turlarida ayrim operatsiyalarning bajarmay o'tkazib yuborish imkoniyatini ta'minlash, qayta ishlov berish tartibini o'zgartirish kabilarni oldindan nazarda tutish zarur.

SRLari yordamida detallarni stanoklarga mustaqil eltib berish va ularni stanoklararo yetkazib berish (transportlash) masalalari ham hal etilishi kerak.

Payvandlash, bo'yash, yig'ish va shunga o'xshash asosiy operatsiyalarni individual bajarish texnologik yoki universal SRLari tomonidan amalga oshiriladi. Bunday SRLari bazasida turli xildagi yordamchi, transport, yo'naltiruvchi qurilma va mexanizmlarni o'z ichiga oladigan RTK tashkil qilinadi.

Bu qurilma va mexanizmlar ishchi robotning dasturiy (programmaviy) boshqarish sistemasi tomonidan nazorat qilinadi.

Asosiy texnologik operatsiyalarini bajarishda SRLarining guruhidan foydalanish deganda tugallangan texnologik jarayonni ta'minlovchi va turli xildagi



(yordamchi, texnologik va universal) robotlarning bir-biri bilan bog‘langan yagona kompleksining qo‘llanilishiga aytiladi.

## **6.2. Robototexnik komplekslarni joylashtirish. RTKlarni joylashtirishning asosiy turlari**

RTKlarning qanday tarzda joylashtirilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Robotlar bilan jihozlangan texnologik yacheykalar, bo‘linma (uchastka)lar, qatorlar (liniyalar) robotlashtirilgan texnologik komplekslar (RTK)lar deyiladi.

Mashinasozlikdagi va asbobsozlikdagi ishlab chiqarish jarayonlarining xilma-xilligi RTKlarning turlarini aniqlaydi.

RTKlarning asosiy turlarini ko‘rib chiqamiz:

Robotlashtirilgan texnologik uya (yacheyka) (RTYa) RTKlarning eng sodda turiga kiradi. Bunday kompleksda texnologik operatsiyalarning mumkin bo‘lgan minimumi bajariladi. Bunda texnik jihoz bilan sanoat robotlari donalari soni unchalik katta emas. RTYa larning ba’zilarida texnologik jihoz - uskuna butunlay ishtirok etmasligi, asosiy operatsiyani esa sanoat robotining o‘zi bevosita bajarishi mumkin.

**Robotlashtirilgan texnologik bo‘linma (RTB).** Bunday kompleks bir nechta asosiy texnologik operatsiyalarni bajara olishi bilan xarakterlanadi. Bu operatsiyalar bo‘linma tomonidan texnologik, jihoz – uskuna tomonidan konstruktiv va boshqarish orqali tashkiliy jihatlaridan birlashtirilgan va o‘zaro bog‘langan. Operatsiyalar bir turda yoki bir nechta turdagi bo‘lishi mumkin.

Agar turli xildagi operatsiyalar texnologik jihatdan bog‘langan bo‘lsa, bunday kompleks robotlashtirilgan texnologik liniya (RTL) deb ataladi.

1. Eng sodda RTB bitta qo‘zg‘almas sanoat roboti tomonidan xizmat ko‘rsatilayotgan bir nechta birlik (dona) texnologik jihoz – uskunalarni o‘z ichiga olishi mumkin; texnologik jihoz – uskuna sanoat roboti atrofida joylashtirilishi mumkin; yoki sanoat roboti qo‘zg‘aluvchan, harakatchan bo‘lishi va texnologik jihoz – uskunalarni bo‘ylab harakat qilishi mumkin.

2.RTB ning murakkabroq turida u texnologik jihozlarning bir nechta donasini va xizmat ko'rsatayotgan bir xildagi sanoat robotlarining bir nechta donasini o'z ichiga olishi mumkin [8].

3.RTB ning yana ham murakkabroq turida turli xildagi sanoat robotlarining birgalikda ishlashi ko'zda tutilgan.

### **Komplekslarning joylashtirilishi.**

Komplekslarni chiziqli joylashtirishda jihoz – uskunalar chiziq bo'ylab (bitta qatorda) joylashtiriladi, hajmli joylashtirishda esa jihoz – uskunalar bir nechta qavatlarda joylashtiriladi.

RTK larni joylashtirishda boshqarishning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

Markazlashgan boshqarish standart EHM yoki maxsus boshqarish qurilmasi orqali amalga oshiriladi.

Markazlashgan boshqarish o'zaro koordinatsiyalash maqsadlarida bir – biri bilan bog'langan mahalliy boshqarish qurilmalari yig'indisi orqali amalga oshiriladi. O'zaro koordinatsiyalash deganda ayrim operatsiyalarning boshlanishi va tugallanishi vaqtlarini bir – biri bilan bog'lash kabilar tushuniladi.

Kombinirlashgan boshqarish markazlashgan boshqarish bilan bir qatorda mahalliy boshqarish qurilmalarining mavjudligini, ishtirokini nazarda tutadi.

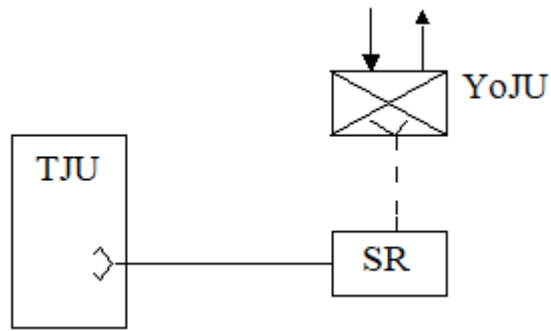
Bunday boshqarish sistemalari quyidagicha bo'lishi mumkin:

1.Bir darajali (bir ko'lamli). Bunda markazdan kelayotgan boshqarish signallari hamda mahalliy boshqarish qurilmalari signallari bir darajada (ko'lamda) kombinirlashadilar.

2.Ierarxik (ko'p darajali). Bunda mahalliy boshqarish qurilmalari markazga bo'ysunadilar.

RTK larning strukturaviy alomatiga ko'ra bo'linishi ularning struktura turini va kompleksdagi texnologik jihoz – uskuna bilan sanoat robotining o'zaro ta'sirini aks ettiradi. Bu alomatga ko'ra RTK lar quyidagi turlarga bo'linadilar:

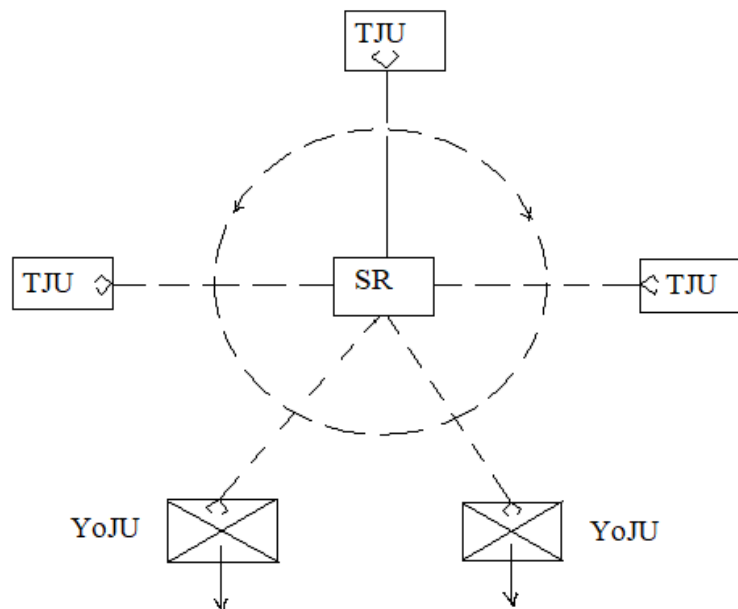
a) Bir pozitsionli RTK lar (stanok – robot, press – robot va boshqalar). Ular texnologik jihoz – uskuna birligi komplektida bitta sanoat robotini o'z ichiga oladi.



**6.8- rasm. Bir pozitsionli RTK lar:**

*YoJU-yordamchi jihoz-uskuna; TJU- texnologik jihoz-uskuna; SR-sanoat roboti.*

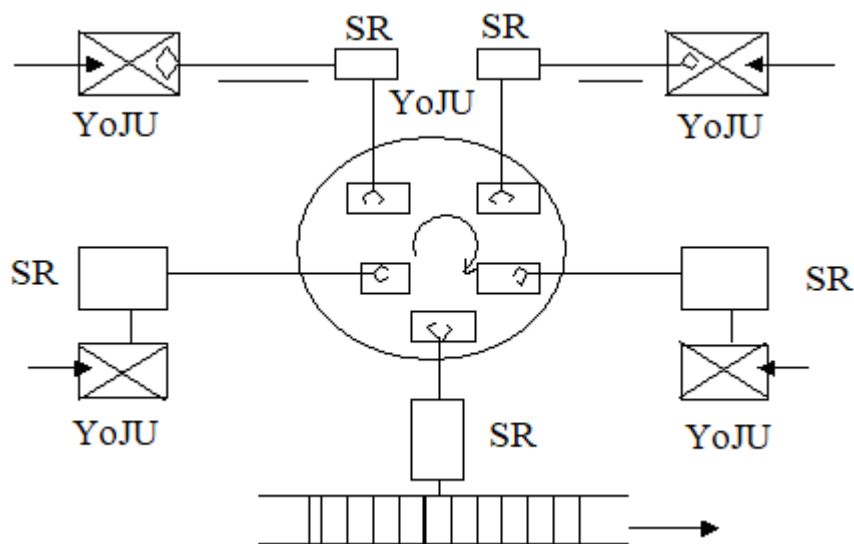
b) Guruhli RTK lar bitta sanoat robotini o‘z ichiga oladi va bu robot bir xildagi yoki turli xildagi texnologik jihoz-uskunalar guruhiga xizmat ko‘rsatadi.



**6.9 - rasm. Guruhli RTK lar.**

v) Ko‘p pozitsiyali RTK lar

Bunday RTK lar sanoat robotlarining guruhini o‘z ichiga oladi. Ular bir-biri bilan o‘zaro bog‘langan va bir-birini o‘zaro to‘ldiruvchi funksiyalarni bajaradilar. Masalan, bitta sanoat roboti bosim ostida metall quyish mashinasiga metall quysa, ikkinchi robot quyilgan tayyor metall quymalarini oladi. Shu vaqtning o‘zida robotlar guruhi yig‘uv operatsiyalarini amalga oshiradi.

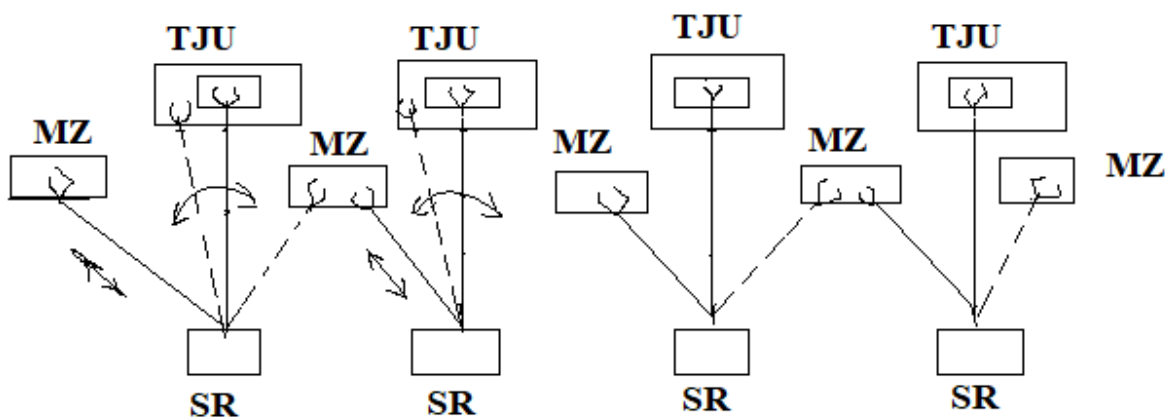


**6.10 - rasm. Ko‘p pozitsionli RTK.**

Liniyalar va sexlarning ishlab chiqarish uchastkalarini avtomatlashtirish.

RTK larni joylashtirilishi amalga oshirilayotgan texnologik jarayon, texnologik jihoz-uskuna tarkibi, amalga oshirilayotgan ishlab chiqarishni tashkillashtirish xususiyatlari hamda sanoat robotlari va ularga yo‘ldoshlik qiladigan texnologik jihoz-uskunalar xarakteristikalarini bilan bevosita bog‘liqdir.

Liniyani tashkil etuvchi yacheykalari orasida bevosita aloqalar mavjud bo‘lgan bir oqimli robotlashtirilgan sovuq shtamplash texnologik liniyasining chiziqli joylashtirilish sxemasini ko‘rib chiqamiz.



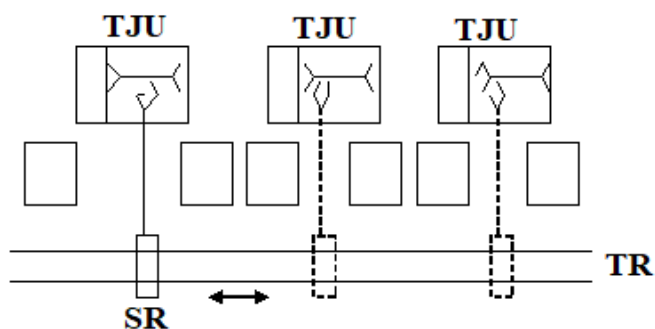
**6.11 - rasm. RTK ning chiziqli joylashtirilish sxemasi:**

MZ-xom mahsulotni donalab berib turuvchi magazin.

Bunday komplekslar robotlarni boshqarishning markazlashgan yoki markazlashmagan sistemasiga ega bo'lishlari mumkin. Kompleksning barcha uya (yacheyka)lari ishchi operatsiyalar va salt yurishlar ketma-ketligining berilgan programmasini ta'minlab, yagona ritmda, sinxron tarzda ishlaydilar. Bunday sistemalar eng arzon qiymatli hisoblanadi. Biroq, o'z navbatida, ular asosiy texnologik jihoz-uskunalarni bir-biriga nisbatan o'zaro qat'iy aniqlangan darajada joylashtirishni talab qiladi.

Yana ham murakkabroq RTKlarga shunday komplekslarni kiritish mumkinki, ularda uyalararo transport aloqalari maxsus transport qurilmalari - transportyorlar, ba'zida esa sanoat robotlari tomonidan amalga oshiriladi.

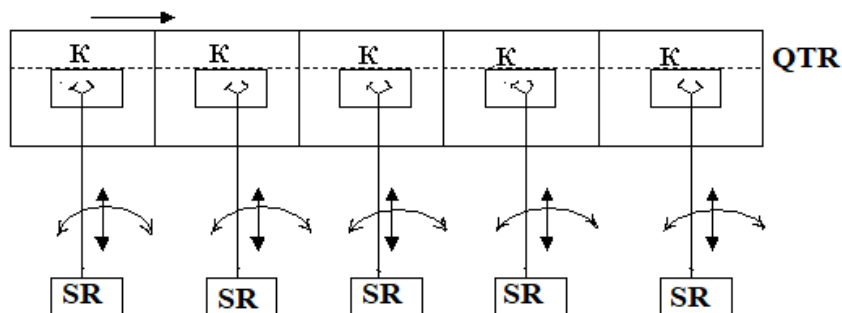
Mexanik ishlov beruvchi va qo'zg'aluvchi sanoat robotli robotlashtirilgan texnologik liniya sxemasi quyida 6.12-rasmda keltirilgan.



**6.12 - rasm. Qo'zg'aluvchan robotli RTL sxemasi:**

QSR - qo'zg'aluvchan sanoat roboti, M-magazin, TR-Sanoat robotining harakat chizig'i (trassasi).

Quyida 6.13 -rasmda yig'uv RTL ning chiziqli joylashtirilish sxemasi keltirilgan:



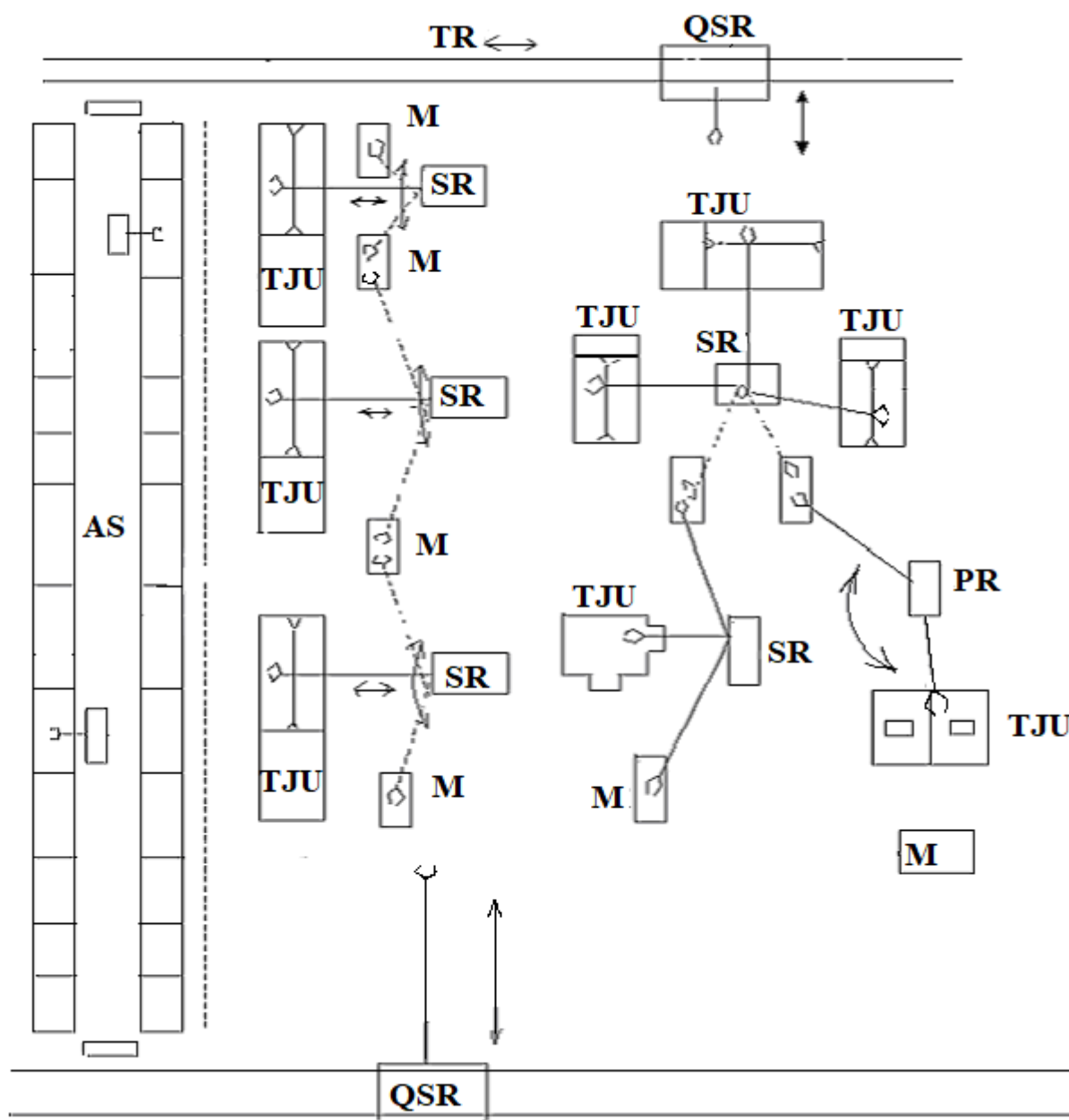
**6.13-rasm. Yig'uv RTL ning chiziqli joylashtirilish sxemasi:**

QTR-qadamli transportyor; K-kassetalar.

Bu yerda yig'uv operatsiyalarini bir ish joyidan ikkinchi ish joyiga yig'uv ob'ektlari bilan birgalikda siljuvchi qadamli transport konveyeridan foydalangan holda sanoat roboti bajaradi.

Bunda sanoat roboti asosiy operatsiyani bajaradi.

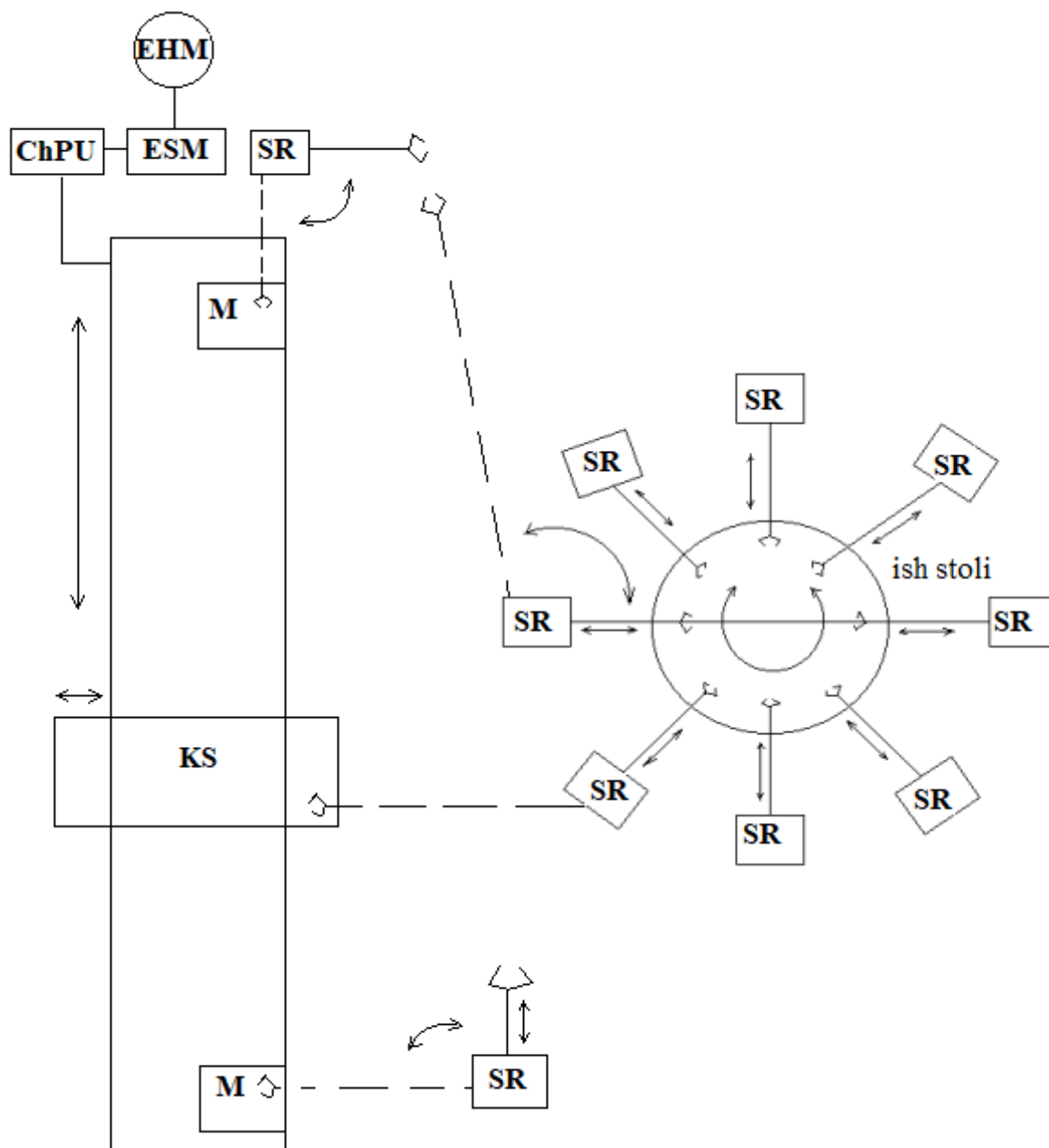
Quyida RTKning chiziqli-aylanali joylashtirish sxemasi keltirilgan (6.14 - rasm).



**6.14 - rasm. Robotlashtirilgan texnologik kompleksning chiziqli aylanali joylashtirilish sxemasi.**

Bunday RTKlardan mexanik qayta ishlov berish sexlarida foydalaniladi. Sanoat roboti texnologik jihoz-uskunaga xizmat ko'rsatish bo'yicha yordamchi operatsiyalarni bajaradi.

Quyida (6.15- rasm) robotlashtirilgan yig'uv bo'linmasining aylanal joylashtirish sxemasi keltirilgan.



**6.15 - rasm. RTKning aylanal joylashtirish sxemasi.**

## Nazorat savollari

1. Sanoat robotlarining RTK larda qo'llanilishining asosiy sxemalari?
2. Robot qurilma ichida joylashtirilgan holda sxema qanday bo'ladi?
3. Sanoat robotini asosiy texnologik qurilma atrofida joylashtirish sxemasini keltiring?
4. Bir necha robotni o'z ichiga olgan RTK sxemasi qanday bo'ladi?
5. Jihozlarga robotlar guruhi tomonidan xizmat ko'rsatish?
6. Jihozlarni aylana bo'ylab joylashtirish sxemasini keltiring?
7. Asosiy texnologik operatsiyani yakka tartibda bajarish sxemasi qanday bo'ladi?
8. Bir pozitsiyali RTK sxemasini keltiring?
9. Guruhli RTK sxemasi qanday bo'ladi?
10. Ko'p pozitsiyali RTK sxemasini keltiring?
11. RTK ning chiziqli joylashtirish sxemasi?
12. Qo'zg'aluvchi robotli RTK sxemasi?
13. Yig'uv RTK ning chiziqli joylashtirish sxemasi qanday bo'ladi?
14. Robotlashtirilgan texnologik kompleksning chiziqli-aylanali joylashtirish sxemasini keltiring?
15. RTK ning aylanali joylashtirish sxemasi?



## **7-BOB. YIG‘UV ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARI**

### **7.1. Robototexnik komplekslar yordamida yig‘uv operatsiyalarini avtomatlashtirish**

Yig‘uv operatsiyalarini mexanizatsiyalash darajasi 25 – 40%, avtomatlashtirish darajasi esa 5 – 7% dan oshmaydi. Sanoat robotlari yordamida avtomatik tarzda yig‘uv jarayonini amalga oshirish quyidagi bosqichlarga bo‘linadi:

- 1) detallarni turli qurilmalarda jamlash (paketlarda, bunkerlarda, kassetalarda va boshqalarda);
- 2) robot tomonidan yig‘uv asbobi yordamida detallarni qisqichlab olish;
- 3) SR yordamida yig‘uv pozitsiyasiga va yig‘uv pozitsiyasidan jamlash pozitsiyalariga tashish (transportlash);
- 4) yo‘naltirish;
- 5) SR yordamida detallarni ulash.

Robototexnik yig‘uv sistemalarini qurishning 3 xil konsepsiyasi mavjud:

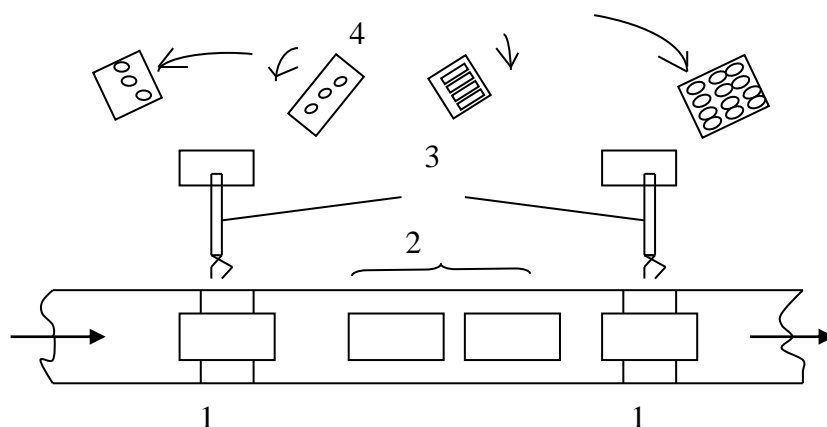
- 1) butun yig‘uv operatsiyasi elementar operatsiyalarga ajratiladi. har bir elementar operatsiya tor ma’nodagi maxsus robot tomonidan bajariladi;
- 2) yig‘uv sanoat roboti kompleks markazida joylashtiriladi. Uning atrofida turli yordamchi jihoz – uskunalar detallarning yetarli zaxirasi bilan o‘rnatiladi;
- 3) butun yig‘uv jarayoni elementar operatsiyalar guruhlariga ajratiladi. Har bir guruhdagi elementar operatsiyalarni bajarish uchun maxsuslashgan robotdan foydalaniladi. Barcha SR lari ustidan boshqarish uchun markaziy boshqaruv EHM idan foydalaniladi.

Mashinasozlikdagi buyumlarni avtomatik holda yig‘ishda foydalaniladigan SR lari asosiy va yordamchi operatsiyalarni, ya’ni detallar va buyumlarni birlashtirish va tashish kabi operatsiyalarni bajaradilar.

Birlashtirish operatsiyasi uchun SR lari qisqichlaridan, yig‘uv asbobidan va moslamalardan foydalanadilar. Detaillar jamlagichlari, SR lari, transport,

texnologik, nazorat va boshqa jihoz – uskunalar yig‘uv RTK larini tashkil etadilar. Strukturaviy alomatlariga ko‘ra yig‘uv RTK lari bir pozitsionli va ko‘ppozitsionli turlarga bo‘linadi. Birinchi turdagi RTK larda yig‘uv jarayoni operatsiyalari yiriklashtiriladigan bo‘lsa, ikkinchi turdagilarda esa ular maydalashtirilgan. RTK joylashtirilishi yig‘uv birligidagi detallar soni, o‘lchamlari, massalari, yig‘ilayotgan buyumlar nomenklaturasiga bog‘liqdir [9].

Quyidagi rasmda detallar magazinidan bufer sifatida foydalanishni ko‘rsatuvchi sxema keltirilgan.



**7.1 - rasm. Detallar magazinidan foydalanish sxemasi:**

*1 – ishchi stansiya; 2 – bufer – magazin; 3 – robotlar; 4 – detallar magazini.*

Yig‘uvda ishlatiladigan SR larining konstruktiv xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

1. Yig‘uv asboblari va qisqichlarini avtomatik tarzda almashtirish imkoniyati mavjudligi;
2. Ijro bo‘g‘inlari siljishi tezligining keng diapazondaligi;
3. Detallarni birlashtirish va qisqichlashga doir aniq sharoitlarga moslashish;
4. Yig‘uv sifatini nazorat qilish;
5. Pozitsiyalashning yuqori aniqligi.

## **7.2. Yig‘uv robotlari va komplekslari**

Yig‘uv operatsiyalarida qo‘llaniladigan robotlar 4 ta funksional guruhlariga bo‘linadilar:

1. Detallarni tashish, yig'uv birliklarini yuklash va tushirish uchun qo'llaniladigan yordamchi robotlar. Robotlarning bunday operatsiyalar uchun qo'llanilishi uzatib turuvchi qurilma konstruksiyasini soddalashtiradi;

2. Izolyatsiyalangan yig'uv mashinasi. Odatda sodda robotlar qo'llaniladi va ular murakkab bo'lmagan yig'uv operatsiyalari (pozitsionirlash, detallarni o'tkazish va shunga o'xshash) ni bajaradilar;

3. Yig'uv markazi – kichkina seriyali ishlab chiqarishda detallarni yig'ish uchun qo'llaniladi. Bunday yig'uv markazi detallarni operatsiyalararo tashish vazifasini bajarmaydi. Murakkab operatsiyalar bir joyda ikkita yoki undan ortiq sanoat robotlari tomonidan bajariladi. Bunday robotlar qisqichni va asbobni avtomatik tarzda almashtira oladilar;

4. Robotli moslashuvchan yig'uv liniyalari. Ular o'rta seriyali buyumlar modifikatsiyasi soni talaygina bo'lgan ishlab chiqarishdagi yig'uv ishlarini (masalan, pechat platalarini yig'ish, magnitofon, elektroustara va boshqa shunga o'xshashlarni yig'ish) avtomatlashtirish uchun qo'llaniladi.

Foydalaniladigan turli yig'uv robotlari qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas va shunga o'xshash turlariga bo'linadi. Ularga Tur – 10, Tur - 2,5 (Rossiya), UEM – 5 (Rossiya), IBMRTI (AQSh), DEA PRAGMA (Italiya) va boshqalar kiradi.

### **7.3. Moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlarining asosiy xarakteristikalarini**

Moslashuvchan ishlab chiqarish sistemalar (MIS) ishlash sharoitlarini e'tiborga olgan holda detallar (buyumlar) tayyorlash texnologiyasi bir necha jarayonlarga bo'linadi.

Moslashuvchan avtomatlashtirilgan bo'limlar (MAB) larda detallarning har bir partiyasiga qayta ishlov berish uchun ishlab chiqarishni tayyorlash jarayonini rejalash xizmati tomonidan bajariladigan ishlarni o'z ichiga oladi. Ular jihozlarni yuklanishi darajasini va qayta ishlov berish imkoniyatlarini, xom mahsulotga yega bo'lgan yo'ldosh-uskunalarni, instrumentlarni yetkazib berish va hokazo, hamda jihozlarni qayta sozlash darajasini baholash uchun bajariladigan ishlardir. MAB

lardagi ishlab chiqarish jarayoniga detallarning har bir yangi partiyasini kiritish bevosita tayyorgarlik ishlarini bajarish bosqichi bilan bog'liqdir.

Tayyorgarlik ishlari bajarilgach, birinchi detal xizmat ko'rsatuvchi personal ishtirokida ishlovdan o'tadi. Partiyadagi qolgan barcha detallarga avtomatik rejimda xizmat ko'rsatuvchi cheklangan personal ishtirokida ishlov beriladi.

Detallar keyingi partiyalarining takroriy yasalishi personalning bevosita ishtirokisiz amalga oshiriladi. Yuqorida sanab o'tilgan ishlar qatoriga MAB lardan tashqarida bajariladigan ishlar (zavod bo'yicha umumiy xizmat bo'limlari tomonidan ishlab chiqarishni dastlabki tayyorlash, qo'lda bajariladigan universal jihozda detallarga oxirgi ishlovlar berish va hokazo) kirmaydi [7].

MAB larda ko'pnomenklaturali seriyalilik ishlab chiqarish sharoitlarida ishlov berish jarayonida har bir jihozga detallarning muayyan nomenklaturasi biriktiriladi.

Bir xil turdagi stanoklardan tashkil topgan bo'linmada detallar partiyasini yasash vaqti partiyadagi har bir detalni yasashga ketgan vaqtlar yig'indisi bilan ifodalanadi. Amalda esa ba'zi stanoklar va butun MAB dagi bekor turib qolishlar tufayli detallarni yasash vaqti ko'proq chiqadi, bu esa vaqtning sikldan tashqari sarflanishiga olib keladi. Texnik sabablarga ko'ra bekor turib qolishlarga: nuqsonlarni yo'qotish va ularga yo'l qo'ymaslik choralarini ko'rishga oid ishlar, ba'zi stanoklarning transport sistemasi yoki MAB o'zining to'xtab qolishini yo'qotish bo'yicha ishlar kiradi.

Ishlov berilgan detallar nazorati uch xil bo'lishi mumkin:

- Partiyadagi birinchi detal nazorati;
- Partiyadagi barcha detallar bo'yicha eng mas'uliyatli hisoblangan sirtlar nazorati;
- Tashqi nazorat.

Nazoratning birinchi ikkita turi detal partiyasini yasash jarayoniga kiradi. Tashqi nazorat esa ishlov berish siklidan tashqarida o'tkaziladi. Bu nazorat qo'l orqali yoki koordinatali o'lchov mashinasida avtomatik ravishda amalga oshirilishi mumkin.

Ko'pgina hollarda partiyadagi barcha detallarni nazoratdan o'tkazishning zarurati bo'lmaydi, shuning uchun bunday hollarda tanlov yo'li bilan nazorat o'tkaziladi [9, ].

MIS larning texnik xarakteristikalarini ularning turlariga qarab o'ziga xos jihatlarga ega. Masalan, moslashuvchan avtomatik bo'linmalar uchun jihoz samaradorligi, mehnat unumdorligi, bir qismli detallar partiyasini yasash vaqti, moslashuvchanlik va avtomatlashtirish darajasi kabi texnik xarakteristikalar xosdir.

Jihoz samaradorligi MIS lar ishining muhim xarakteristikalaridan biri hisoblanadi. Biroq, MIS lar samaradorligi umumiy qabul qilingan unumdorlik tushunchasidan anchagina farq qiladi.

MAB uchun samaradorlik deganda ma'lum vaqt intervalida berilgan nomenklaturadagi va sifatga ega detallar partiyasini ishlab chiqarish tushuniladi.

MAB samaradorligini jihozning takomillashganligi bo'yicha, uning texnologik imkoniyatlari va undan foydalanishni tashkillashtirish jihatlari bo'yicha aniqlanadi. Yirik seriyali va ommaviy ishlab chiqarish sharoitlarida jihoz samaradorligi ko'rsatkichi o'rnida vaqt birligi mobaynida ishlab chiqilgan mahsulot miqdori qabul qilinadi.

Kichik seriyali ishlab chiqarish sharoitlarida samaradorlik ko'rsatkichi sifatida detallar partiyasini yasab ishlab chiqarish siklining uzunligi qabul qilinadi.

MIS ning amaldagi samaradorligi uning nominal samaradorligidan kamroq hisoblanadi, chunki amalda sikldan tashqari vaqt bo'yicha texnik va tashkiliy sabablarga ko'ra yo'qotishlarni e'tiborga olish zarur bo'ladi.

Ishlab chiqarish sistemasining moslashuvchanligi bu bitta nomenklaturadagi ishlab chiqarishdan qo'yilgan yangi talablarni qondirgan holda boshqa nomenklaturadagi ishlab chiqarishga o'tish imkoniyati mavjudligidir.

MIS lardagi moslashuvchanlik shundayki, detallar partiyasining bittasidan ikkinchisiga o'tish avtomatlashtirilgan qayta sozlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Keyinchalik jihozlar konstruksiyasini takomillashtirish, puxtaligini va ishonchliligini oshirish, boshqaruv sistemasi funksiyalarini kengaytirish jarayoni

hisobiga qayta sozlash ishlarida personalning maxsus amallarida ishtirok etishi talab qilinmaydi.

Moslashuvchanlik nisbiy tushuncha bo'lib, uning amal qilishi ishlab chiqarish masalalari va uning kelajakdagi rivojiga bo'g'liqdir. Moslashuvchan avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish sharoitlarida bajarilayotgan operatsiyalarning katta universalligi orqali katta unumdorlikka erishiladi, kam odamlilik va yaxshi ish sharoitlari taminlanadi, mahsulot sifati oshadi. Biroq, yuqorida sanab o'tilgan afzalliklarga qaramay, MIS lar tannarxi yuqoriligicha qolayotqanligi uchun mahsulot tannarxi kamayishi o'rniga ortib boryapti.

MIS larni avtomatlashtirish darajasi shunday ko'rsatkichki, u jihoz avtomatik ishlash vaqtining sistemadan foydalanish vaqtining umumiy fondiga bo'lgan nisbatiga tengdir.

Bu kompleks tushunchaga quyidagilar kiradi:

-sistema ishining puxtalik darajasi (jihozning o'zi, boshqarish sistemasi, hisoblash texnikasi va boshqa komponentlar ishlaymay qolishi tufayli kelib chiqqan bekor turib qolishlar e'tiborga olingan holda);

-MIS lar tomonidan avtomatik rejimda yechiladigan turli masalalarni integratsiyalash darajasi;

-MIS lar yordamida avtomatik ishlab chiqarishni tashkil qilish, shu jumladan yordamchi xizmat bo'limlari bilan o'zaro ta'sirlarni tashkillashtirish;

-avtomatlashtirishning eng yuqori darajasi moslashuvchan avtomatlashtirilgan liniyalar (MAL) larga to'g'ri keladi.

Biroq bunday texnologiyalar va transport bazalariga yagona talablar qo'yilishi, detallarga ishlov berishdagi o'tish texnologik operatsiyalarining o'xshashligini ta'minlash zarur. Konstruksiyadagi va detallarga ishlov berish texnologiyalaridagi xilma-xillikka ayrim instrumentlarni va ularning to'plamlarini avtomatik ravishda almashtirish, instrument holati yoki uning ish rejimini o'zgartirish, jihozni qayta sozlash hisobiga erishiladi. MAB larda yangi detal yoki buyumni yasashga o'tilayotganda foydalanilayotgan jihoz strukturasi hamda ishlab chiqarishni tashkil etish strukturasi o'zgartiriladi.

## **7.4. Yig‘uv operatsiyalarini avtomatlashtirishda moslashuvchan robotlarning qo‘llanishi**

*RTKlarning sinflanishiga ko‘ra ularning quyidagi turlari farqlanadi:*

1. Tarkibidagi sanoat robotlari (SR) yordamchi texnologik operatsiyalarni bajaradigan RTKlar.

2. Tarkibidagi SR yordamchi operatsiyalarni hamda asosiy texnologik jihoz-uskunalarga xizmat ko‘rsatish buyicha operatsiyalarni bajaradigan RTKlar.

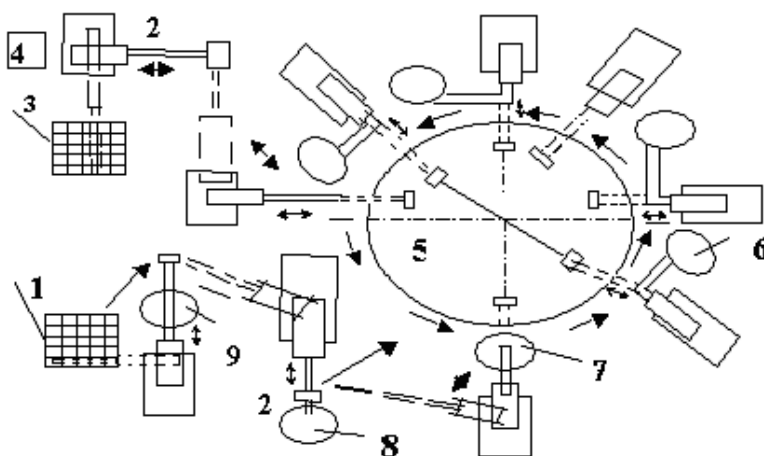
Birinchi turdagi RTKlarga yig‘uv, payvandlash, bo‘yoqlash, jilvirlash, tozalash, nazorat qilish, transportlash RTKlari va hokazolar kiradi.

Ikkinchi turdagi RTKlarga tog‘ - konchilik ishlarida qo‘llaniladigan burg‘ulash RTKlari, metallurgiyada qo‘llaniladigan yong‘inbardosh tayanchlarni montaj qiluvchi RTKlar, yengil va oziq - ovqat sanoatida donali mahsulotni qadoqlash RTKlari, tibbiyotda qo‘llaniladigan mikrojarrohlik RTKlari va hokazolar kiradi.

Moslashuvchan robotlarning programmaviy robotlar o‘rnida qo‘llanilishi yig‘uv RTKlarining funksional imkoniyatlarini kengaytiradi. Shunday RTKlarning namunasi sifatida radiopriyomniklarning g‘altaklarini yig‘uvchi RTKlarni keltiramiz (7.2- rasm).

Bu RTK tarkibidagi SR quyidagi operatsiyalarni bajaradi:

- g‘altaklar va kassetalar karkaslarini tanlash;
- chulg‘amlar uchlarini flyuslash;
- uchlarni payvandlash;
- uchlarni maxsus eritmada yuvilgandan so‘ng suvda yuvish;
- karkaslarni buriluvchi stolga qo‘yish va o‘rnatish;
- halqalarni kiydirish;
- buksalarni burash;
- o‘zaklarni burab mahkamlash;
- ekranni kiydirish;
- g‘altakni markerlash;
- kassetaga tayyor g‘altakni o‘rnatish-joylash.



**7.2 - rasm. Moslashuvchan robotli RTK:**

*1 – yuklovchi qurilma, 2 – oraliq qurilma, 3- yuk tushiruvchi qurilma, 4 – guruhli boshqaruv qurilmasi, 5 – rotorli stol, 6 – yuklash qurilmasi, 7 – tozalash vannasi, 8 – payvandlash vannasi, 9 –flyuslash vannasi.*

RTKdagi mexanik moslashtirish qurilmalari sifatida vibromodullar xizmat qiladi va ular detallarni avtomatik izlash jarayonini bajaradilar.

Detailarni avtomatik tarzda yunaltirish, jamlash va donalab jo‘natib turish uchun vibrobunkerli yuklash qurilmasi xizmat qiladi.

Moslashuvchan guruhli boshqaruv mikroEhM tomonidan amalga oshiriladi.

MikroEhM quyidagi funksiyalarni bajaradi:

1. Yig‘uv jihoz - uskunasi ishini nazorat qilib boradi;
2. Ijro mexanizmlari harakatlari programmalariga tezkorlik bilan tuzatishlar kiritadi;
3. Taktil datchiklardan kelgan informatsiyani qayta ishlab beradi;
4. Yig‘uv pozitsiyalarida detallarning bor-yo‘qligini hamda yig‘uv sifatini nazorat qilib boradi.

Jarayonning epchilligini, moslashuvchanligini va unumdorligini oshirish uchun bir nechta RTK qo‘llanilishi maqsadga muvofiqdir. 3 ta RTK bazasida radiopriyomniklar g‘altaklarini o‘rash, yig‘ish va taxlash uchun epchil-moslashuvchan avtomatik boshqaruvi (GAU – gibkoe avtomaticheskoe upravlenie) yaratilgan. Uning yordamida erishilgan unumdorlik – yiliga ishlab chiqariladigan



2,5 mln. g'altak bilan o'lchanadi. RTKlarda optik va taktil (teginish) datchiklardan foydalaniladi. Ular boshqaruv sistemasini zarur informatsiya bilan ta'minlaydilar [4, 9].

### **Nazorat savollari**

1. Yig'uv jarayonini amalga oshirish bosqichlari.
2. Robototexnik yig'uv tizimini qurish prinsiplari.
3. Yig'uvda ishlatiladigan robotlarning xususiyatlari.
4. Detallar magazinidan foydalanish sxemasi.
5. Yig'uv operatsiyalarini bajarishda qo'llaniladigan robotlar guruhleri.
6. Qanday yig'uv robotlarini bilasiz ?
7. Yig'uv avtomatiga nimalar kiradi ?
8. Yig'uv operatsiyalarini avtomatlashtirishda adaptiv robotlarning qo'llanilishi.
9. RTK tarkibidagi sanoat roboti qanday operatsiyalarni bajaradi?
10. Yig'uv RTK si tarkibidagi mikro – eHM qanday funksiyalarni boshqaradi ?

## **8-BOB. MEXANIK ISHLOV BERISH ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARI**

### **8.1. Mexanik ishlov berish RTKlari**

Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishni, ishlab chiqarishdagi konstruksiyalar va SRLari konstruksiyalarini rivojlantirish yo‘nalishlarini o‘rganib chiqish shuni ko‘rsatadiki, SRLarining RTKlardagi funksiyalari kengayib bormoqda. Zamonaviy ishchi avtomatik kompleks tarkibidagi stanoklarga ko‘rsatiladigan barcha turdagi xizmat operatsiyalarining taxminan 60% ni bajaradi. Yaqin kelajakda bajarish uchun ishchilarga operatsiyalarning 20%, sanoat robotlariga esa avvalgi 20% o‘rniga 50% qoladi.

*RTKlarda ishlov berishga moyil detallarning tahlili.*

Avtomatlashtirilgan RTKlarda mexanik ishlov berishga moyil detallarning xilma-xilligi (nomenklaturasi) quyidagi omillar bilan aniqlanadi:

- 1) detallarning konstruksiyaviy parametrlari bilan;
- 2) ishlov berishga kelib tushayotgan xom mahsulot (zagotovka)ning tarkibi va ko‘rinishi hamda turi bilan;
- 3) detalga qo‘yilayotgan texnik talablar bilan;
- 4) detalning massasi va gabaritlari bilan.

RTKlar tarkibidagi SRLarini tanlashda SRLarining yuk ko‘tarish qobiliyati hamda detallarning massasi hal qiluvchi omillardan hisoblanadi.

RTKlarda SRLaridan foydalanishda ularni 1kg dan 500kg gacha bo‘lgan detallar uchun qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

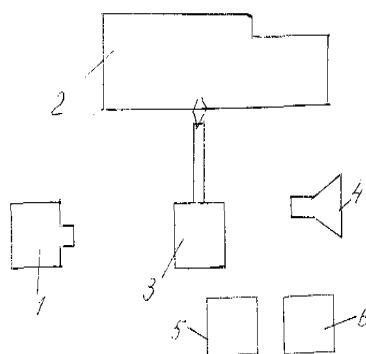
Mexanik ishlov berish RTKlarini seriyali ishlab chiqarish sharoitlari uchun yaratishda detallarni guruhlab ishlov berish, texnologik jarayonlarni tiplarga ajratish va texnologik jixoz-uskunalarni tanlash asosida yaratish maqsadga muvofiqdir.

Mexanik ishlov berish RTKlarida SRLari kesuvchi asbob yemirilganida yoki boshqa detalga ishlov berishga o‘tilganda, ayniqsa maxsus sanoat robotlaridan foydalaniladigan sonli programmaviy boshqarishli stanoklarda, shu kesuvchi asbobni almashtirishni bajarishi kerak.

## 8.2. Stanoklar guruhiga xizmat ko'rsatuvchi RTKlar

Robotlashtirilgan ishchi pozitsiya sxemasi 8.1 - rasmda keltirilgan. Robotlashtirilgan ishchi pozitsiyasi yoki moslashuvchan (epchil) ishlab chiqarish modulining namunaviy sxemasi quyidagilardan iborat: 1- uzatib turuvchi qurilma; 2- stanok; 3- sanoat roboti; 4- olib turuvchi qurilma; 5- SR ning boshqarish qurilmasi; 6- ishlab turgan jihoz –uskunani boshqarish qurilmasi RTKni joylashtirishda quyidagilarni e'tiborga olish zarur:

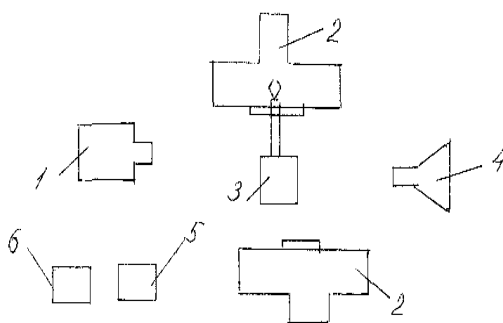
1. Sanoat robotini o'qitish jarayonida operator mehnatini muhofazalash bo'yicha talablar .
2. Jihoz asbobini almashtirish bo'yicha talablar.
3. Jihozga texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha talablar.
4. Jihozga erkin va bemaolol yaqinlashishni rejalashtirishdagi talablar



### 8.1 - rasm. Robotlashtirilgan ishchi pozitsiya sxemasi:

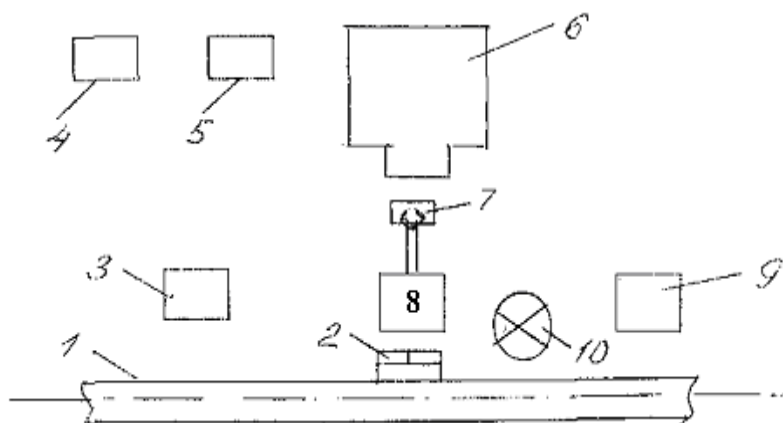
1-uzatib turuvchi qurilma; 2 – stanok; 3 – sanoat roboti; 4-olib turuvchi qurilma; 5- SRning boshqarish qurilmasi; 6 – dastgoh (stanok)ni boshqarish qurilmasi.

Robototexnik bo'linmalarning namunaviy joylashishi quyidagi ko'rinishga ega (8.2-rasm.).



### 8.2 -rasm. Robototexnik bo'linmalarning namunaviy joylashishi.

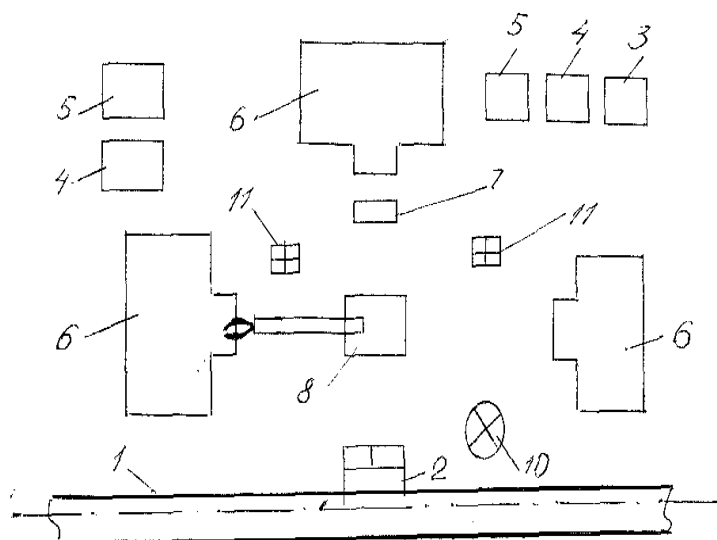
EHM orqali boshqariladigan sanoat roboti va sonli programmalash boshqaruvi 8.3 - rasmda keltirilgan.



**8.3- rasm. Sonli programmali boshqariladigan robototexnik bo‘linmalarning struktura sxemasi:**

1- transportli ombor sistemasi; 2- qabul stoli; 3- sanoat roboti boshqarish qurilmasi; 4- yordamchi jihoz-uskuna boshqarish qurilmasi; 5- sonli programmali boshqarish qurilmasi; 6- asosiy jihoz-uskuna; 7- yo‘naltiruvchi qurilma; 8- sanoat roboti; 9- yuvuvchi mashina; 10- magazin.

Pol ustida joylashtiriladigan statsionar turdagi SRdan foydalanadigan robototexnik bo‘linma sxemasi 8.4 - rasmda keltirilgan.

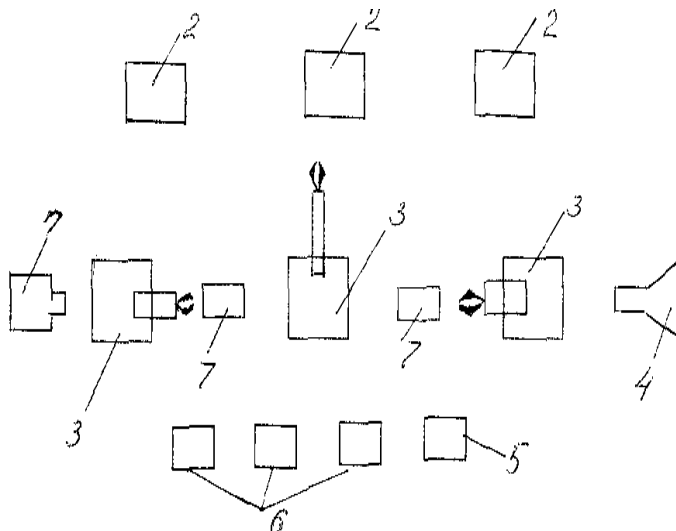


**8.4 - rasm. Pol ustida joylashtiriladigan sanoat robotli bo‘linma sxemasi:**

1- transportli ombor sistemasi; 2- qabul stoli; 3- SR boshqaruv sistemasi; 4- yordamchi jihoz-uskuna boshqaruv qurilmasi; 5- sonli programmali boshqarish

qurilmasi; 6- stanoklar; 7- yo‘naltiruvchi qurilma; 8- sanoat roboti; 9-, 10-  
magazinlar; 11- jamlagich.

Sanoat robotli avtomatlashtirilgan liniya uchun namunaviy struktura sxemasi  
8.5-rasmda keltirilgan.



### 8.5 - rasm. Sanoat robotli avtomatlashtirilgan liniya struktura sxemasi:

Bu yerda: 1- birlamchi jamlagich; 2- stanoklar; 3- sanoat roboti; 4-  
oxirgi jamlagich; 5- sanoat roboti bilan avtomatlashtirilgan liniya orasidagi o‘zaro  
aloqalarni ta‘minlovchi boshqarish sistemasi; 6- SR boshqarish sistemasi.

### 8.3. Temirchilik – presslash operatsiyalarida ishlatiladigan RTK lar

Sovuq shtamplashni avtomatlashtirish va issiq shtamplash presslariga xizmat ko‘rsatish sohalari temirchilik – quyuv ishlab chiqarishida sanoat robotlarining ishlatiladigan asosiy sohalari hisoblanadi.

Sovuq shtamplashda RTK larda quyidagi texnologik operatsiyalar bajariladi:

Magazinda joylashtirilgan xom mahsulotni uzatib turish; xom mahsulotni dastlabki boshlang‘ich pozitsiyadan qisqichlab olish va pressning ishchi zonasiga olib o‘tish; shtampga xom mahsulotni joylash; buyumni shtamplash; shtamplangan buyumni pressning ishchi zonasidan olib chiqish; buyumni taraga tashlash.

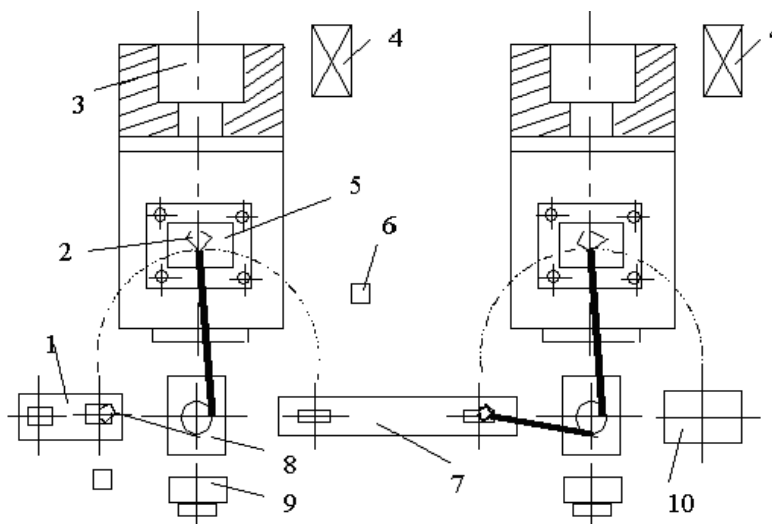
Sovuq shtamplashda ishlatiladigan sanoat robotlari quyidagi xususiyatlari bilan ajralib turadi: bitta yoki ko‘pincha 2 ta qo‘lga ega bo‘ladi; pozitsionirlash

xatoligi  $+0,1 - 0,5$  mm ni tashkil etadi; sanoat robotini asosiy va yordamchi jihoz – uskunalar bilan birlashtirish imkoniyati mavjud [7].

### **Sovuq shtamp RTK lari.**

Sovuq shtamplash RTK lari sifatida 2 ta robotli robotlashtirilgan liniyani keltiramiz.

2 ta “Siklon-3B” sanoat roboti robotlashtirilgan liniya strukturasi 8.6-rasmda keltirilgan.



### **8.6 - rasm. Robotlashtirilgan sovuq shtamplash liniyasining sxemasi:**

*1– uzatib turuvchi qurilma; 2– qisqich; 3– press; 4– pressning boshqarish qurilmasi; 5– shtamp; 6– nazorat datchigi; 7– uzatuvchi qurilma; 8– sanoat roboti; 9– boshqarish sistemasi; 10– tara.*

### **8.4. Issiq shtamplash RTKlari. Issiq shtamplash RTKlariga xizmat ko‘rsatish.**

#### **Termik ishlov berish RTKlari**

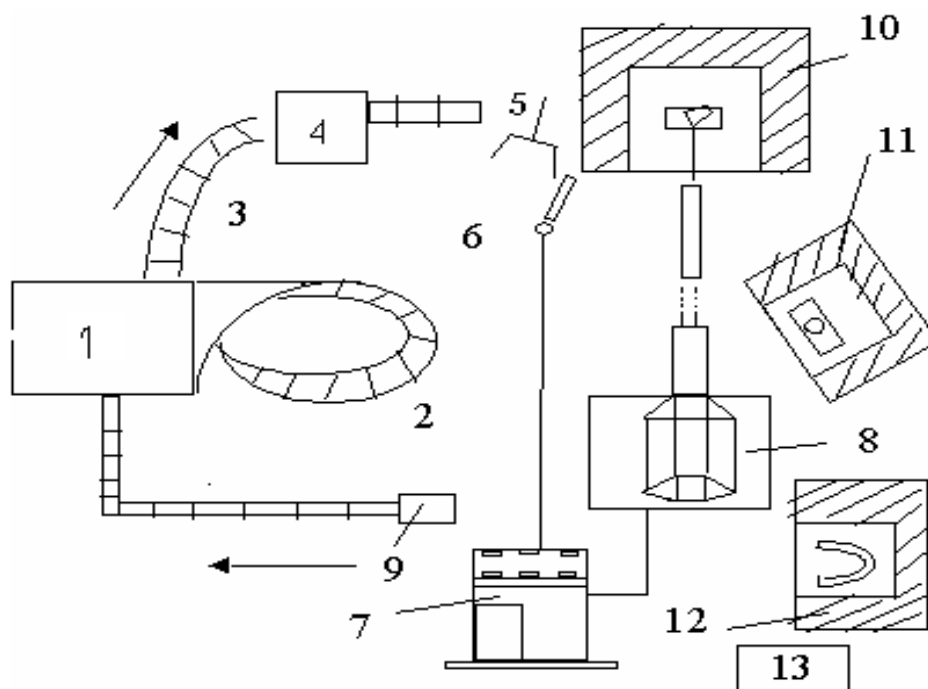
Issiq qoliqlash operatsiyalarining ko‘pchiligida robotlarning tatbiq qilinishi temirchilik presslash sexlaridagi ish sharoitlari va mahsulot sifatini nazorat qilib borish hamda xavfsizlikni ta‘minlash bilan bog‘langandir. Temirchilik presslash sexlaridagi ish sharoitlari eng og‘irlaridan hisoblanadi.

Asosan «SIKLON-5», «UNIVERSAL-1503» robotlari ishlatiladi. 4-6 harakatlanish darajalari soniga ega bo‘lgan robotlar qo‘llaniladi.

Issiq shtamplash RTKning struktura sxemasi 8.7- rasmda ko‘rsatilgan. Issiq shtamplash RTKsi quyidagicha ishlatiladi:

Bunker 1 dan xom mahsulotlar yo‘naltiruvchi qurilma 2 ga uzatib turiladi. Yo‘naltiruvchi qurilmaning vazifasi xom mahsulotni transport konveyeri 3 da oldindan berilgan holatda joylashtirishdan iboratdir. Konveyer bo‘ylab harakat qilgan xom mahsulotlar qizitish pechi 4 ga kelib tushadi. So‘ngra qurilma 5 da fiksatsiya qilinadi. Bu yerda datchik 6 yordamida xom mahsulotning harorati o‘lchanadi. Boshqarish qurilmasi 7 da o‘lchangan harorat qiymatini berilgan qiymat bilan taqqoslaydi. Agar haroratlar farqlanishi ruxsat etilgan normadan oshsa, boshqarish qurilmasi robot 8 ga shunday programmani yetkazadi (xabar beradi) ki, unga ko‘ra robot detalni fiksirlovchi qurilmadan oladi va xom mahsulot bunkerga jo‘natiladi.

Agar haroratlar farqlanishi ruxsat etilgan normada bo‘lsa, robotga boshqarish qurilmasi boshqa programmani yetkazadi, unga ko‘ra robot qizdirilgan xom mahsulotni oladi va uni navbati bilan presslar 10,11 da va qoliplashdagi qirralarni kesish qurilmasi 12 da o‘rnatish va ulardan olish operatsiyalarini bajaradi, so‘ngra tayyor bo‘lgan detalni bunker 13 ga otib tashlaydi.



**8.7 –rasm. Issiq shtamplash RTKsi:**

1- bunker, 2- uzatuvchi va yo‘naltiruvchi qurilma, 3- transport konveyeri, 4- qizdirish pechi, 5- fiksirlovchi qurilma, 6- datchik, 7- boshqarish qurilmasi, 8-

robot, 9- qaytarish transporteri, 10,11- presslar, 12- qoliplash qirralarini kesuvchi qurilma, 13- tayer mahsulot bunkeri.

### **Nazorat savollari**

1. Mexanik ishlov berish RTK lari?
2. RTK larda ishlov berishga moyil detallarning tahlili?
3. Stanoklar guruhiga xizmat ko'rsatadigan RTK lar?
4. Robotlashtirilgan ishchi pozitsiya sxemasini keltiring?
5. Raqamli boshqariladigan robototexnik bo'linmaning struktura sxemasi?
6. Sanoat roboti avtomatlashtirilgan liniya struktura sxemasi?
7. Temirchilik – preslash operatsiyalarida ishlatiladigan RTK lar?
8. Temirchilikda ishlatiladigan sanoat robotlari asosiy qo'llanilish sohalari?
9. Sovuq shtampovkada ishlatiladigan sanoat robotlarining xususiyatlari?
10. Robotlashtirilgan sovuq shtamplash liniyasining sxemasi?
11. Issiq shtamplash RTK lari?
12. Termik ishlov berish RTK lari?
13. Issiq shtamplash RTK si sxemasini keltiring?
14. Shtamplash RTK sining tashkil etuvchi qismlari?



## 9-BOB. MOBIL ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR

### 9.1. Mobil robototexnik tizimlarning vazifalar

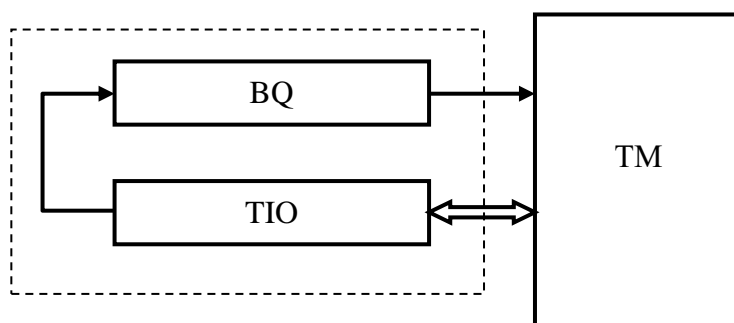
Mobil robototexnik tizimlar (MRT) o'z navbatida avtomatik boshqariladigan qo'zg'aluvchan ob'ektlarni bildiradi.

MRTlar harakat marshruti programmasidan tashqari mo'ljalni programmashtirilgan avtomatik adreslash imkoniyatiga ham egadirlar. Buning ustiga avtomatik ravishda yuklanishlari va yuklarni tushirishlari mumkin [2, 4].

Ishlab chiqarish (sanoat) sexlarida ular detallar va instrument (asbob) larni stanoklarga va stanoklardan omborlargacha avtomatik ravishda tashish uchun xizmat qiladilar. Bunday MRTlar namunasi o'rnida robokaralarni keltirish mumkin.

Bunday qo'zg'aluvchan sistemalarda manipulyatsion mexanizmlar o'rnatilishi mumkin. Bu turdagi sistemalar (mexanizm)larga xalq xo'jaligining turli tarmoqlaridagi moslashuvchan avtomatlashtirilgan ishlab chiqarishlar tarkibidagi avtomatlashtirilgan omborlarga xizmat ko'rsatadigan harakatlanuvchi qurilmalar kiritilishi mumkin.

MRTning umumiy ko'rinishdagi sxemasi 9.1 - rasmda keltirilgan.



**9.1 – rasm. MRT ning umumiy sxemasi:**

TIO – ta'minot va ijro ost tizimi; BQ – boshqarish qurilmasi; TM – tashqi muxit;  
—→ - o'zaro informatsion ta'sir; ↔ - moddiy-energetik o'zaro ta'sirlar va aloqalar.

Ta'minot va ijro ostsistemasi (TIO) ta'minot ostsistemasi (ta'minot bloki) va ijro ostsistemasidan iborat. Ta'minot bloki MRTning tegishli bo'g'inlaridagi

iste'mol talablarini qondirish uchun xizmat qiladi: 1) materiallarga (masalan ta'minot blokining o'zi iste'mol qiladigan suyuq, qattiq, gazsimon yoqilg'ilariga bo'lgan talablarini) va 2) energiya (davriy ravishda tashqi muhit bilan moddiy energetik o'zaro ta'sirda bo'lish va olingan moddiy, masalan, yoqilgan manba'-resurslarining energiyaga aylantirilishi asosida bo'lgan talablarini).

Ijro sistemasi MRTning kuch bilan ta'sir etuvchi qismi hisoblanadi. Uning asosiy funksiyasi - tashqi muhit bilan kuch orqali aktiv o'zaro ta'sirda bo'lishdan iborat.

Rivojlangan MRTlar tarkibida ijro sistemasi o'z-o'zini sozlash va uyushtirish funksiyalarini amalga oshirishda ishtirok etadi. Bu funksiyalar manipulyatorlar, ko'chma harakat qurilmalari va ijro sistemasining yordamchi qurilmalari tomonidan amalga oshiriladi. Ular orasidan MRTning asosiy qismlaridan biri sifatida manipulyator - mexanik qo'l hisoblanadi. Aynan manipulyator MRTning tashqi muhit bilan aktiv kuch orqali o'zaro ta'sirda bo'lishidagi asosiy tashqi funksiyasini amalga oshirish uchun mo'ljallangan.

Ijro sistemasining yana bir ajralmas qismi bo'lib ko'chma harakat qurilmasi hisoblanadi.

MRTlarda ko'chma harakatning shunday vositalari qo'llaniladiki, ulardan hozirgi kunda quruqlikda, havoda, dengizda harakatlanuvchi texnik ob'ektlarda foydalaniladi. Shunday vositalarga qadamlab yuruvchi mexanizmlar ham kiradi.

MRTlarning boshqarish qurilmasi mobil sistemasining tashqi muhit bilan aktiv va maqsadli yo'naltirilgan o'zaro informatsion ta'sir asosidagi intellektual hatti-harakatlarning funksional xususiyatlarini ta'minlash va ro'yobga chiqarish uchun xizmat qiladi.

## **9.2. MRTlarning sinflanishi**

Mobil robototexnik sistemalarni turli alomatlariga ko'ra sinflash mumkin.

9.2 - rasmda MRTlarning mazmunli sinflanish sxemasi keltirilgan.

MRTlarni xarakterlovchi alomatlariga quyidagilar kiritiladi: funksional vazifalari, qo'llanish tarmog'ining o'ziga xosligi (spesifikasiya), qo'llanish sohasi,

funksiyalarining o'ziga xoslik darajasi, bajaradigan funksiyalarining xarakteri, boshqarish turi, programmalash usuli, sezish qurilmalarining turi, harakat prinsiplari, harakatga keltiruvchilar soni, ijro uzatmasining turi, avtomatik yurg'izish(haydash) sistemasining turi va harakatni avtomatik ravishda yo'naltirish sistemasi turi [8].

Funksional vazifalariga ko'ra MRTlar 5 ta sinfga bo'linadi: manipulyatsion MRTlar, transport MRTlar, informatsion MRTlar, boshqaruvchi MRTlar va kombinirlangan MRTlar. Qo'llanish tarmog'i spesifikasiyaga ko'ra sanoat va nosanoat MRTlari farqlanadi. Sanoat MRTlari (robokaralar) asosan mashinasozlik sanoatida qo'llanadi. Qo'llanish sohalariga ko'ra nosanoat MRTlari qishloq xo'jalik, yerosti, suvosti, havo, kosmik va boshqa turlarga bo'linadilar.

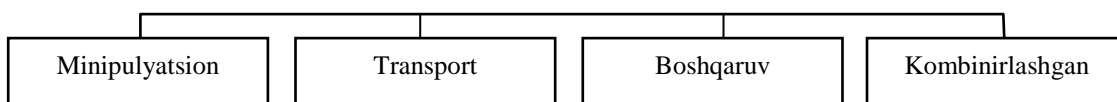
Funksiyalarning ixtisoslanishi darajasiga ko'ra MRT lar universal, ixtisoslashgan, maxsus turlarga bo'linadi.

Universal MRTlar turli operatsiyalarni bajarishga hamda har xil turdagi jihoz - uskunalar bilan ishlash uchun mo'ljallangan. Ixtisoslashgan MRT lar toraytirilgan vazifalarga mo'ljallangan bo'lib, bitta muayyan operatsiyani amalga oshiradi (masalan, payvandlash, bo'yash, tuproqqa ishlov berish, konstruksiyalarini montaj qilish va shunga o'xshash operatsiyalar); maxsus MRT lar faqat bitta konkret operatsiyani (masalan, uzum uzish, texnologik jihoz-uskunaning konkret modeliga xizmat ko'rsatish) bajaradi.

Bajaradigan funksiyalarining xarakteriga ko'ra MRT lar: asosiy texnologik operatsiyalarini amalga oshiradigan MRT larga va turli xildagi jihoz-uskunalariga xizmat ko'rsatish bo'yicha yordamchi texnologik operatsiyalarni bajaruvchi MRT larga bo'linadilar. Tegishli ravishda ulardan birinchilarini operatsion (asosiy) MRT lar, ikkinchilarini esa xizmat ko'rsatuvchi (yordamchi) MRT lar deb atash mumkin. Operatsion MRT lar namunasi sifatida payvandlash, yig'uv, burg'ulash mobil robototexnik sistemalarini keltirish mumkin, xizmat ko'rsatuvchi MRT lar sifatida detallar va asboblarni yuklash va tushirish hamda transportlash uchun mo'ljallangan robokaralarni keltirish mumkin. Boshqaruv turiga ko'ra MRT lar 2 ta sinfga: avtomatik va masofaviy (teleboshqaruvli) sinflariga bo'linadilar.

# MRT

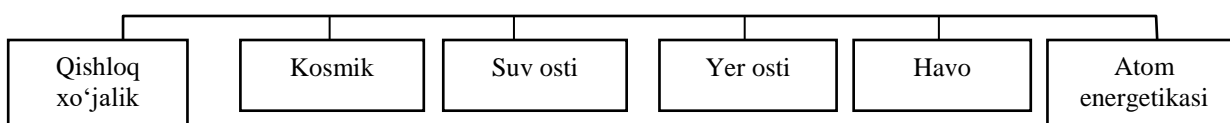
## 1. Funksional vazifalar.



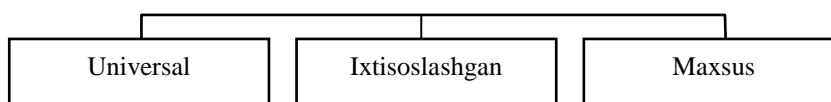
## 2. Qurilish tarmog'ining spesifikatsiyasi.



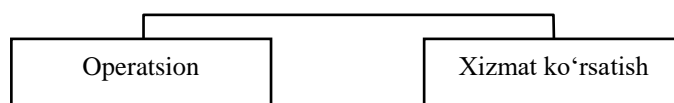
## 3. Qo'llanish sohasi.



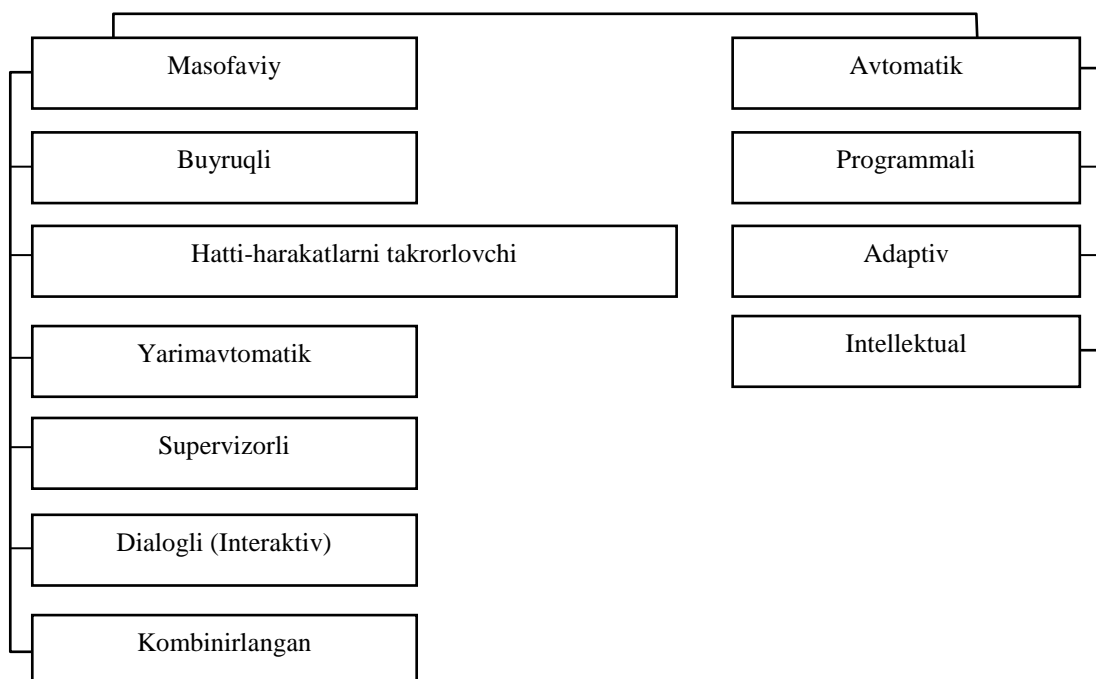
## 4. Funksiyalarning ixtisoslashish (o'ziga xoslik) darajasi.



## 5. Bajariladigan funksiyalarning xarakteri.



## 6. Boshqarish turi



**9.2 - rasm. MRT larning umumlashgan alomatlariga ko'ra sinflanishi.**

Avtomatik boshqariluvchi MRT lar: programmaviy, moslashuvchan va intellektual MRT larga ajraladilar.

Programmaviy MRT lar oldindan tuzilgan va boshqarish jarayoni davomida o'zgaraydigan boshqarish programmasi asosida boshqariladi. Amaldagi barcha hozirgi kunda ishlab chiqarishda ishlayotgan MRT lar programmaviy MRT lardir. Ularning qo'llanish doirasi nihoyatda keng: stanoklarga, pechlarga, texnologik liniyalarga xizmat ko'rsatish payvandlash va yuklash hamda yuk tushirish operatsiyalarini bajarish va hokazolar. Programmaviy MRT lar qo'llanish doirasining cheklanishlari MRT larning konstruksiyalari, aynan informatsion -o'lchov datchiklarining kam assortimenti hamda boshqarish sistemasining nomukammalligi bilan aniqlanadi. Programmaviy boshqarishli MRT lar mustaqil ravishda o'z funksiyalarini bajara olmaydilar. Berilgan programmadan xar qanday chetlanish MRT ning to'xtab qolishi, ba'zi xollarda ishdan chiqishiga olib keladi. Bunday cheklanishlar ma'lum darajada ikkinchi avlod MRT larida yoki moslashuvchan MRT larda engib o'tilgan.

Ular ma'lum darajada o'z tarkibida ichki va tashqi axborot datchiklarining katta to'plamiga va EHM yordamida amalga oshirilgan murakkab boshqarish sistemasiga egadirlar.

Sezish datchiklari sun'iy sezgi organlaridir. Ular, haqiqiy mavjud muhit holatini e'tiborga olgan holda, MRT ijro mexanizmlarini boshqarish qonunlarini shakllantiruvchi boshqaruv sistemasi uchun qayta aloqa siqnallarining manba'lari hisoblanadi.

Intellektual MRT lar uchinchi avlodga mansub, sezgisi ko'proq boyitilgan va informatsiyani mikroprotessorli qayta ishlaydi, mavjud holatni payqab fahmlaydi, noaniq yoki o'zgarib turadigan sharoitlarda kerakli operatsiyalarni bajarish uchun o'zining keyingi hatti-harakatlari yuzasidan avtomatik tarzda qarorlar qabul qila oladigan sezgiga egadirlar.

### **9.3. Mobil transport robototexnik sistemasi tashqi informatsiya datchiklariga ega MP-12t robokarasi**

Mashinasozlik sanoatida MRTlar asosan transport operatsiyalarini avtomatlashtirish uchun qo'llaniladi. Transport MRTlari amalga oshiradigan asosiy operatsiyalar qatoriga

– xom mahsulotlar, detallar va yarim fabrikatlarni ularga ishlov berish texnologik marshrutlari bo'yicha sexlar va ishlab chiqarish bo'linmalari hududlarida bir joydan ikkinchi joyga ko'chirish;

– ishlov beradigan detallarni texnologik jihozning ishchi pozitsiyasiga eltib berish;

– markazlashtirilgan ombordan va metrologik stansiyadan instrumentlarni eltib berish va hokazolar kiradi.

Avtomatlashtirilgan transport va jamlovchi sistemalarning muhim elementlari – transport MRTlari hisoblanadi.

Robokaralar. Relslar bilan jihozlanmagan pol ustida harakatlanuvchi aravachalar - robokaralar moslashuvchan ishlab chiqarish sistemalarida qo'llanish uchun yaratilgan [4].

Ularning farqli xususiyatlaridan biri shuki, bortlarida kuzatuvchi sistema o'rnatilgan bo'lib, bu sistema ishlab chiqarish binosining poli ichida yoki poli ustida joylashtirilgan yopiq induktiv yoki yorug'lik(nur) aks ettiruvchi (qaytaruvchi) trassalar bo'yicha programmashtirilgan harakatni ta'minlaydi.

Robokaralarning sex ichkarisidagi va sexlararo transporti sifatida qo'llanilishi umuman olganda bir qator mexanika-yig'uv ishlab chiqarishlarida quyidagilarni ta'minlaydi: 1) kengligi katta bo'lmagan yo'lkalalar va o'tish joylarida yuqori manevrlarni amalga oshirish imkoniyatini; 2) texnologik jarayon o'zgarganda transport trassasini qayta qurish soddaligini; 3) yuk oqimlarini optimallashtirish imkoniyatini; 4) yaroqsiz holga kelgan transport vositalarini almashtira olish hisobiga erishiladigan yuqori ishonchlilikni, puxtalikni; 5)

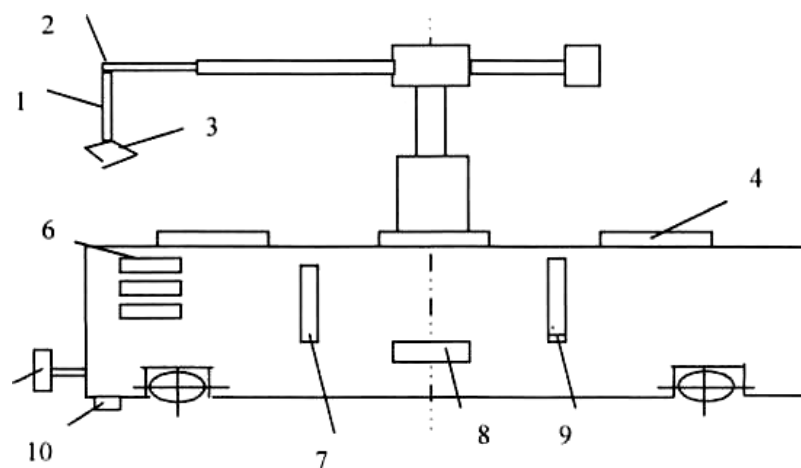
avtomatik boshqarishdan qo‘l orqali boshqarishga o‘tish imkoniyatini va hokazolarni.

Robokaralardan foydalanish bilan jihozlarning bekor turib qolishiga barham beriladi, sex ichkarisidagi transport haydovchilari va yuklash-yuk tushirish ishlarida band bo‘lgan ishchilar ozod etiladilar, transport vositalari uzatmalarining energiya tejamkorligiga erishiladi. Namuna sifatida MP-12t robokarasining ishlash sxemasini ko‘rib chiqamiz.

Datchiklar bergan «xom mahsulot talab qilinmoqda» buyrug‘iga ko‘ra avtomatlashtirilgan ombor boshqarish sistemasi kelib tushgan buyruq adresini aniqlaydi va robot - shtabeler xom mahsulotlar joylangan tara-idishni qabul qilish-yuklash pozitsiyasiga yetkazadi. Tara-idish kod nomeriga ega bo‘ladi va bu nomer bort mikro-YeHMining tezkor xotirasida saqlanadi.

Robokaraning yuk platformasi 10 ta tara-idishni joylashtirishga mo‘ljallangan. Robokara harakatni trassa bo‘ylab boshlaydi va o‘z yo‘lida uchragan ishchi o‘rinlarining nomerlarini sanab o‘tadi. Ishchi o‘rin nomeri bilan platformadagi mavjud tara-idish nomeri bir xil bo‘lganda (teng bo‘lganda) robokara to‘xtaydi va o‘z holatini elektron- optik datchik signaliga ko‘ra to‘g‘rilaydi, so‘ng ishchi o‘ringa talab qilingan tara-idishni o‘rnatadi. Tashqi informatsiya datchiklarining MP-12t robokaradagi joylashishi 9.3-rasmda keltirilgan. Xuddi shu ishchi o‘rinda tayyor detallar joylashtirilgan tara-idish mavjud bo‘lsa, robot bu tara-idishni platformadagi bo‘shagan o‘ringa o‘rnatadi.

Tayyor detallar joylashtirilgan tara-idishni robokara avtomatlashtirilgan omborga eltadi va qabul qilish-jo‘natish qurilmalariga tushiradi.



**9.3-rasm. MP-12t robokarasida tashqi informatsiya datchiklarining joylashtirilishi:**

*1 – tara-idishning boshlang‘ich pozitsiyadagi mavjudligini aniqlovchi datchik; 2 – yukni olish; 3 – qisqichning ochilishini aniqlovchi datchik; 4 – platforma uyachalarida tara- idishlarning mavjudligini aniqlovchi datchik; 5 – harakat xavfsizligi; 6 – aloqa datchigi; 7 – ob‘ektlarni tanish (fahmlash) va tormozlash datchigi; 8 – robokaraning ishchi o‘rindagi holatini to‘g‘rilash datchigi; 9 – robokaraning to‘xtashini aniqlovchi datchik; 10 – yorug‘lik qaytaruvchi trassa (yo‘lka)ni kuzatuvchi datchik.*

Hozirgi kunda mashinasozlik sanoatiga oid transport robotlarining yaratilishi va tadbiq etilishida ikkita yo‘nalish mavjud.

Birinchi yo‘nalish tor nomenklaturadagi ishlab chiqarish predmetlari (ayrim detallar, xom mahsulotlar, yarimfabrikatlar) ni berilgan ishchi o‘rinlari (asosiy texnologik jihozlar birliklari) orasidagi marshrutlar bo‘yicha bir joydan ikkinchi joyga ko‘chirishni to‘la avtomatlashtirish uchun transport robotlarini ixtisoslashtirish bilan xarakterlanadi. Bunda texnologik ishlov berish siklogrammasi va avtomatlashtirilgan predmetli ixtisoslashgan bo‘linmalarda detallarni bir joydan ikkinchi joyga ko‘chirish jarayonlari to‘la e‘tiborga olinadi.

Ikkinchi yo‘nalish esa transport robotlarini transport - texnologik jihozlar birliklarini predmetli yoki texnologik ixtisoslashgan avtomatlashtirilgan bo‘linmalarda bir joydan ikkinchi joyga ko‘chirishni avtomatlashtirishga ixtisoslashtirish bilan xarakterlanadi. Bunday transport- texnologik jihozlarda



ishlov beriladigan xom mahsulotlar va detallar yoki instrumentlar komplektlari joylashtiriladi.

Bundan tashqari guruhli boshqarish sistemasi bilan ta'minlangan transport robotlari texnologik jarayon bo'yicha qo'shni hisoblangan bo'linmalar va sexlar orasidagi ko'chirish operatsiyalarini avtomatlashtirish uchun hamda omborlar va sex bo'linmalari yoki korxonaning ishlab chiqarish korpuslari orasidagi ko'chirish jarayonlari va operatsiyalarini avtomatlashtirish uchun foydalaniladi.

Vazifalariga, qo'llanilishidagi texnologik xususiyatlariga va bajaradigan funksiyalariga ko'ra sanoat korxonalarida:

1) yo'lkasi yuqorida joylashtirilgan transport robotlari (monorelsli, fazoviy, yoki ko'priqli);

2) yo'lkasi pastda joylashtirilgan transport robotlari (pol ustili, relsli va relssiz);

3) yo'lkasi kombinirlashgan usulda joylashtirilgan transport robotlari (transport robotining tayanchlaridan bittasi yuqoridagi kran osti yo'lkasi bo'ylab xarakat qilsa, ikkinchi tayanchi esa pol usti yo'lkasi bo'ylab yoki pol ichiga joylashtirilgan rels bo'ylab harakat qiladi).

Transport robotlari qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qisqichlarga ega bo'lishlari mumkin. O'z navbatida bu qisqichlar aktiv holatda va passiv holatda bo'lishlari mumkin. Aktiv holatda qisqichlar predmetni qisqichlashlari, kerakli kuch bilan ko'chirish operatsiyasi bajarilishi chog'ida ushlab turishlari va ko'chirish operatsiyasi tugallangach, predmetni qisqichdan ozod qilishlari mumkin. Passiv holatda esa qisqichlar ko'chirilayotgan predmetni kerakli kuchsiz, faqat quvvatlab (ushlab) turishi mumkin [7].

### **Nazorat savollari**

- 1) Mobil robototexnik tizimlar (MRT) ning vazifalari nimalardan iborat?
- 2) Mobil robototexnik tizimlarning umumiy sxemasini keltiring.
- 3) Mobil robototexnik tizimlarni tashkil etuvchi qismlari va ularning vazifalari.

- 4) Ta'minot va ijro ostsistemi nimaga xizmat qiladi?
- 5) MRTning ijro tizimi qanday funksiyalarni bajaradi?
- 6) MRTlarda boshqarish qurilmasi nimaga xizmat qiladi?
- 7) MRTlarning sinflanishi.
- 8) MRTlarni xarakterlovchi alomatlarga nimala kiradi?
- 9) Funksional vazifasiga ko'ra MRTlar qanday sinflarga bo'linadi?
- 10) MRTlar qo'llanilish sohasi bo'yicha qanday turlarga bo'linadi?
- 11) MRTlar funksiyalarining ixtisoslashish darajasiga ko'ra qanday sinflarga bo'linadi?
- 12) Avtomatik boshqariluvchi MRTlar qanday guruhlariga ajraladilar?
- 13) Programmaviy MRTlar qanday ishlaydi?
- 14) Adaptiv MRTlarning ishlash prinsipi qanday?
- 15) Intelektual MRTlarning asosiy xususiyatlari nimalardan iborat?
- 16) Mobil transport robototexnik sistemasi.
- 17) Mobil transport robototexnik tizimi qanday operatsiyalarni bajaradi?
- 18) MR-12T robokarasining ishlash prinsipi qanday?
- 19) MR-12T robokaraning konstruktiv sxemasi va asosiy qismlari.
- 20) Mashinasozlikda transport robotlarini yaratilishining qanday yo'nalishlari mavjud?

## **10– BOB. ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARNING INFORMATSION TIZIMLARI**

### **10.1. Robototexnik komplekslarning informatsion qurilmalari va ularning vazifalari**

Sanoat robotining informatsion sistemasi robotning funksional mexanizmlarining holati va o‘zaro joylashishi, hamda tashqi muhitning holatini xarakterlovchi ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va boshqarish sistemasiga uzatish uchun xizmat qiladi.

Robotning informatsion sistemasi ikkita asosiy qismdan iborat: parametrlar bo‘yicha informatsiyani yig‘ishni amalga oshiruvchi sensor qurilmalar (tashqi va ichki informatsiya datchiklari) va informatsiyani qayta ishlovchi, robotning boshqarish sistemasiga kiruvchi hisoblash qurilmalari.

Robotning informatsion qurilmalari funksional xususiyatlari bo‘yicha tashqi informatsiya sistemalariga (sezish sistemalari) va ichki informatsiya sistemalariga bo‘linadi.

Tashqi informatsiya sistemalari sensor qurilmalari (sezish sistemalari) orqali robotni tashqi muhit holatlari parametrlari bo‘yicha ma’lumotlar bilan ta’minlaydi. Bunday ma’lumotlarga manipulyatsiya ob’ektining fazodagi holati va orientatsiyasi, bu ob’ektlarning shakli, harakat yo‘lidagi to‘siqning koordinatalari va robot ishlash jarayonida boshqa ta’sirlarning parametrlari kiradi.

Ichki informatsiya sistemalari sanoat robotini o‘zining holati parametrlari bo‘yicha informatsiya bilan ta’minlaydi. Bu informatsiya tarkibiga robot ishchi qurilmalarining holati, tezligi, tezlanishi, yuritmalardagi kuchlar (momentlar) bo‘yicha informatsiyalar kiradi.

Sanoat robotining sensor qurilmalari muhitning xususiyatlarini aniqlash nuqtai nazaridan quyidagi guruhlarga bo‘linadi:

1) ob’ektlarning geometrik xarakteristikalarini aniqlash uchun qo‘llaniladigan sensor qurilmalar, ularga koordinatalarni o‘lchagichlar, koordinatorlar, informatsion chizg‘ichlar va boshqalar kiradi;

2) ob'ektlarning fizik xususiyatlarini aniqlashga xizmat qiladigan sensor qurilmalar (kuch o'lchagichlar, temperatura, egiluvchanlik va boshqalar bo'yicha informatsiya oluvchilar);

3) ob'ektlarning kimyoviy xususiyatlarni aniqlovchi sensor qurilmalar.

Sensor qurilmalar informatsiyani turli masofadan qabul qilishga qodirlar. Bu xususiyat bo'yicha ular quyidagicha bo'ladilar: o'ta yaqin, yaqin, uzoq va o'ta uzoq masofadan informatsiya qabul qiladiganlar [9].

O'ta yaqin masofadan informatsiya oluvchi sensor qurilmalar informatsiyani kontakt usulida olishni ta'minlaydi, ular robot ishchi qurilmasining tashqi muhit ob'ektlari bilan kontaktini aniqlaydilar (taktil datchiklar), kontakt bo'lgandagi kuchni o'lchaydilar (kuch moment datchiklari) va boshqalar. Yaqin masofadan ishlaydigan sensor qurilmalariga turli masofa o'lchagichlar, lokatsion qisqichlar va boshqalar kiradi.

Uzoq masofadan ishlaydigan sensor qurilmalar robotning ishchi zonasida tashqi muhit bo'yicha informatsiya olishni amalga oshiradilar.

Uzoq masofadan ishlaydiganlar esa ishchi zonaning tashqarisi bo'yicha informatsiya olishni ta'minlaydilar. Bular asosan harakatlanuvchi (mobil) robotlarda qo'llaniladilar (navigatsion qurilmalar, lokatorlar va boshqa radiotexnik, optik, televizion sistemalar).

Kontaktli sensor qurilmalar (taktil datchiklar) yuqori sezuvchanlikka, kichik o'lchamlarga, yuqori ishonchlilikka va mustahkamlikka egadirlar, ammo kontaktsiz sensor qurilmalardan farqli (lokatsion datchiklar) robotning tezkorligini pasaytiradilar.

Taktil sensorlar gerkonlar, elastometrlar va boshqa texnik vositalar asosida qurilishlari mumkin.

Lokatsion sensor qurilmalar, sanoat roboti bajaradigan operatsiyalarning tezligi va ishonchliligini oshiradi. Ularga yorug'lik lokatsiyasiga asoslangan, ultratovush, lazer va boshqa datchiklar kiradi.

Sanoat robotining sezuv vositalariga eng universal, ammo murakkab bo'lgan texnik ko'rish qurilmalari ham kiradi, ular robot ishlaydigan ishchi

fazoning tasvirini, robotning koordinatalarini olishni ta'minlaydi. Bunga koordinatorlar (informatsion chiziqlar va sathlar), videodatchiklar, videokameralar kiradi.

Ichki informatsiya sistemalarida qo'llaniladigan sensor qurilmalarga ishchi qurilmalarning holatlarini aniqlovchi datchiklar kiradi [5].

Ular odatda sanoat robotlarining yuritmalarida joylashgan bo'ladilar. Ularga quyidagi talablar qo'yiladi: konstruksiyasining soddaligi, tashqi ta'sirga turg'unlik, arzonligi va boshqalar. Bu datchiklar sifatida potensiometrilar, optoelektron datchiklar, aylanma transformatorlar, selsinlar, impulsli va kodli datchiklar ishlatiladi.

## **10.2. Taktil sensorlari**

Taktil sezish sistemalari manipulyator qisqichi yoki biror qismining ob'ekt bilan to'g'ridan-to'g'ri kontakt bo'lganda tegish momenti, kontakt nuqtasi holatini, kontaktning sath bo'yicha siljish xarakteri va yo'nalishini aniqlab beradi.

Taktil sensorlar qisqich qurilmasida detal bor yo'qligi, detklening sirg'anishini, qisib olingan detalning shaklini aniqlash imkoniga egadir. Taktil sensorlar robototexnika ko'p masalalarini hal qilishi mumkin. Masalan mo'rt ob'ektlar bilan robot ishlaganda, tayyor maxsulotlarni taxlash operatsiyalarida taktil datchiklar ishlatiladi.

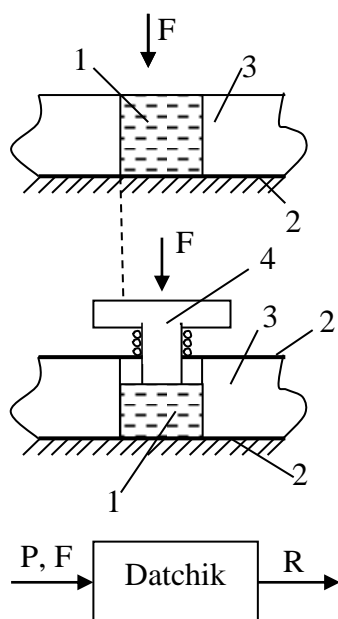
Bunday datchiklar aloxida yoki matritsa xolida manipulyatorning qisqich qurilmasida yoki robotning biror zvenosida joylashtiriladi.

Taktil sensorlarning quyidagi turlari mavjud:

- kontakt datchiklar;
- elektret datchiklar;
- elastomerlar asosidagi datchiklar;
- grafit asosidagi datchiklar;
- gerkonlar asosidagi datchiklar;
- sirg'anish datchiklari.

## Kontakt datchiklari

Bunday datchiklar elektr o'tkazuvchi polimerlar asosida yaratilishi mumkin (10.1- rasm).



**10.1- rasm. Kontakt taktil datchik sxemasi:**

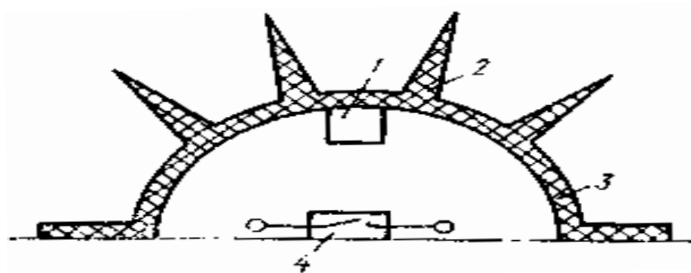
- 1- elektr o'tqazuvchi polimer.      2-  
chiqish. 3- egiluvchan qobiq.  
4- porshen elektrod.

Bunday datchiklarning ishlash prinsipi, elektr o'tkazuvchi polimer satxiga normal bosimning o'zgarishi uning qarshiligi o'zgarishiga olib kelishidir. Qarshilik diapazoni  $100 \pm 1 \text{ k}\Omega$ .

## Tegish taktil sensori

Bu taktil sensor manipulyator qisqich qurilmasiga o'rnatiladi. Sensor korpusi membrana 3, «mo'ylov» 2 dan tashkil topgan (10.2- rasm.) va elastik materialdan yasalgan.

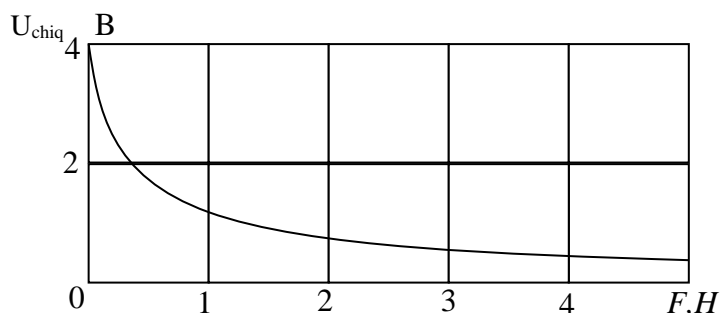
Biror to'siqqa sensor mo'ylovi tegishi bilan uning deformatsiyasi membranaga uzatiladi. Membrana ichki qismiga o'rnatilgan doimiy magnit 1 siljiydi va gerkonni 4 ishlatib yuboradi va ob'ektga qisqiya qurilmasining tekkanligi to'g'risida informatsiya xosil bo'ladi. Sensorning ishlash chegarasi 0.15-0.25 N.



**10.2- rasm. Taktil tegish sensori:**  
1- doimiy magnit; 2- “mo‘ylov”; 3- membrana; 4- gerkon.

### **Elastomer asosidagi taktil sensor**

Robototexnikada taktil sezish sensorlarning aniqligini oshirish uchun ularda sezish elementi sifatida elastomerlar va turli kompozitsion materiallar ishlatiladi. Bu sensor konstruksiyasida elastomer sifatida elektr tokini o‘tkazuvchi silikon kauchugi qo‘llanilgan. Taktil sensorida ikki elektrod shunday joylashtiriladiki, ulardan yig‘ilgan datchika bosim ta’sir qilganda, elektrodlar bir-biriga siqiladi. Ikki elektr toki o‘tkazuvchi silikon kauchukdan yasalgan. Sensorga bosim ta’sir qilmaganda elektrodlar qontakt dog‘i sathi minimal bo‘ladi va kontakt qarshiligi esa ancha kata bo‘ladi. Tashqi bosim ta’sirida kauchuk deformatsiyalanadi, bu esa kontakt qarshiligini keskin pasayishiga olib keladi. Sensor chiqish signali  $U_{\text{chiq}}$  ning ta’sir qiluvchi kuchga bog‘liqlik grafigi 10.3-rasmda keltirilgan [7].



**10.3- rasm. Elastomer taktil sensorning chiqish xarakteristikalari.**

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, sensorning chiqish kuchlanishi eksponensialga yaqin, shuning uchun xarakteristikasi talabga javob beradi.

### 10.3. Texnik ko‘rish tizimlari

Robotlarning texnik ko‘rish sistemalari deb, ishchi sahnaning tasvirini olish, uni avtomatik qayta ishlash va manipulyatorni boshqarish komandalarini shakllantiruvchi qurilmalarga aytiladi [7].

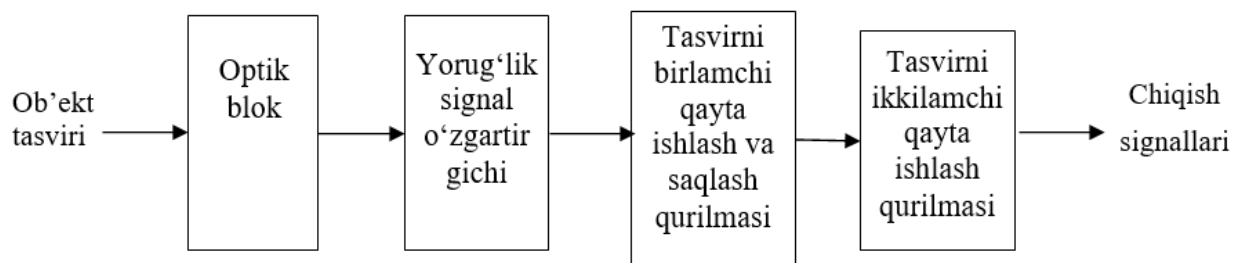
*Texnik ko‘rish sistemalari mashinasozlikda quyidagilarni amalga oshirish uchun xizmat qiladi:*

- konveyerdagi detallarni tanlash va sortirovka qilish operatsiyalarini bajaradi;
- detallar to‘plamidan kerakli detalni ajratish operatsiyasini bajaradi;
- qisib olishga mo‘ljallangan detallarning koordinatalarini va geometrik o‘lchamlarini o‘lchash uchun ishlatiladi;
- yig‘uv uchastkalarida detallarni arientatsiya qilish uchun qo‘llaniladi;
- ishlov berilgan detallarning sifatini nazorat qilishga xizmat qiladi.

Texnik ko‘rish sistemasining asosiy funksiyalari:

- ishchi sohasining tasvirini olish;
- detal bor yo‘qligini aniqlash;
- berilgan ob‘ektning tasvirda borligini aniqlash va uni ajratib berish;
- ob‘ektning koordinatalarini aniqlash;
- boshqarish signallarini shakllantirish.

Robot texnik ko‘rish sistemasining struktura sxemasi 10.4- rasmda keltirilgan.



**10.4- rasm. Texnik ko‘rish tizimining struktura sxemasi.**

Keltirilgan struktura sxema bo‘yicha yorug‘lik-signal o‘zgartirgichning fotosezuvchi nishonida ob‘ektning fokuslangan optik tasviri elektr signallariga aylantiriladi, ular keyin kuchaytirilib raqamli signalga o‘zgartiriladiva birlamchi



qayta ishlash qurilmasi xotirasida binar tasvir matritsasi ko‘rinishida saqlanadi, masalan 512x512 elementlar shalidatasvirni ikkilamchi qayta ishlash qurilmasi raqamlar massivi bilan ishlaydi. Raqamlar sistemadagi yorug‘lik oqimini ifodalaydi va tasvirda ob‘ektни tanib, ajratib olish imkoniyatini beradi. Undan tashqari og‘irlik markazining koordinatalarini, sathning parametrlarini, chiziqli o‘lchamlarini aniqlash mumkin bo‘ladi. Tasvirni tahlil qilish uchun qayta ishlanadigan vizual informatsiyahajmiga qarab turli quvvatli EHMLari ishlatiladi.

*Robotlarning texnik ko‘rish sistemasining asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi:*

- tezkorlik;
- videosignalning diskretlash elementlari soni;
- videosignal yorug‘ligining darajalash (gradatsiyalar) soni;
- ob‘ekt bilan fon orasidagi farq;
- ishchi zonaning yorug‘ligi;
- ishchi zonadagi manipulyatsiya ob‘ektlarining soni va o‘lchamlari.

Texnik ko‘rish sistemalarida diskretlash elementlari soni asosan ularda ishlatiladigan videodatchikning turiga va xarakteristikalariga bog‘liq bo‘ladi.

Texnik ko‘rish sistemalarining eng asosiy parametrlaridan biri videosignal yorug‘ligining darajalashlar sonidir.

Ko‘pgina texnik ko‘rish sistemalarida qayta ishlanadigan informatsiya hajmini kamaytirish va informatsiyani qayta ishlash vaqtini kamaytirish uchun yorug‘likning ikki gradatsiyasi qabul qilingan, ammo tasvirni identifikatsiya qilishga quyiladigan talablardan kelib chiqib, videosignal yorug‘ligi gradatsiyalari soni qancha yuqori bo‘lsa, shuncha sistema parametrlari yaxshi bo‘ladi.

Robototexnika masalalari uchun binar tasvirlar bilan ishlashga mo‘ljallangan algoritmlarni qo‘llash maqsadga muvofiq bo‘ladi. Ko‘rish sistemalarida ob‘ekt bilan fon orasidagi farq ham kata ahamiyatga ega bo‘ladi.

*Texnik ko‘rish sistemalariga qo‘yiladigan asosiy talablar:*

1. Texnik ko‘rish sistemalari o‘z funktsiyalarini real vaqt masshtabida bajarish zarur, ya‘ni teznologik jaryon tezligida bajarishi ko‘zda tutilishi kerak;

2. Qayta ishlanayotgan informatsiyani qisqartirish apparat vositalar yordami bilan yoki tezkor alqitmlarni qullash bilan amalga oshirishi kerak.

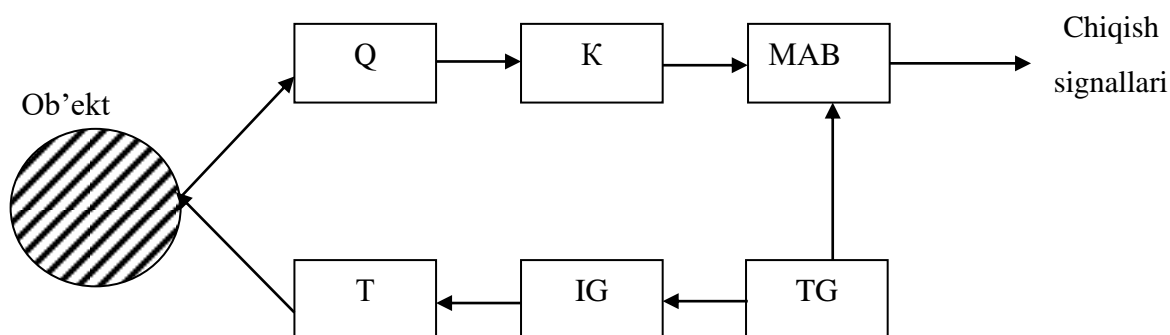
#### 10.4. Sezishning lokatsion tizimlari

Robotlarda qo'llanadigan sezishning lokatsion sistemalari deb, aktiv va passiv lokatsiyani ishlatib, harakatlanuvchi va qo'zg'almas ob'ektlarni va ularning ishchi zonada joylashishi holatini aniqlash, hamda harakatlanuvchi detallarga ishchi organni yo'naltirish uchun xizmat qiladigan qurilmalarga aytiladi [7].

Lokatsion sistemalar robototexnikada manipulyatsiya ob'ektlarining koordinatalarini o'lchash uchun ham ishlatiladi. Unday sistemalar robotning qisqichida yoki ishchi asbobida o'rnatilgan bo'ladi va masalan, payvandlovchi asbobning berilgan troektoriya bo'ytcha aniq harakatlanish imkoniyatini ta'minlaydi. Undan tashqari lokatsion sistemalar havfsizlik datchiklari sifatida ham ishlatilishi mumkin va u robotning biror predmet yoki odam Bilan to'qnashishini oldini oladi.

Hozirgi zamon lokatsiya datchiklarining ko'pchiligi akustik va elektromagnit to'lqinlarni tarqatish va qabul qilishiga asoslangandir.

Lokatsion datchikning struktura sxemasi 10.5- rasmda keltirilgan.



10.5- rasm. Lokatsion datchikning struktura sxemasi:

Q- qabul qiluvchi qurilma; K- kuchaytirgich; MAB- masofani aniqlash blogi; T- to'lqin tarqatuvchi qurilma; IG- impuls generatori; TG-tayanch generatori.

*Umuman lokatsion datchiklari ikki sinfga bo'linadi:*

- uzoq masofa datchiklari;
- yaqin masofa datchiklari.

Uzoq masofa lokatsiya datchiklari ultratovush, lazer va yorug'lik to'liqlarini ishlatib quriladi.

Ultratovush lokatsiya datchiklari 0.2-2 m diapazonda ob'ektgacha bo'lgan masofani 2% xatolikda o'lchaydi. Bunday datchiklar ob'ektni topi shva uning fazodagi holatini aniqlash uchun ishlatiladi.

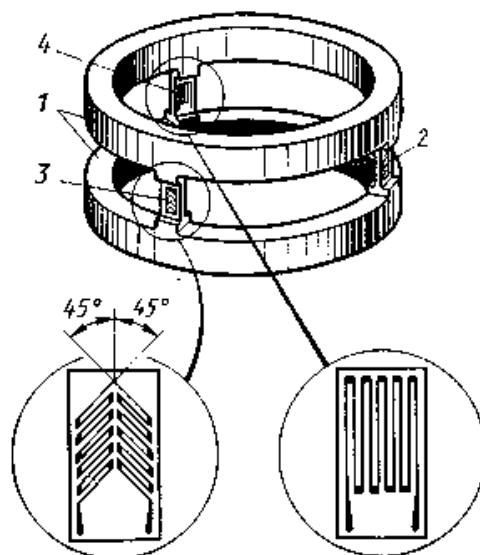
Lazer asosidagi lokatsiya datchiklari ob'ektning fazodagi holatini yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi.

### 10.5. Kuch-moment datchiklari

Adaptiv robotlarning kuch-moment datchiklari deb, manipulyator ishchi organiga ti'sir qiluvchi kuch va moment bosh vektorining komponentlarini o'lchashga xizmat qiluvchi texnik vositalarga aytiladi.

Kuch-moment datchigi qisqichning o'zida yoki manipulyatorning oxirgi zvenosi bilan qisqich oraligida o'rniladi [9].

Kuch-moment datchigiga misol qilib, olti komponentli kuch va moment datchigini keltirish mumkin (10.6- rasm).



#### 10.6- rasm. Kuch va moment datchigi:

1- ulanadigan flaneslar; 2- elastik elementlar; 3- siljish deformatsiyasini o'lchash uchun tenzorezistor; 4- bukilish deformatsiyasini o'lchovchi tenzorezistor.

Datchik ikkita halqasimon flanes 1 dan iborat, ular uchta egiluvchan elementlar bilan bog‘langan. Bir-biriga nisbatan ular  $120^0$  ga siljigan. Egiluvchan elementlar ichkari tamonoga folgali tenzorezistorlar 4 yopishtirilgan, ular cho‘zilishi deformatsiyasini sezish uchun xizmat qiladi. Egiluvchan elementlarning tashqi tamoni folgali tenzorezistorlar 3 yopishtirilgan, ular siljish deformatsiyasini sezish uchun kerak. Uch juft tenzorezistorlar datchikning biror flanesiga ta’sir etadigan kuch yoki momentga egiluvchan elementda hosil bo‘ladigan deformatsiyalarni o‘lchash imkoniyatlarini beradi (10.6- rasm).

*Yuqori ishonchlilikga ega, kata resursga ega kuch va moment sezish datchiklari quyidagi ko‘rsatkichlarga ega bo‘lishi kerak:*

- kichik massa va gabarit o‘lchamlarga ega bo‘lishi zarur, chunki ular robotning qisqich qurilmasida o‘rnatiladi;
- kata mustahkamlikka ega bo‘lishi zarur;
- yuqori chiziqlilik va kichik gisteresga ega bo‘lishi kerak;
- kuch va moment vektorlarining proeksiyalari robot bajarayotgan texnologik operatsiyani effektiv bajarilishini ta’minlashi zarur.

### **Nazorat savollari**

- 1) Robototexnik komplekslarning informatsion sistemalariga nimalar kiradi?
- 2) Holat datchiklari sifatida nimalar qo‘llaniladi?
- 3) Tezlik datchiklari sifatida nimalar qo‘llaniladi?
- 4) Texnik ko‘rish sistemalari nimalarga xizmat qiladi?
- 5) Texnik sensorlarning vazifalari nimalardan iborat?
- 6) Lokatsiya sensorlari nimalarga xizmat qiladi?
- 7) Robotlarning sensor qurilmalari tashqi muhit xususiyatlarini aniqlashda qanday guruhlariga bo‘linadi?
- 8) RTK informatsion sistemalarining sinflanishi.

## **11-BOB. ROBOTLARNING ISHLAB CHIQRISHDA QO‘LLANISHI**

### **11.1. Sanoat robotlarining ishlab chiqarishda qo‘llanilishi**

Sanoat robotlari ishlab chiqarish jaryonlarini kompleks avtomatlashtirish imkonini beradi, zamonaviy yangi texnologiyalarda sanoat robotlari keng qo‘llaniladi. Ishlab chiqarishda sanoat robotlari asosiy va yordamchi texnologik operatsiyalarni avtomatlashtirishda ishlatiladi. Sanoat robotlariga qiziqish tobora oshib bormoqda [5].

Hozirgi vaqtda chet ellarda sanoat robotlarini tayyorlash bilan 200 dan ortiq firmalar shug‘ullanmoqda, robotlarning dunyo bo‘yicha chiqarilayotgan modellari 600 tadan ortiq. Robotlarni yaratish va tayyorlash ishlari Yaponiya, AQSh, Germaniya, Fransiya va Shvesiya davlatlarida intensiv olib borilmoqda.

An‘anaviy avtomatlashtirishga qaraganda sanoat robotlarini qo‘llash moslashuvchan ishlab chiqarish sistemalarini yaratish va ishga tushirish imkoniyatlarini beradi.

Sanoat robotlari ishlab chiqarishda odam uchun og‘ir, qiziqarsiz, sog‘liq uchun zararli ishlarni bajarishda keng qo‘llaniladi.

Robotlar turli sohalarda har xil operatsiyalarni bajarilganida ishlatiladi.

Masalan, yig‘uv, shtampovka, metallni qayta ishlash, mexanik ishlov berish, payvandlash, quyish, galvanik qoplash va boshqalarda sanoat robotlari keng qo‘llaniladi.

Sanoat robotlarini qo‘llash quyidagilarga imkon beradi:

- 1) Malakasiz ishchi kuchini yo‘qotish va ularga sarflanadigan xarajatlarni kamaytirish;
- 2) Ishlab chiqarish unumdorligini oshirish;
- 3) Ishchilarning mehnat xavfsizligini va sharoitini yaxshilash; intellektual darajasini oshirish;
- 4) Ishchilarni monotonli; qiziqarsiz, sog‘liq uchun zararli va xavfli operatsiyalarni bajarishdan ozod qilish;
- 5) Ishlab chiqarayotgan maxsulot sifatini oshirish;

- 6) Texnologik jihozlarning ishlashini optimallashtirish, ishlamay turishini yo‘qotish va texnologik siklning vaqtini kamaytirish;
- 7) Yangi texnologik jaryonlarni yaratish va o‘zlashtirish;
- 8) Ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish va hokazo.

## **11.2. Temirchilik – presslash uskunalariga xizmat qiluvchi robotlar**

### **Detallar tiplarining xarakteristikalari va sanoat robotlariga qo‘yiladigan talablar**

Metallarga bosim ostida ishlov berish yuqori tezlikda amalga oshiriladigan jarayon, shuning uchun zagatovkalar temirchilik – presslash mashinasining ishlov barish pozitsiyasiga qat’iy orientatsiyalangshan xolda uzatilishi kerak. Zagatovkalarining siljishiga va qayta orientatsiya qilishga imkon berishi kerak [7].

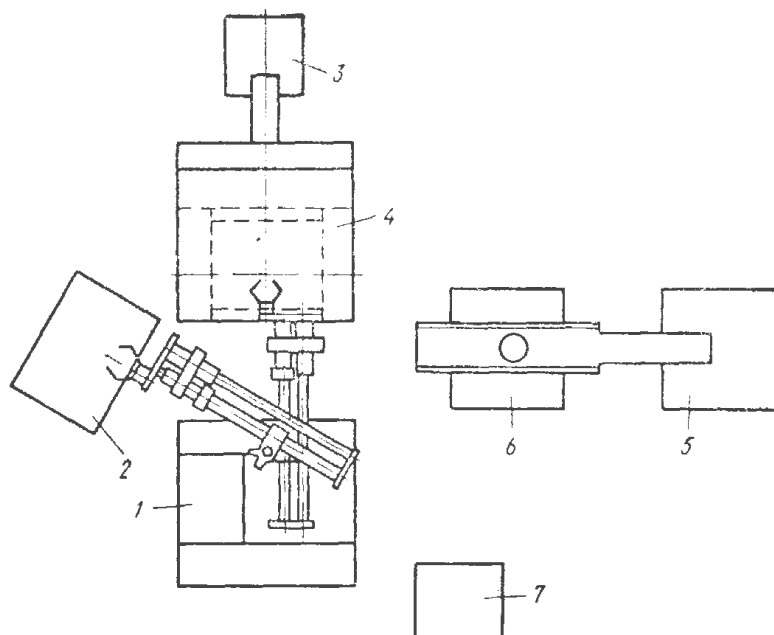
### **Temirchilik – presslash uskunalariga xizmat qiladigan sanoat robotlariga qo‘yiladigan talablar**

Bunday robotlarda qisqich qurilmasini almashtirish, hamda yangi buyumni shtampovka qilishga o‘tilganda robotning boshqarish programmasini qayta tuzish imkoniyati mavjud bo‘lishi zarur. Robot zvenolarining noto‘g‘ri boshlang‘ich hollarda turganida, boshlang‘ich hollarda zagatovkalar orientatsiya qilinmagan yoki noto‘g‘ri orientatsiya qilingan bo‘lsa, ikki va undan zagatovkalar qisib olinganda, texnologik jarayon noto‘g‘ri amalga oshirilganda sanoat robotini o‘chiradigan avariya blokirovka sistemasi bilan ta‘minlangan bo‘lishi kerak. Undan tashqari agar robotning qisqich qurilmasi ishchi fazoda bo‘lganda sanoat roboti texnologik jixozni o‘chirish blokirovka qurilmasi bilan ta‘minlanishi zarur.

Sanoat robotining boshqarish sistemasi uchun robototexnik sistema tarkibiga kiruvchi xama uskunalari, mexanizmlar va qurilmalarni boshqarish, dispetcherlash va ishlashni sinxronizatsiya qilish imtiyozli bo‘lmog‘i kerak.

## Robototexnik kompleks asosidagi kompleks avtomatlashgan liniya

Temirchilik – presslash ishlab chiqarishda robototexnik komplekslarni yaratish turli texnologik vazifalarni bajaruvchi kompleks avtomatlashgan liniyalar qurish imkonini beradi. Robotexnik komplekslar asosida avtomatik liniyalarni qurishda sanoat robotlari va texnologik jihozlar chiziqli joylashtiriladi. Turli robototexnik komplekslarni birga qo‘llab, kompleks avtomatlashgan uchastkalar va avtomatlashgan issiq va sovuq, shtampovka liniyalar barpo etiladi.



### 11.1- rasm. Pressga xizmat qiluvchi robot asosidagi robototexnik kompleks

Pressga xizmat qiluvchi robot asosidagi robototexnik kompleks 11.1-rasmda keltirilgan.

Sanoat roboti 1 boshqarish sistemasi 7 ga ega. Sanoat roboti boshlang‘ich pozitsiyadan ta‘minlovchi 2 dan zagatovkani olib, press 4 ning shtampiga uzatadi. Press o‘z ishini bajargandan keyin, tayyor detal magazin 6 ga yuboriladi. Presslash natijasida hosil bo‘lgan chiqindilar yashiklar 3 va 5 ga tushiriladi.

### 11.3. Yig‘uv operatsiyalarini bajaruvchi sanoat robotlari

Mashinasozlikda sanoat robotlari qo‘llaniladigan asosiy sohalardan biri-yig‘uv operatsiyalaridir. Ishlab chiqarishning boshqa sohalariga qaraganda yig‘uv operatsiyalarini bajarish eng kam avtomatlashtirilgan, shuning uchun sanoat

robotlarini qo'llash dolzarb hisoblanadi. Sanoat robotlari yordamida bajarilishi mumkin bo'lgan yig'uv operatsiyalariga quyidagilar kiradi:

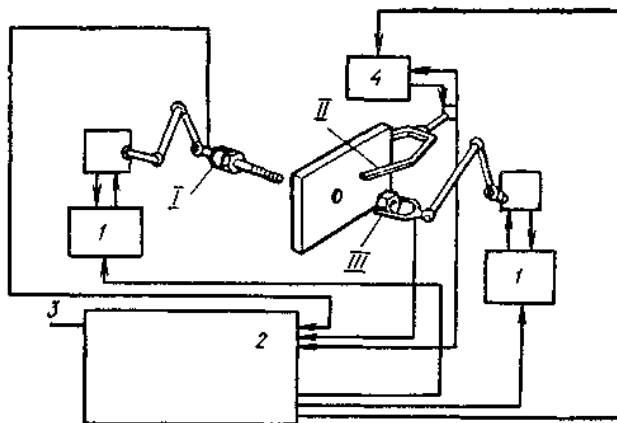
- bir detalni ikkinchisiga joylashtirish;
- detalni ma'lum bir pozitsiyaga qo'yish va olish;
- presslash;
- bir detalni ikkinchisiga burab o'rnatish;
- yopishtirish;
- detallarni siqib o'rnatish va hokazo.

Bu asosiy operatsiyalardan tashqari bir necha yordamchi operatsiyalarni ham robotlar bajarishi kerak, masalan, tranportirovka, orientirlash, o'lchash va hokazo.

Yig'uv operatsiyalarini sanoat robotlari yordamida yig'uv operatsiyalarini avtomatlashtirishda quyidagi asosiy talablarga riolya qilishi kerak:

- toza bo'lishi kerak;
- konstruksiyalari uzatish qurilmasidan chiqishda bir-biriga ilashib qolishi kerak emas;
- yengil deformatsiyalanadigan, mo'rt detallar yig'ish tavsiya qilinmaydi;
- yig'uv pozitsiyasidan oldin detallarning texnik sharlariga mos kelishini nazorat qilish zarur bo'ladi.

Adaptiv boshqarishning yig'uv sanoat robotining struktura sxemasi 11.2-rasmda keltirilgan.



**11.2- rasm. Adaptiv boshqarishni yig'uv sanoat robotining struktura sxemasi**



Sanoat robotining II qo‘li bazaviy detalni yig‘uv pozitsiyasiga qo‘yadi, I qo‘l bazaviy detalning teshigiga boltni kiritadi. III qo‘l esa boltga gaykani buraydi. Tezkor pozitsion servoyuritma (1) yordamida I va III qo‘llarning harakatlari ta‘minlanadi. Kuch taktil datchiklarining signallari hisoblash qurilmasi (3) ning o‘lchash bloki (2) ga yuboriladi, u yerda ular programma berilgan hisoblangan qiymat bilan solishtiriladi. Bu signallar farqi servoyuritmalar (1) ning boshqarish zanjiriga yuboriladi, ular esa I va III qo‘llarning ijro organlari burilish burchaklarini o‘zgartiradi. Huddi shunday teskari aloqa III qo‘lning teskari aloqa II qo‘lning (3) qurilmasi (4) servoyuyuritmasi orasida ham amalga oshiriladi.

Yig‘uv sanoat robotlarining ikkinchi avlodi adaptatsiya sistemasidan tashqari videoqurilmalar bilan ta‘minlanadi, ularning tarkibiga televizion kameralar; taqlidli yuritmalar; videosignallar qutblari mos tushishini ta‘minlovchi korrelyator; sezuvchanlik qobiliyatiga ega qo‘l va boshqarish bloki.

### **Yig‘uv operatsiyalarini bajaruvchi robotlarning umumiy xarakteristikalarini**

Yig‘uv operatsiyalarini bajaruvchi sanoat robotlari yig‘uv jarayoni normal bo‘lishini ta‘minlovchi harakatlarning hamma to‘plamini amalga oshirishi kerak. Bu harakatlarning xarakter iva ko‘rinishi yig‘ish jarayoniga qo‘yiladigan, maxsulot chiqarish programmasiga, yig‘ilayotgan maxsulotning almashish chastotasiga va texnologik jihozning o‘lchashlariga qo‘yiladigan talablarga bog‘liq.

Yig‘uv operatsiyasini bajaruvchi robotlar ma‘lum xarakteristikalariga ega bo‘lishi kerak.

Detallarning o‘zaro moslashtirishning asosiy harakatlari silindrik koordinat sistemasida amalga oshirilishi zarur. Agar Yana ham murakkab harakatlar bajariladigan bo‘linsa, robotning ijro organi yoki yig‘uvchi asbob bilan amalga oshiriladi.

Robot ishchi zonasining o‘lchamlari quyidagilarni joylashtirishga yetarli bo‘lishi kerak:

-yig‘uv texnologik jarayonni amalga oshirishga kerak bo‘ladigan yordamchi qurilmalar;

- asbobli va qisqich qurilmali magazin;
- uzatish qurilmalari;
- yig'ilyotgan detallarni to'plovchi;
- yig'ish sifatini nazorat qilish vositalari.

Sanoat roboti kamida uch harakatlanish darajasiga ega bo'lishi zarur, hamda ular sonini robotning ijro organining yoki yig'uvchi asbobning qo'shimcha harakatlari natijasida 8 yetkazilish imkoniyati bo'lishi talab qilinadi.

Sanoat robotining boshqarish sistemasi robotning bir necha yordamchi mexanizmlar bilan ishlashini ta'minlashi zarur bo'ladi.

Yig'uv sanoat robotlarida avtomatik ravishda qisqichni va asbobni almashtiruvchi qurilma bo'ladi.

Sanoat robotlarining ijro qurilmalarining tezliklari (odatda, 0,01-1,5 m/s) asosiy va yordamchi operatsiyalarni bajarishda maksimal ishlab chiqarish unimdorligini ta'minlashi zarurdir [8].

#### **11.4. Metall qirquvchi dastgohlarga hizmat qiluvchi sanoat robotlari va ularning asosiy xarakteristikalari**

Sanoat robotlari yordamida metallarga mexanik ishlov berishda quyidagi ishlar avtomatlashtiriladi:

- dastgoh ishchi zonasiga zagatovkani o'rnatish va to'g'ri o'rnatilganligini nazorat qilish(kerak bo'lganda);
- dasstgohdan tayyor detallarni olishva to'plagichga joylashtirish;
- detallarni bir dastgohdan ikkinchi dastgohga uzatish;
- detallarni(zagatovakalarni) ishlov berishda siljitish;
- detal o'lchamlarini nazorat qilish;
- detalning bazaviy satxlarini tozalash;
- asboblarni almashtirish.

Xohlagan operatsiyalarni bajarishda sanoat robotlarini qo'llashda quyidagilarga e'tibor berish kerak:

- manipulyatsiya qilinayotgan ob'ektning massasi robotning yuk ko'tarish qobiliyatidan yuqori bo'lmasligi kerak;
- manipulyatsiya zonasi robotning xizmat qilish zonasiga mos kelishi zarur;
- ob'ektning talab qilnadigan harakatining traektoriyasi tezligi sanoat robotining kinematik va aniqlik parametrlariga mos kelishi kerak;
- robotning programmali boshqarish qurilmasining imkoniyatlari bajariladigan ishga muvofiq bo'lishi zarur;
- manipulyatsiya ob'ektining o'lchamlari va shakli robot qisqich qurilmasining o'lchamlari va shakliga mos kelishi kerak;
- sanoat robotining ijro organlari kerakli ishchi pozitsiyalar oralig'ida bema'lol harakatlana olishi kerak;
- sanoat robotlari tashqi muhit parametrlariga (namlik, temperatura va boshqalar) mos kelishi zarur.

Ko'p jihatdan sanoat robotining qo'llanilishi sohasi quyidagilarga bog'liq bo'ladi:

- uning komponovkasiga, bu esa robotning ish joyiga o'rnatish usuliga bog'liq bo'ladi;
- sanoat roboti ishlaydigan koordinat sistemalar turiga;
- robotning harakat darajalari soniga va robotning manipulyator-lari va qisqich qurilmalari soniga.

Sanoat robotlari ish joyiga o'rnatilish usuliga qarab, osma, yerda o'rnatiladigan va dastgohlarga joylashtiriladigan bo'ladi.

Osma sanoat robotlari metal qirquvchi dastgohlarga xizmat qilganda, odatda, to'g'ri burchak koordinat sistemasida ishlaganda x,y,z koordinatalar sistemasida ishlaganda esa, bitta aylanma va ikkita chiziqli harakat qiladi;

Osma sanoat robotlari asosiy harakatlardan tashqari orientirlangan harakatlarini ham boshqaradi, ya'ni qisqich qurilmasi aylanma va tebranma harakatlarini amalga oshiradi.

Dastgohlarga xizmat qiluvchi yerda joylashgan sanoat robotlari odatda silindrik koordinat sistemalarida ishlaydi. Robotlar dastgohining ustiga yoki old

qismiga joylashtirilishi mumkin. Ishlab chiqarishni robotlashtirishda asosiy maqsad robototexnik komplekslarni yaratish va ular asosida robotlashtirilgan sexlar va zavodlarni barpo qilishdir.

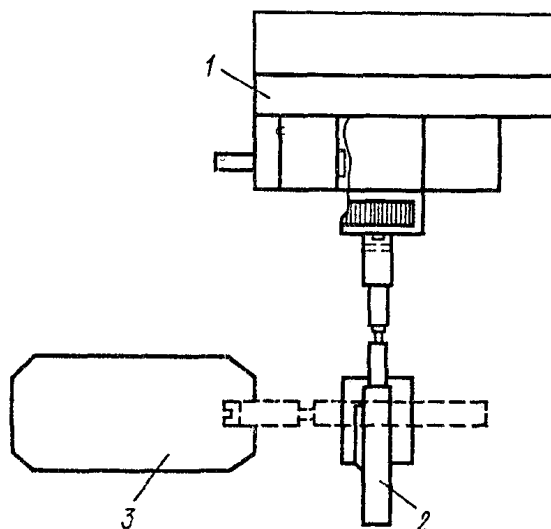
### **“Dastgoh – sanoat roboti” turidagi robototexnik kompleks**

Robototexnik kompleksni yaratishda raqamli programmali boshqariladigan dastgohlar yoki yarim avtomat stanoklar ishlariladi, ularning mashina vaqti – 3-15 min. va undan yuqori bo‘ladi [5].

Robototexnik kompleksning komponovkasi sanoat robotining konstruksiyasiga va kinematik sxemasiga bog‘liq bo‘ladi. Asosan robototexnik komplekslarning uch turli komponovkalari ishlatiladi:

1. Bir pozitsiyali robototexnik kompleks, u bitta dastgohdan va bitta sanoat robotidan tashkil topgan;
2. Ko‘ppozitsiyali aylanma pozitsiyali ikki – uch pozitsiyali va ularga xizmat qiladigan yerda joylashgan sanoat robotidan tashkil topadi;
3. ko‘ppozitsiyali chiziqli komponovkali, ikki va undan ortiq dastgohlardan va ularga xizmat qiladigan portal sanoat robotidan tashkil topadi.

Birpozitsiyali robototexnik kompleks sxemasi 11.3-rasmda keltirilgan.



### **11.3- rasm birpozitsiyali robototexnik kompleks:**

*1-tokar dastgohi; 2-sanoat roboti; 3-gorizontaal magazin to‘plagich.*

U 16K20F3 tokar dastgohidan va M20P40.20 turidagi sanoat robotidan tashkil topgan. Bu kompleks val turidagi detallarga ishlov berishga mo‘ljallangan.

Sanoat roboti dastgohga detallarni oʻrnatish va olish operatsiyasini hamda dastgohni ishga tushirish komandasini berishga xizmat qiladi.

### **Sanoat robotlariga qoʻyiladigan talablar**

Sanoat robotlari metalga ishlov beruvchi dastgohlarga xizmat qilishda quyidagi ishlarni bajarishlari kerak:

- oldindan orientatsiya qilingan zagatovkalarni dastgohning ichki sohasiga oʻrnatish;
- detallarni dastgohdan olish, magazin yoki konveyerga joylashtirish;
- texnologik jihozlarni boshqarish uchun texnologik kogmandalarni berish;
- dastgohlar asosida detallarni tashish va boshqalar.

Metall qirquvchi dastgohlarni avtomatlashtirishda qoʻllaniladigan sanoat robotlariga qoʻyiladigan talablar:

1) sanoat robotlarining konstruktiv texnologik parametrlari (yuk koʻtarish qobiliyati, ichki organlarning harakat tezliklari, pozitsiyalanish aniqligi, ishchi zonalarning oʻlchamlari, programma boshqarishning turi) dastgoh parametriga mos kelishi kerak;

2) sanoat robotlarining qoʻllanishi quyidagilarni taʼminlashi kerak: dastgohlarning unumdorligini 20% oshirish detallarga ishlov berish sifatini oshirish; dastgohlarni ishlash koeffitsentini 2-2,5 barobarga oshirish;

3) sanoat robotlari maʼlum harakatlanish darajasiga ega boʻlishi kerak, bu bilan ular dastgohlarga va robototexnik kompleksning yordamchi jihozlariga xizmat qilishda operatsiyalarning kerakli hajmini taʼminlashi zarur;

4) sanoat robotlari yetarli darajada universal boʻlishlari zarur, chunki yangi maxsulotga ishlov berishga oʻtilganda robotni minimal qayta sozlash amalga oshirilishi kerak;

5) yuqori ishonchlilik;

6) xavfsizlik zonasi mavjud boʻlishi kerak.

## Nazorat savollari

- 1) Robotlar ishlab chiqarishda qanday vazifalarni bajaradi?
- 2) Sanoat robotlari ishlab chiqarishda nima uchun ishlatiladi?
- 3) Sanoat robotlarini qo'llash nimalarga imkon beradi?
- 4) Temirchilik-presslash uskunalariga hizmat qiluvchi robotlar.
- 5) Sanoat robotlariga qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?
- 6) Robototexnik komplekslar avtomatlashtirilgan liniyalarda nima uchun ishlatiladi?
- 7) Pressga hizmat qiluvchi robot asosidagi robototexnik kompleks sxemasini keltiring.
- 8) Yig'uv operatsiyalarini bajaruvchi sanoat robotlari.
- 9) Sanoat robotlari yordamida bajariladigan operatsiyalar.
- 10) Robotlar yordamida yig'uv operatsiyalarini bajarishda qanday talablar qo'yiladi?
- 11) Adaptiv boshqariladigan yig'uv sanoat robotining struktura sxemasini keltiring.
- 12) Yig'uv sanoat robotining ishlash prinsipi qanday?
- 13) Yig'uv operatsiyalarini bajaruvchi robotning umumiy xarakteristikalariga nimalar kiradi?
- 14) Metall qirquvchi dastgohlarga hizmat qiluvchi sanoat robotlari qanday ishlarni bajaradi?
- 15) Sanoat robotlarini qo'llashda nimalarga e'tibor beriladi?
- 16) "Dastgoh – sanoat roboti" turidagi robototexnik kompleks, uning komponentlari.
- 17) Sanoat robotlariga qo'yiladigan talablar.
- 18) Metall qirquvchi dastgohlarni avtomatlashtirishda qo'llaniladigan sanoat robotlari.

## **12-BOB. ROBOTLARNI SOZLASH, ISHGA TUSHIRISH VA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH**

### **12.1. Robotlarni sozlash va ishga tushirish**

Sanoat robotlarni sozlashdan maqsad robotlarning barcha elementlarini texnik xarakteristikalariga va eksplutatsion hujjatlariga mos ravishda ishlashini ta'minlashdan iborat [9].

Sanoat robotlarini sozlashda asosiy ob'ektlarga robotning ijro qurilmasi va boshqarish qurilmasi kiradi.

Ijro qurilmasi sanoat robotining harakat funksiyalarini bajaradi, unga manipulyator va harakatlanish qurilmasi kiradi.

Boshqarish qurilmasi berilgan boshqarish programmasiga mos ravishda ijro qurilmasi uchun boshqarish ta'sirlarini shakllantirish va berishdan iborat.

Sozlash jarayoniga manipulyatorning funksional mexanizmlarini rostlashdan tashqari sanoat robotini programmalash va o'rgatishni o'z ichiga oladi.

Robotni sozlash natijasida boshqarish programmasini ishonchli bajarilishi ya'ni robotning ijro qurilmalarining harakatlari berilgan boshqarish programmasiga mos kelishi ta'minlanadi. Bunda robot ishchi organi qiladigan harakatlarning xatoliklari, texnik pasportda ko'rsatilgan qiymatlar chegarasidan chiqib ketmasligi kerak.

Sanoat robotlarni qayta sozlashda boshqarish programmasi o'zgartiriladi, robotning holatlari sozlanadi yoki manipulyatorni ayrim zvenolari almashtiriladi.

#### **Sanoat robotini sozlashdagi asosiy operatsiyalar**

Robotlarning sozlovchisi bajaradigan asosiy operatsiyalarga quyidagilar kiradi:

- Sanoat robotini sozlash rejimiga tayyorlash;
- Sanoat roboti ishchi siklining o'tishlar texnologik kartasini ishlab chiqish;
- Boshqarish qurilmasini tayyorlash va programmani yozish;

- Sanoat roboti manipulyatorini avtomatik rejimda ishlashga tayyorlash.

### **Sanoat robotini sozlash rejimiga tayyorlash.**

Oldindan ishlab chiqilgan rejalashtirish chizmasi bo'yicha maxsus tayyorlanilgan maydonchaga manipulyator va boshqarish qurilmasi o'rnatiladi.

Ulash kabellari yordamida manipulyator va boshqarish qurilmasi birlashtiriladi va yerga ulanadi. Manipulyatorning ishchi zonasidan odamlarni va begona predmetlarni chiqarib yuborish kerak. Sanoat robotining turiga qarab manipulyatorni va boshqarish qurilmasini pnevmo, gidro yoki elektr tarmog'iga ulash amalga oshiriladi.

Xizmat qilinadigan jihozning joylashishiga qarab sanoat roboti manipulyatorining chiziqli va burchak siljishlarnin sozlash kerak. Keyin sozlash pultidan manipulyatorning hamma harakatlari tekshirib ko'riladi, ixtiyoriy programma yoziladi va avtomatik rejimda sanoat roboti manipulyatori harakat sikli bajariladi.

### **Sanoat roboti ishchi siklining o'tishlar texnologik kartasini ishlab chiqish.**

Sikli programmali boshqariladigan sanoat robotlari uchun ishlab chiqarish bo'linmasida butun ish sikli alohida texnologik o'tishlarga bo'linadi: ishchi organning fazoda bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishi; qisqichning qisilishi va ochilishi; komandalarni jihozga yuborish, kutish vaqti. O'tishlarning jami ularning ketma-ket ishlashi tartibi bo'yicha ishchi siklning texnologik kartasiga yoziladi.

### **Boshqarish qurilmasini tayyorlash va programmani yozish.**

Texnologik karta asosida sikli boshqariladigan sanoat robotining ish sikli programmasi tuziladi. Xizmat qilish fazosida robot qo'lining harakatlari, jihozga komandalar va jihozdan qaytgan komandalar, hamda kutish vaqti programmalari kadrlari ketma – ketligini hisobga olgan holda nomerlanadi. Boshqarish qurilmasini ishga tayyorlash va programmani yozish jarayoni robotning



programma qurilmasini ishlatish yo‘riqnomasiga mos ravishda amalga oshiriladi. Yo‘riqnoma robotni ishlatish hujjatlari komplektiga kiradi.

### **Sanoat robotini avtomatik rejimda ishlashga tayyorlash.**

Pozitsion sanoat robotiga oid bu operatsiyaga quyidagilar kiradi:

- Ishchi zonada robotning qo‘lining oxirgi holatini sozlash;
- holat datchiklarini sozlash;
- Sanoat robotini ijro mexanizmlari harakat tezliklarini tezlash;
- Tormozlanishini rostlash;
- Sanoat robotini avtomatik rejimda ishlashini tekshirish.

Bir siklining ishlash vaqti berilgan robototexnik kompleksining ish unumdorligiga va maxsulotni chiqarish maromlilikiga (normalariga) to‘g‘ri kelishi kerak.

### **12.2. Robotlarni ishga tushirish va texnik xarakteristikalarini tekshirish**

*Sanoat robotini birinchi marotaba ishga tushirish* katta e‘tibor talab qiladi. Maxsus kalitlar yordamida robot ishchi organlarining yengil siljitishni tekshirish zarur. Boshqarish pultidagi ulagichlarni (pereklyuchatellarni) boshlang‘ich holatga keltiriladi; hamma knopkalar bosilmagan; tumblerlar o‘rta holatda bo‘lishi kerak.

Robotning sistemalari va qurilmalari qisqa vaqt ichida ketma – ket ishga tushiriladi, bunda mexanizmlarning to‘g‘ri yoki noto‘g‘ri ishlayotgani; dvigatellar berilgan yo‘nalishda harakat qilayotgani yoki qilmayotgani; elektrik, mexanik, pnevmatik, gidravlik sistemalar qizishi yoki qizimasligi, nazorat – o‘lchov asboblarning ko‘rsatishlari tekshiriladi.

Mexanizmlardagi va qurilmalardagi nosozliklar shovqin – vibratsiya, taqir – tuqur, o‘z – o‘zidan ishga tushish yoki o‘chib qolish, tishli uzatgichlarning, elektrodvigatellarning va elektroapparaturaning ortiqcha qizish, bir tekisda aylanmasligi va siljish ko‘rinishda namoyon bo‘ladi [9].

Katta nosozliklar (defektlar) robotni ishlab chiqargan zavod sozlvchilari tomonidan bartaraf qilinadi. Agar robotdagi kamchiliklarini rostlash ishlari natijasida yo‘qotish mumkin bo‘lsa, unda bu ishlarni ishlatuvchi personal bajaradi.

### **Geometrik aniqlikni tekshirish**

Sanoat robotlarini boshqa sinovlardan o‘tkazishdan oldin, uning zvenolarining oldin, uning zvenolarini to‘xtash aniqligini tekshirish zarur. Bunda robotning berilgan nuqtalarda to‘xtash aniqligi texnik hujjatlarda ko‘rsatilgan aniqlikka mos kelishi kerak. Bu etap davomida programma bo‘yicha komandalar ishlatib ko‘riladi va har bir robot harakatlanuvchi zvenosining tormozlanish yo‘li uzunligi robotning pasport ma’lumotlariga mos kelishi tekshiriladi.

### **Ishonchlilikni tekshirish**

Robotning to‘xtatmasdan, buzilmasdan ishlashi maxsus test – programma bo‘yicha avtomatik rejimida ishlaganda tekshiriladi. Test – programma bo‘yicha robotning ishchi mexanizmlarini bir necha marotaba harakatlarga keltirib, turli diapazonda tekshirib ko‘riladi.

Test – programma shunday tuzilganki, sinov o‘tkazish ishida robot mexanizmlari va qurilmalarining barchasi ishtirok etadi. Robotlarni tekshirish tajribasi shuni ko‘rsatadiki, test – programma bo‘yicha robotning uzluksiz ishlashi 16 soatdan kam bo‘lmasligi kerak. Ishonchlilik bo‘yicha xulosa robotning ishdan chiqib qolishi va ishchi organlarning boshlang‘ich holatga bir tekisda kelishiga qarab chiqariladi.

### **12.3. Sanoat roboti parametrlarini nazorat qilish apparaturasi va vositalari elementlari**

Sanoat roboti asosiy xarakteristikalarini aniqlash uchun ijro va ishchi zvenolarning quyidagi parametrlarini qayd qilish kerak: robotning tezliklari, tezlanishlari, siljishlari, tebranishlarning amplituda va chastotasi. Bunda robot qo‘lining siljish uzunligi va burilish burchagi, robot qisqichida buyum massasi

hisobga olinadi. Undan tashqari, pasport ma'lumotlariga mos ravishda transportirovka siljishlarining tezliklari rostlanadi. Robotning hamma koordinatalar bo'yicha ishchi organini harakatga keltirgan holda parametrlar qayd qilinadi.

Yuqorida keltirilgan parametrlarni nazorat va qayd qilish uchun vibroo'lchash apparaturalari komplektini ishlatish mumkin. Apparatura komplektini yoki ayrim asbobni tanlashda o'lchash aniqligi, o'lchanadigan parametr turi, hamda olinadigan informatsiya xarakteri hisobga olinadi. Bunda informatsiyani keyinchalik o'zgartirish va qayta ishlash ham e'tiborga olinadi. Tebranma harakat tezligi va tezlanishni o'lchash uchun induktiv va p'ezoelektrik o'zgartirgichlar tavsiya qilinadi. Ular yuqori chastota diapazonlarida ishlatish uchun mo'ljallangan bo'ladi.

Nazorat vositalari elementlari sifatida parametrik turdagi elektrik datchiklar ishlatiladi, ularda birlamchi siljish elektr konturning biron bir parametri qayta o'zgartiriladi, masalan induktiv qarshilikning, sig'imning, omik qarshilikning o'zgarishi bo'ladi. Bunday datchiklarning asosiy tiplari-jadvalda keltirilgan. Datchiklarni ulash odatda Uiston ko'prigi sxemasi bo'yicha amalga oshiriladi. Masalan, chastotaviy modulyatsiya prinsipini ishlatganda sig'im datchigi bilan o'lchanadigan kattalikning eng kichik qiymati  $2 \cdot 10^{-6}$  smgacha kamayadi, o'lchanadigan chastotalar diapazoni 0-20000 Gs oralig'ida kengayadi.

Shunga o'xshash diapazon kengayishini qarshilik datchigini patensionmetrik sxemaga ulash yo'li bilan ham olinishi mumkin.

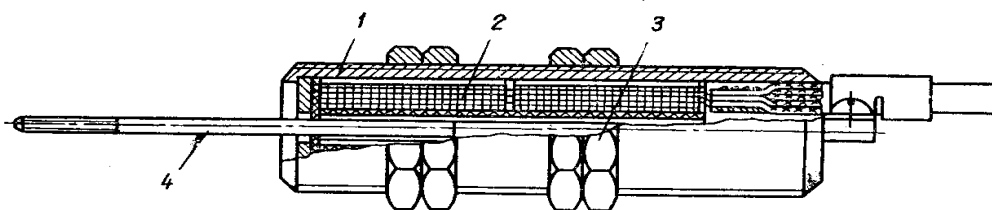
Induktiv o'zgartirgichlarga kiruvchi datchiklar o'lchanayotgan parametrning ishonchliligini va barqarorligini ta'minlaydi.

Har bir koneret datchikni tanlash robot funksional qurilmasini sinash yoki diagnostika jarayonida o'lchanayotgan parametr turi bilan aniqlanadi.

Siljishlarni o'lchash. Sanoat roboti ishchi organi siljishlarini o'lchash uchun vibroapparatura tarkibiga kiruvchi siljish (ko'chish) datchiklarini ishlatish mumkin.

Datchikning 1-silindrik korpusida birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amli g'altak 2 joylashadi (12.1 - rasm). Datchik korpusi sanoat roboti manipulyatorining

qo'zg'almas detaliga mahkamlanadi. Sterjen 4 rezba yordamida boshqa detalga mahkamlanadi, yumshoq po'latdan qilingan qobiq 3 boshlang'ich holatda cho'lg'amlarga nisbatan simmetrik joylashadi.



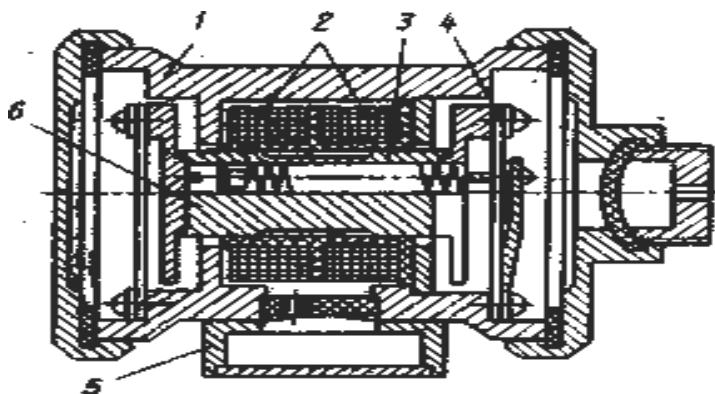
**12.1-rasm. Induktiv siljish datchigining konstruksiyasi.**

Sterjen siljiganda ikkilamchi chulg'amlardagi EYuK ning tengsizligi paydo bo'ladi, bu esa chiqish tokining o'zgarishiga olib keladi. Siljish datchigi sezuvchi elementlarga ega emas, shuning uchun uning chastotaviy diapazoni faqat apparaturaga o'rnatilgan filtr bilan aniqlanadi.

Vibratsiya datchiklarida va siljish datchiklarida filtrlar uzib qo'yilishi mumkin, bunda datchiklarning chastotaviy diapazonini va sezuvchanligini bir qancha oshadi, chunki filtr qarshiligidagi chiqish kuchlanishining pasayishi bo'lmaydi.

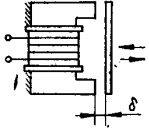
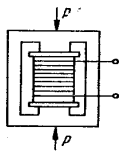
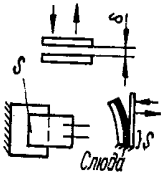
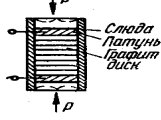
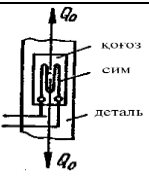
### **Vibrosiljishlarni o'lchash**

Vibratsiyalarni o'lchash uchun 12.2 – rasmda keltirilgan datchikni ishlatish mumkin. Datchikning harakatlanuvchi sistemasining havodagi xususiy chastotasi 6 – 10 Gs ga teng. Bu chastotalarda datchikning xarakteristikasi aniq ifodalangan rezonans ko'rinishida bo'ladi [9].



**12.2 – rasm. Vibratsion siljishlar datchigi:**

## Parametrik turdagi elektrik datchiklar

Datchik turi, ishlash prinsipi	Eskiz	Asosiy hisoblash bog'lanishlari	Tavsiya qilinadigan parametr va rejimlar
Induktiv datchik, yakor va o'zak orasidagi havo oralig'i o'zgarishi hisobiga o'zinduksiya koeffitsienti o'zgaradi		$L = \frac{0,4\pi Q\omega^2 10^{-8}}{(l + \mu\delta)/\mu}$	$L = 0,01 \dots 1 \text{ Гн};$ $Q = 0,3 \dots 0,5 \text{ см}^2;$ $\delta = 0,01 \dots 0,05 \text{ см};$ $\Delta\delta = (0,1 \dots 0,3) \delta;$ $i = 2,5 \text{ А/мм}^2;$ $J = 0,03 \text{ А}; V = 10 \text{ В};$ $\min \Delta\delta = 0,001 \text{ см};$ $f \leq 1500 \text{ Гц}$
Magnitostriksion datchik, o'zakcha tushadigan og'irlik (nisbiy deformatsiya) o'zgarganda o'zinduksiya koeffitsienti o'zgaradi.		$L = \frac{0,4\pi Q\omega^2 \mu 10^{-8}}{l};$ $\lambda = \Delta l/l$	$L = 0,01 \dots 0,015 \text{ Гн};$ $\sigma_{\max} = 6 \dots 8 \text{ кг/см}^2;$ $i = 2,5 \text{ А/мм}^2;$ $\lambda = 10^{-5};$ $f \leq 1500 \text{ Гц}$
Sig'im datchik, plastinkalar orasidagi oraliq yoki plastinkalarning ishchi yuzi o'zgarganda kondensatorning sig'imi o'zgaradi.		$C = S\epsilon/4\pi\delta = 0,08S\epsilon/\delta$	$c = 50 \dots 250 \text{ см};$ $\delta = 0,01 \dots 0,03 \text{ см};$ $\Delta\delta = (0,2 \dots 0,5) \delta;$ $\Delta S = (0,2 \dots 0,8) S;$ $\min \Delta\delta = 0,0001 \text{ см};$ $f = 1500 \text{ Гц}$
Ko'mir qarshiligi datchigi, tushadigan og'irlik o'zgarganda ko'mir ustuni qarshiligi o'zgaradi		$R = k/p$	$d = 10 \text{ мм};$ $h = 0,5 \text{ мм};$ $n = 10 \dots 12;$ $J = 0,2 \text{ А};$ $p = 60 \text{ кг};$ $\min \Delta R/R = 10^{-6};$ $f = 10000 \text{ Гц}$
Simli qarshilik datchigi, datchikning nisbiy deformatsiyasi o'zgarganda uning qarshiligi o'zgaradi		$\Delta R = k_1 \lambda$ $\lambda = \Delta l/l$	$d = 0,03 \text{ мм};$ $h_1 = 0,02 \dots 0,03 \text{ мм};$ $l_1 = 10 \dots 25 \text{ мм};$ $h_2 = 4 \dots 15 \text{ мм};$ $n_1 = 4 \dots 10;$ $R = 100 \dots 1500 \text{ Ом};$ $\lambda < 10^{-3};$ $\min \lambda = 10^{-6}$ $f \leq 500 \text{ Гц}$

*Izoh. Jadvalda quyidagi belgilashlar qabul qilingan: Q-kesim yuzasi, sm<sup>2</sup>; l-magnitoprovod uzunligi, sm; ω-o'ramlar soni; μ-magnit*

*oʻtkazuvchanligi;  $\varepsilon$ -dielektrik doimiylik,  $\rho$ -solishtirma bosim,  $N$ ;  $n$ -grafit disklar soni;  $R_1$ - sim materialining sezuvchanligi;  $d_1$ -sim diametri;  $h_1$ -qogʻoz qalinligi;  $l_1$ -datchik uzunligi;  $h_2$ -datchik kengligi;  $n_1$ -xalqalar soni.*

Datchikning 1 korpusida birlamchi va ikkilamchi chulgʻamli gʻaltak 2 joylashadi. Seysmik massa 6 (latundan qilingan sterjen) magnit yumshoq materialdan yasalgan qobiq 3 bilan birga prujinalar 4 yordamida asos 5 ga mahkamlanadi.

Xususiy chastotalarning oʻlchanayotgan jarayonga taʼsirini yoʻqotish uchun suyuqlik bilan dempirlash qoʻllaniladi, bunda dempirlash darajasi kritik qiymatning  $\delta = 0,6 \dots 0,7$  kattaligiga teng boʻladi. Bunda dinamik taʼsirlanuvchanlik koeffitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lambda = C_i \sqrt{(1 - C^2) + 4\delta^2 C^2}$$

bu yerda:  $C = \frac{v_i}{v_0}$  - buzgʻunchi tebranishlar chastotasi  $v_i$ - garmonikasining datchik xarakterlanish sistemalarining xususiy tebranishlar  $v_0$  ga nisbati.

Datchik oʻzagi nisbiy siljishi  $x(t)$  quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$X(t) = \sum A_i \lambda_i \sin(v_i t + \alpha_i)$$

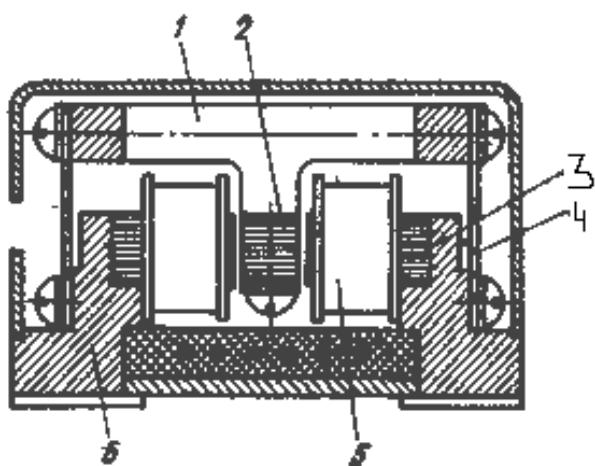
bu yerda  $A_i$  – asos tebranishlari;  $i$  – garmonik tashkil etuvchisining amplitudasi;  $\lambda_i$  -  $i$  tashkil etuvchi boʻyicha dinamik taʼsirchanlik koeffitsienti;  $\alpha_i$  - faza boʻyicha siljish.

Bu turdagi datchiklar turgʻun rejimda vibratsiyani oʻlchash uchun xizmat qiladi.

### **Tezlanishlarni oʻlchash**

Induktiv datchik tezlanishni proporsional ravishda elektr signallariga oʻzgartirib berishi mumkin.

Tezlanishlarni oʻlchash uchun ishlatiladigan induktiv datchik 12.3-rasmda keltirilgan.



### 12.3 - rasm. Tezlanishni o'lchash uchun datchik

Po'latdan (yoki dyuraldan) yasalgan asos 6 da ikkita Sh-shaklidagi 2 va 3 o'zaklar joylashgan. O'zaklar orasiga ilgak 1 joylashtirilgan, u asos bilan ikkita yassi prujinalar 4 orqali bog'langan. Ilgak seysmik massa xisoblanadi, ya'ni datchikning sezuvchi elementidir, u nisbiy siljiganda ikkilamchi o'lchamdagi EYuK va toklar tengsizligi xosil bo'ladi. Shunga intilishi kerakki, o'lchash o'qiga perpendikulyar bo'lgan o'qdagi xususiy chastota ikki barabar yuqori bo'lishi zarur.

Datchikning chastotaviy xarakteristikalarini korreksiyalash va xususiy chastotalarning qayd etilayotgan jarayonlarga ta'sirini yo'qotish uchun apparatura chiqishiga past chastotalar elektr filtri joylashtiriladi [9].

Tezlanish datchigi nafaqat sinusoidal yoki turg'un bo'lmagan jarayonlarni o'lchashi mumkin, balki impuls xarakterdagi jarayonlarni ham o'lchash imkoniyatini beradi.

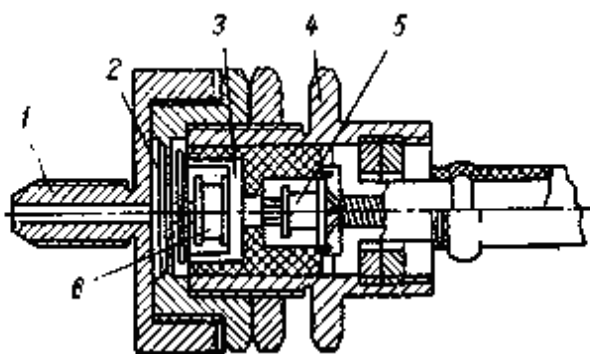
Impulsli jarayonlar tezlanishlar impulsning amplitudasi va davomliligi bilan xarakterlanadi.

Datchikning amplitudaviy diapazonini boshlang'ich havo oralig'ini kengaytirish xisobiga oshirish mumkin, ammo bu xolda datchikning sezuvchanligi pasayadi. Datchikning nafaqat amplitudaviy, balki bir vaqtning o'zida chastotaviy diapazonini oshirish uchun yakorni asosga maxkamlovchi prujinalarni qattiqlash bilan almashtirish va apparatura filtrini yangi xususiy chastotalarga mos ravishda qayta o'zgartirishi kerak. Shuni ta'kidlash lozimki, datchik xususiy chastotasini oshirish, uning sezuvchanligini kvadratik bog'lanishda pasaytiradi. Masalan,

xususiy chastotasi 900 Gs bo'lgan datchik, 400 Gs xususiy chastotali datchikka qaraganda 4 barobar kam sezuvchanlikka ega bo'ladi.

### Bosimni o'lchash

Robotlarning pnevmo - yoki gidroyuritmalarining ishchi kameralaridagi bosimni induktiv tipdagi datchik yordamida o'lchash mumkin. 12.4–rasmda pnevmatik va gidravlik yuritmalardagi bosimni o'lchash datchikning konstruksiyasi keltirilgan. Korpus 4 da ikkita Sh – ko'rinishdagi chulg'amli o'zaklar 3 joylashadiki, 5 va 6 birlamchi va ikkilamchi chulg'amlilar bo'ladi va unga membranali 2 qisqich maxkamlanadi.



**12.4 - rasm. Pnevmo – va gidrotizimlarda bosimni o'lchash datchigi konstruksiyasi:**

1-shtuser, 2,3-o'zaklar, 4-prujinalar, 5-elektromagnitlar, 6-asos.

Pnevmo- yoki gidrosistemasiga ulanish shtuser 1 orqali amalga oshiriladi. Datchikning sezuvchi elementi bo'lib membrana xisoblanadi. Bosim ta'sirida membrana va o'zak orasidagi xavo oralig'i kichiklashadi va natijada chiqish toki o'zgaradi. Ikkinchi o'zak plastina bilan berkitilgan va kompensatsion xisoblanadi. Bunday turdagi datchiklar turli amplitudaviy diapazonga ega bo'ladilar. Bu esa turli qalinlikdagi membranalar xisobiga amalga oshiriladi. Membranalarning qattiqligi o'zgarishi bilan datchikning xususiy chastotalari o'zgaradi.



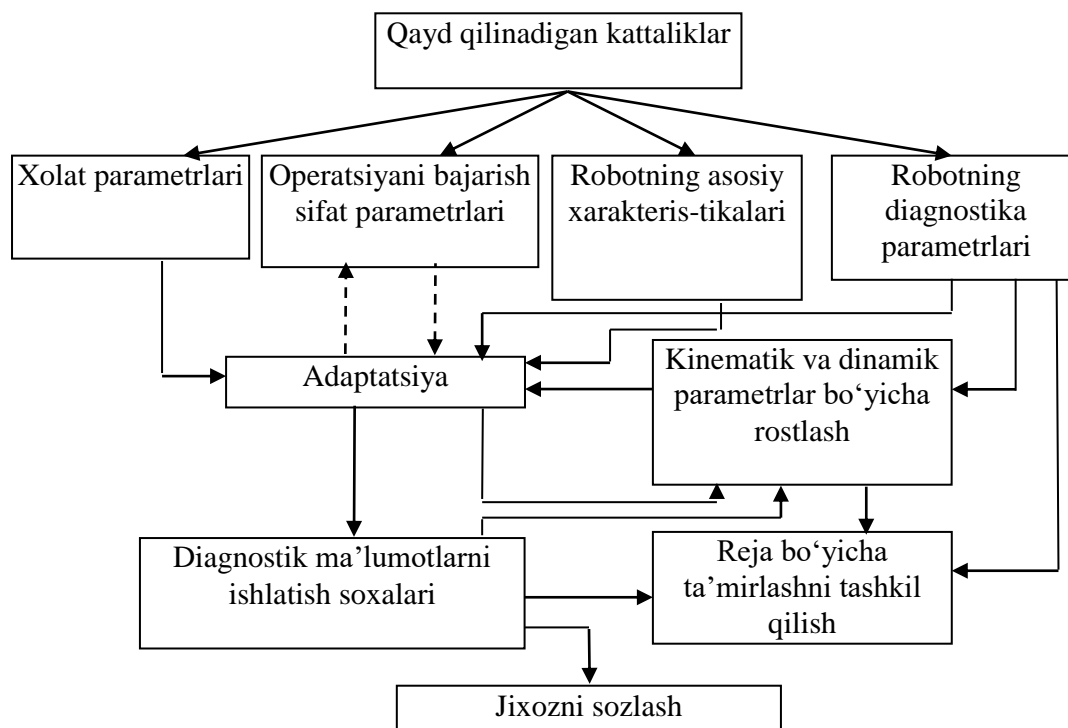
## 12.4. Sanoat roboti parametrlarini nazorat va diagnostika qilish vositalari.

### Sozlash ishlarida diagnostikaning vazifasi

Robotlarning funksional qurilmalarini sozlash ijro mexanizmlar xolatini diagnostika qilish bilan uzviy bog'langan. Diagnostika qilishdan maqsad jixoz ishlaganda buzilib qolish sababini, hamda sanoat roboti ishlashining sifat ko'rsatkichlarini aniqlashdan iborat.

Robotlarning sifat ko'rsatkichlarini aniqlash, nafaqat robot parametrlarini nazorat qilish kerakligini taqazo etadi, balki tashqi muhit parametrlarini, hamda topshiriqni bajarish sifat ko'rsatkichlarini, shu jumladan buyumni transpartirovka qilish, ularni ishchi pozitsiyaga joylash aniqligi, yig'uv, payvandlash, bo'yash texnologik operatsiyalarni bajarish aniqligini ham nazorat qilish zarurligini belgilaydi.

12.5 - rasmda robotlarning qayd qilinishi lozim bo'lgan asosiy parametrlar guruxi keltirilgan.



12.5. - rasm. Robotning nazorat qilinadigan asosiy parametrlarining strukturasi.

Adaptiv robotlarni diagnostika qilishda informatsiyaning bir qismi nafaqat robot ijro mexanizmlarini rostdash uchun, balki uning xarakatlarini boshqarish uchun ham xizmat qiladi.

Robotni ishga tushirish davomida, texnik xizmat ko'rsatish, sozlash ishlarida robotning texnik holatini diagnostika qilish, robotni ekspluatatsiya qilish davrida buzilish sabablarini aniqlash va ularni yo'qotish imkonini beradi.

Robotlarni diagnostika qilish analog va raqamli metodlar bilan amalga oshiriladi.

Analog metod robotning parametrlarini nazorat qilish jarayonida olingan analog informatsiyalarni solishtirishga asoslangan. Masalan, robot bajarayotgan operatsiyaning ossillografiya natijalarini etalon ossillogrammalar va defekt kartalar bilan solishtirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Raqamli metod diskret registratsiyaga, robotning asosiy parametrlarini raqamli o'lchamga, kompleks ko'rsatkichlarni xisoblashga va ularning bazaviy qiymatlari bilan solishtirishga asoslangan.

Robotning ishdan chiqishini va nosozliklarini ilgaridan aniqlash va oqoxlantirish robotlarni sozlashda katta ahamiyatga ega.

Ilgaridan aniqlash deganda, defekt va nosozliklarni ekspluatatsiya davrining boshlarida, jihozlarni sozlash va ishga tushirish davrida qayd qilish tushuniladi.

Nazorat qilish qobiliyati diagnostik informatsiyaning turi, sifati va xajmi bilan aniqlanadi, bu esa robotni ekspluatatsiya qilishni nazorat etishda yoki texnik xizmat qilishda olinishi mumkin.

### **12.5. Robot gidroyuritmalarini sozlash va texnik xizmat ko'rsatish**

Gidroyuritmalarning asosiy afzalligi uning yuqori solishtirma quvvatga egaligi, ya'ni quvvatning yuritma massasiga nisbati katta qiymatga ega bo'ladi. Bu ko'rsatkich bo'yicha gidroyuritma elektrik va pnevmatik yuritmalardan yuqori turadi. Sanoat robotlarining ijro mexanizmlarida gidravlik yuritma robotning yuk ko'tarish qobiliyati 10 kg dan ortiq bo'lganda qo'llaniladi. Gidroyuritmalar nafaqat

yuqori solishtirma quvvatga ega, balki kichik inersiyaga va ishchi suyuqlik siqiluvchanligi kichik bo'lganligi uchun statik xarakteristikalari yuqori qattqlikka ega bo'ladi. Bu afzalliklar robotni yuqori aniqlikda avtomatik boshqarish va murakkab harakatlarni olish imkonini beradi [9].

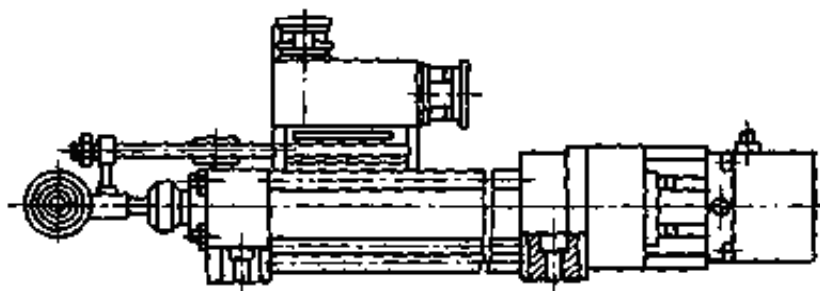
Shu bilan bir qatorda, gidroyuritmalar quyidagi kamchiliklarga ega: ishchi suyuqlikning chiqib ketishi, suyuqliklarni yaxshi tozalash zarurligi, gidrostansiyaning shovqini, hamda gidroyuritma elementlarini yuqori aniqlikda tayyorlash kerakligi, gidroyuritmani qo'llash imkoniyatlarini cheklaydi.

Robot ijro mexanizmlarini yanada effektivroq boshqarish uchun, teskari aloqa datchigi bor gidroyuritmalarni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

PEGS tipidagi gidroyuritma robot ijro mexanizmlarida ilgarilama xarakat olish uchun ishlatiladi. Yuritmaning ishlashi programma orqali elektr signallari yordamida amalga oshiriladi.

PEGS turidagi gidroyuritma quyidagicha ishlaydi. Sanoat roboti boshqarish qurilmasining chiqish signali drossel taqsimlagichning elektromexanik o'zgartirgich g'altagiga uzatiladi, bu esa zaslonkani (klapanni) xarakatga keltiradi. Gidrosilindr shtogining xarakati to teskari aloqa signali kirish signalining qiymatini kompensatsiya qilmaguncha davom etadi.

PEGS tipidagi elektrogidravlik yuritma chiziqli xarakat differensial mexanizmidan, teskari aloqa datchiklari blokidan, gidroqulf va elektr boshqariladigan drosseli taqsimlagichdan tashkil topadi. Gidroyuritma modul kompanovkaga ega va u ayrim modullardan iborat bo'ladi, robotning ijro mexanizmlariga joylashtiriladi.



**12.6 - rasm. PEGS turidagi gidravlik yuritma.**

Gidroyuritmaning texnik xarakteristikalari model turiga qarab har xil bo‘ladi. Gidroyuritma 1 m/s tezlikda ilgarihlama harakat qiladi, sanoat roboti manipulyatorining ijro organlarining pozitsiyalanish xatoligi  $\pm 0.6$  mm.

Ishchi suyuqlikning (mineral moy) qovushqoqligi  $40 \text{ mm}^2/\text{s}$ .

Sanoat robotlarining gidrosistemi gidrosig‘im, nasos, gidroyuritma va elektrogidravlik boshqariluvchi avtomatika elementlaridan tashkil topadi. Gidrosistemani sozlashdan avval gidroyuritmani birinchi ishga tushirishga tayyorlash zarur, buning uchun gidrobaklarning ichki satxlari kerosin bilan yuvilib, keyin artiladi. Undan keyin filtrlarni holati tekshiriladi. Agar filtrlarning to‘rlari shikastlangan bo‘lsa, yangisi bilan almashtiriladi. Oldindan filtrlangan mineral moy sistemaning gidrobakiga quyiladi.

Sinash uchun ishga tushirishda gidroyuritma oldidagi zonani begona predmetlardan ozod qilinadi va boltlar, gaykalar tortiladi, hamda gidroyuritma ishga tushirilganda u bilan bog‘liq hamma mexanizmlar o‘z o‘zidan siljib ketmasligi uchun ular blokirovka qilinadi. Undan keyin markazlashgan moylash sistemasi sozlanadi. Elektrodvigatellar va nasoslar vallarining aylanish yo‘nalishi tekshirilgandan keyin, truboprovodlar moy bilan to‘ldiriladi va nasos qisqa vaqt ulanadi. Yo‘naltiruvchi taqsimlagichlar va taqsimlovchi gidropanellar qo‘l yordamida ulanadi.

12.2 - jadvalda gidroyuritmalarning nosozliklari va ularni yo‘qotish usullari keltirilgan

12.2 - jadval

Nosozlik turi	Sababi	Yo‘qotish usuli
Ijro mexanizmining notekis harakati	Gidromagistralda havo borligi, gidrobakda moyning sathi yetarli emas	Gidrobakda moy sathini tekshirib ko‘rish va tashqi truboprovod zichlanishini, germetikligini tekshirish.
	Ijro mexanizmlar yo‘naltiruvchilarning yetarli moylanmanligi	Yo‘naltiruvchilarning bir tekisda moylashni ta‘minlash. Yo‘naltiruvchilarning ustini shlifovka qilish.

	Yo‘naltiruvchilardagi oraliqni rostlovchi ponalarni tortib qo‘yish kuchining oshirib yuborilgani	Ponalar holatini rostlab, bir tekis oraliqni ta‘minlash
	Gidrosilindr shtogining yo‘naltiruvchiga nisbatan notekis bo‘lib qolishi	Ijro mexanizmi yo‘naltiruvchilariga silindrni parallel qilib qo‘yish.
Magistraldagi bosim ishchi bosimga mos emas	Gidronasos moyni bir tekisda bermasligi	Porshenli nasoslarda porshen – gilza bog‘lanishidagi oraliqning bir tekisligini tekshirish.
	Saqlovchi klapan noto‘g‘ri rostlanganligi	Saqlovchi klapani rostlash, bosimni yuqori chegarasigacha oshirish
	Nasos chiqishidagi val bo‘yicha moyning chiqishi	Nasos validagi uplotneniyani almashtirish
	Moyning qovushqoqligining oshishi	Moyni almashtirish, truboprovodlarni tozalash
	Gidrobakdagi moy sathining yetarli emasligi	Moy sathini normal qiymatga yetkazish
	Gidrosilindrda ichki moy chiqishi, hamda truboprovodlardagi moy chiqishlari	Porshen manjetlarini almashtirish. Porshen – silindr oralig‘i qiymatini tekshirish. Ulovchi shtuserlar, flanelar germetikligini tekshirish.
	Filtrlarning ifloslanishi	Filtrni yuvish
Gidrosistema ishlaganda shovqinning kuchayganligi va truboprovodlar vibratsiyasi ning	Magistralda havoning so‘rilishi	Gidrobakdagi moy sathini tekshirish, sistemaning germetikligini ta‘minlash.
	Nasos va elektrodvigatel o‘qlarining mos kelmasligi	Elektrodvigatel va nasos tayanchlarini rostlab, elektrodvigatel va nasos o‘qlarining mos kelishini ta‘minlash

	Saqlagich klapan zolotnigining vibratsiyasi	Klapan prujinasini rostlash, klapan zolotnigining lyuftini yo‘qotish
Magistraldagi bosimning oshib ketishi	Ijro mexanizmi yo‘naltiruvchilari plankalarining yoki ponalarining haddan tashqari tortilgani	Yo‘naltiruvchilar ponalarining yoki plankalarining tortish kuchini kamaytirish.
Gidrosistemada moyning qizib ketishi	Gidrostantsiyaning havo ventil lari aylanmayapti	Ventilatorning manbasini va yuritmasini tekshirish kerak.

Truboprovod to‘la borgan sari nasos havoni tortib olmasligi uchun gidrobakga moyni davriy ravishda quyib turishi kerak.

Robotlarning gidravlik apparaturasi va gidrosilindrga texnik xizmat ko‘rsatishda ularni muntazam tekshirib turish kerak, tashqi qismlaridan moy chiqmayotganiga e‘tibor berish zarur, ishdan chiqqan qismlarni almashtirish kerak bo‘ladi.

### **12.6. Robotlarning pnevmoyuritmalarini sozlash va texnik xizmat ko‘rsatish**

Sanoat roboti ijro mexanizmlarida ishlatiladigan pnevmoyuritmalarning asosiy turlari hisoblangan porshenli, membranali pnevmosilindrlarni, burilish pnevmodvigatellarini sozlashda shtok yurishining kattaligi rostlanadi, berilgan topshiriqqa shtok harakatining tezligi mos kelishi, pnevmosilindr shtogidagi kuchning topshiriqqa mos kelishi tekshiriladi.

Cheklangan ishchi yurishli pnevmoyuritmani sozlashning birinchi operatsiyasida tayanchlar holatini manipulyatorning berilgan siljishiga mos ravishda o‘zgartiriladi.

Qolgan sozlash operatsiyalarida pnevmoapparaturani rostlash ko‘zda tutiladi. harakat tezligi pnevmosilindrlar kirish va chiqishdagi pnevmodrosellarni sozlash bilan aniqlanadi. Shtokdagi kuchning qiymati reduksion klapanlarni nastroyka qilish bilan beriladi. Pnevmyuritmaning chiqish zvenosining

tormozlanish intensivligi yo‘l drosellari yoki pnevmogidravlik dempferlarni rostlash bilan amalga oshiriladi.

Ko‘pgina hollarda manipulyatorlarning transport va texnologik harakatlarini amalga oshiruvchi pnevmoyuritmaning konkret bajarilishi sanoat robotining konstruktiv xususiyatlariga va qo‘llanilish sohasiga bog‘liq bo‘ladi.

Pnevmosilindrlarni va burilish pnevmodvigatellarini eksplutatsiya qilishda ular turli fazoviy holatlarda bo‘lishi mumkin. Ammo kondensat to‘planish imkoniyatini yo‘qotish uchun qisilgan havo yuboriladigan teshikning pastroqda joylashishi tavsiya qilinadi. Pnevmosilindr shtogi yo‘naltiruvchilarining vaqtdan oldin ishdan chiqishini oldini olish, hamda uplotliniyalarning shikastlanishi bo‘lmasligi uchun shtokka ko‘ndalang yuklama bo‘lishiga yo‘l qo‘yilishi kerak emas.

Yuqori tempratura sharoitida pnevmoyuritmani eksplutatsiya qilishda turli xil yuqori qovushqoqlikka ega bo‘lgan moylar, past tempraturalarda esa qovushqoqligi past bo‘lgan moylar ishlatiladi.

Manipulyator qisqichining o‘z o‘zidan ishlab ketishni oldini olish uchun, hamda qisilgan havo berilishini to‘xtab qolish hollarida robot pnevmosistemasida boshqariladigan klapanlar va bosim relelari o‘rnatish shart bo‘ladi. Pnevmosilindr shtogi yurishining kattaligini, burilish pnevmodvigatellarining tishli reykali uzatmalaridagi havo oralig‘ini, pnevmo - gidravlik dempferlar drosellarini rostlashda silindr kameralarida va pnevmodvigatellarda bosim bo‘lishi kerak emas.

### **12.7. Robototexnikada unifikatsiyalash va standartlashtirish**

Robotlarni qo‘llash sohalari jadal ravishda kengaymoqda, bunda robotlar inson faoliyatining yangi-yangi javhalarini qamrab olmoqda. Shunga mos ravishda robotlarning turlari tez o‘smoqda. Hozirgi kunda faqat sanoatda qo‘llanadigan robotlarning soni bir necha yuzdan ortiq. Shuni hisobga olgan holda robototexnikaning eng muhim va dolzarb masalalaridan biri bo‘lib, robotlarni va ularning komponentlarini kompleks unifikatsiyalash va standartlashtirishdir.

Standartlashtirish bo'yicha xalqaro tashkilotning ta'rifiga ko'ra, standartlashtirish – bu ma'lum faoliyat sohasini tartibiga tushirish maqsadida ma'lum qoidalarni ishlab chiqish va qo'llashdir. Bunga, xususan, kattaliklar birligi terminlar va belgilashlar, mahsulotga texnologik jarayonga va hafsizlik texnikasiga talablar kiradi. Normativ – texnik hujjatlarga standartlar, uslubiy ko'rsatmalar, texnik shartlar va boshqalar kiradi. Umuman standartlar sistemasi davlat standartlaridan (DS) soha (tarmoq) standartlaridan (SS) va korxonalar standartlaridan(KS) tashkil topadi.

Unifikatsiyalash – Bu standartlashtirishning eng effektiv metodi bo'lib, ishlab chiqarish unumdorligini tejamkorligini oshirish, sifatni yaxshilash va o'zaroalmashtirishni ta'minlash maqsadida bir xil funksional vazifaga ega bo'lgan ob'ektlar sonini ratsional qisqartirishdan iborat. Unifikatsiyalash maxsuslashtirish va avtomatlashtirishni rivojlantirish uchun ham keraklidir.

Unifikatsiyalashtirishning asosini unifikatsiyalashtirilayotgan ob'ektlarning tiplari va qatori tashkil etadi.

Dunyoda robototexnika bo'yicha unifikatsiyalashtirish va standartlashtirish sanoat robototexnikasi bo'yicha amalga oshirilmoqda va bu jarayon natijalari turli sohalar robototexnikasiga ham qo'llaniladi.

## **12.8. Unifikatsiyalashtirish**

Robototexnikada unifikatsiyalashtirish quyidagi uch yo'nalishda rivojlanmoqda: robotlarning komponentlari, robotlarning o'zi va robotlashtirilgan texnologik komplekslar.

Yaxshi ishlab chiqilgan va seriyada chiqariladigan unifikatsiyalashtirilgan komponentlar robototexnika rivojlanishaning asosidir. Bunda moslashuvchan avtomatlashtirilgan ishlab chiqarishning rivojlanishini ta'minlashda Yangi tipdagi robotlarning yaratilishi katta ahamiyatga egadir.

Robototexnika sohasida unifikatsiyalashtirish bo'yicha birinchi qadam bo'lib, robotlarning unifikatsiyalashtirilgan asosiy komponentlarini yaratish bo'ldi. Keyingi qadamda unifikatsiya qilingan robotlarning asosiy funksional qismlaridan,



robot hamma konstruktiv qismlarini unifikatsiya qilishga o'tiladi, hamda robot programma ta'minoti modul qurish prinsipi asosida quriladi.

Bu prinsipning negizida robotning mexanik, apparat va programma qismlarini yanada kichik unifikatsiya qilingan qismlardan modullar asosida yaratish yotadi. Robotning turli xil kompanovkalari unifikatsiya qilingan modullar to'plami asosida yig'iladi.

Bunday modullar sistemasi odatda pog'ona prinsipi bo'yicha quriladi, ya'ni murakkab modullar bir necha mayda modullardan tashkil topadi. Masalan, modul shaklida bajarilgan yuritma manipulyator va harakatlanish qurilmasini yig'ish uchun tayyor konstruktiv qism bo'ladi. Bunda yuritma ham o'z navbatida qator modullardan tashkil topadi va bu modullardan turli yuritmalarni yig'ish mumkin bo'ladi.

Modulning xususiy holi agregat bo'ladi. U ma'lum funksional vazifani bajaradigan unifikatsiyalashtirilgan yig'uv bo'lagi hisoblanadi. Agregat qurishning misoli bo'lib asbobsozlik va hisoblash texnikasidagi agregat stanoklar, agregat hizmat qiladi. Agregatlar ham yanadi mayda modullardan tashkil topadi va o'z navbatida boshqa modullar tarkibiga kiradi [9].

Robotlarni modul qurish prinsipi konstruktiv qismlar asosida robotlarning juda ko'p turlarini yaratish imkonini beradi. Bunda har bir konkret holda robotning kinematik va programma qismlarini optimal yaratish imkoniyati mavjud bo'ladi.

## **12.9. Standartlashtirish**

Hozirgi vaqtda robototexnika sohasida standartlashtirish asosan sanoat robototexnikasi bo'yicha olib borilmoqda.

Sanoat robotlarini agregat-modul prinsipi asosida yaratishda asosiy masalalardan biri sanoat robotlarining asosiy ko'rsatkichlarini va uning qismlarini normalizatsiyalash va standartlashtirishdir. Bu ko'rsatkichlarga robotning yuk ko'tarish qobiliyati, chiziqli va burchak siljishlari va hokazolar kiradi.

**Yuk ko‘tarish qobiliyati.** Mashinasozlikda bu ko‘rsatkich bo‘yicha quyidagi qator qabul qilingan:

0,63; 1,25; 2,5; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 250; 500 va 1000 kg.

Sanoat robotining yuk ko‘tarish qobiliyati bu qatordagi qiymatning biriga mos kelishi kerak. Ammo sanoat robotlarini agregat-modul prinsipi asosida qurilganda yuk ko‘tarish qobiliyati qatoriga to‘g‘ri kelishi ancha qiyin, chunki robotning ishchi yuk ko‘tarish qobiliyati robotning qismlari massasiga bog‘liq bo‘ladi va bir qismni ikkinchisi bilan almashtirganda ancha farq qilishi mumkin. Masalan robot zvenosining siljish kattaligi o‘zgarganda, yuritma almashtirilganda va hokazo.

Agregat-modul konstruksiyali sanoat robotlarini turli holatda o‘rnatish mumkin bu ham robotning yuk ko‘tarish qobiliyatiga ta‘sir ko‘rsatadi.

**Qismlarning siljish kattaligi.** Sanoat roboti qismlarining siljishini normallashtirishda robot qismlarining siljish kattaliklari yuk ko‘tarish qobiliyati bilan bog‘liqligi hisobga olinadi. Ammo bu masala hozir oxirigacha yechilmagan. Bu masalani yechish qiyinligi sanoat robotlari komponentlarining turlicha ekanligiga, robotlarning ishchi zonalarini o‘lchamlari va shakllarining xilma xilligini ko‘rsatadi. Taxlil shuni ko‘rsatadiki, agregat-modul sanoat robotlari qismlarining siljish kattaliklari odatda 50 va 100 mm ga qara bo‘ladi.

**Robot qisqich qurilmalarining normalizatsiyalanishi.** Qisqich qurilmalarining asosi xarakatlari texnik xujjatlarda reglamentlashtirilgan. Asosiy programmalar sifatida quyidagilar qabul qilingan. Yuk ko‘tarish qobiliyati; qisqich qurilmalarining eng kata o‘lchami; qisqich qurilmalarining robotga maxkamlanish konstruksiyasi va maxkamlanish joyi o‘lchami. Qisqich qurilmalarining yuk ko‘tarish qobiliyati sanoat robotlari yuk ko‘tarish qobiliyatiga mos kelishi kerak va sanoat robotlarining texnologik imkoniyatlarini cheklashi kerak emas. Qisqich qurilmalarining sath o‘lchamining eng kata o‘lchami quyidagi qatorning bir qiymatiga mos kelishi kerak:

12; 32; 63; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400 va 500mm.

Qisb olinayotgan satxning o'lchami yuk ko'tarish qobiliyati bilan bog'lanmaydi, chunki amaliyotda sanoat robotini qo'llagadda kata o'lchamli g'ovak va kichik massali detallar yoki og'ir bo'lgan va kichik satxli detallar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Robotlarda ishlatiladigan qisqich qurilmalarni taxlil qilish shuni ko'rsatadiki yuqoridagi talablar qisqich konstruksiyasini murakkablashtirmasdan uning o'lcham xarakteristikalarini tartibga solish qisqich konstruksiyalarini normallashtirish imkonini beradi [9].

### **Nazorat savollari**

1. Robotlarni sozlash va ishga tushirish ishlariga umumiy tushuncha bering?
2. Sanoat robotini sozlash rejimiga tayyorlash ishlarini tushintiring?
3. Sanoat robotlarni qayta sozlash deganda nimani tushinasiz?
4. Boshqarish qurilmasini tayyorlash?
5. Sanoat robotining zvenolarini to'xtash aniqligini tekshirish qanday amalga oshiriladi?
6. Ishonchlilikni tekshirish?
7. Induktiv siljish datchigini tushintiring?
8. Parametrik turdagi elektrik datchiklar?
9. Vibrosiljishlarni o'lchash?
10. Induktiv datchik tezlanishi qanday o'lchanadi?
11. Standartlashtirish bo'yicha xalqaro tashkilotning ta'rifini tushintiring?
12. Normativ – texnik hujjatlarga nimalar kiradi?
13. Unifikatsiyalashtirishning asosi nimadan iborat?
14. Unifikatsiyalash deganda nimani tushinasiz?
15. Sanoat robotlarining yuk ko'tarish qobiliyati standart bo'yicha necha kg?
16. Qismlarning siljish kattaligi?
17. Qisib olinayotgan sath o'lchamining eng kata o'lchami necha mm?

## 13-BOB. INTELLEKTUAL ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR

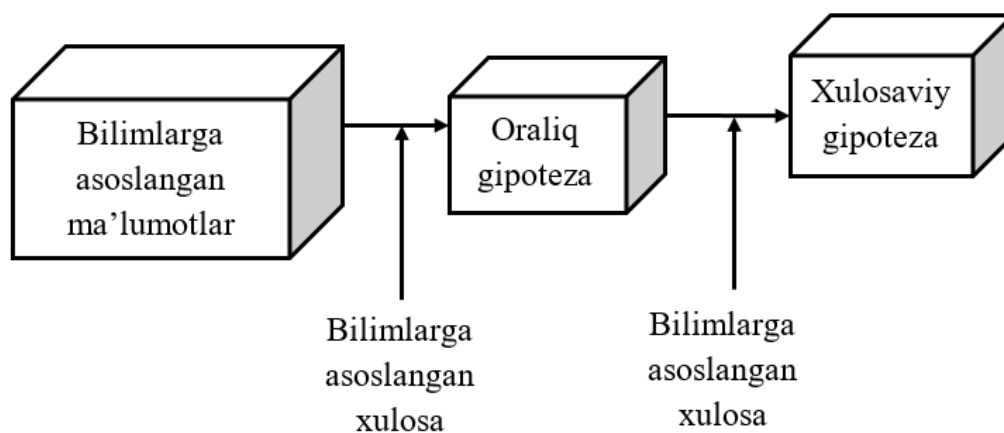
### 13.1. Intellektual robototexnik tizimlari, Asosiy tushunchalar

Sun'iy intellekt; tushunchasi birinchi bo'lib 1950 yilda Angliya matematigi Alan T'yuring tomonidan «Hisoblash mashinasi va intellekt» maqolasida ishlatilgan.

Sun'iy intellekt deganda odamni fikrlash qobiliyati o'rganish va uni texnik vositalarda amalga oshirishdan iboratdir.

Birinchi intellektual robot "Sheyki" 1978 yil Amerikada yaratilgan. Keyingi robot "Xivin" 1980 yil Yaponiyada ishlab chiqarilgan. Bu robot berilgan chizmaga qarab birorta detalni yig'a oladi. Bu robotda sun'iy intellekt sistemasi mavjud.

Intellektual masala unda tayyor algoritm sxema yoki yechim programmasi bo'lmaydi. Algoritm deb biror faoliyatni amalga oshirishdagi operatsiyalar ketma-ketligiga aytiladi. Xozirgi vaqtda sun'iy intellekt asosi robototexnikada va ekspert sistemalarda qo'llaniladi [5].



#### 13.1-rasm. Robotlarning intellektual tizimlarda mantiqiy xulosa jarayoni.

**Bilim tushunchasi;** Bu tushuncha intellektual sistemalarda asosiy tushunchalardan hisoblanadi. Tashqi muhitning ob'ektlarini bilish orqali olingan natijadir. Bilim deganda fakt va qoidalar yig'indisini yoki to'plamini tushunamiz. Intellektual masalalar quyidagi xususiyatlarga ega : birinchidan masalani yechish algoritmi noma'lum, ma'lum emas va ularda tasvir, rasm, belgi, harf, so'z, ovoz,

shaklidagi informatsiyalar ishlatiladi. Ikkinchidan tanlash imkoniyati mavjud ya'ni bir necha variantdan bittasini tanlab olinadi.

**Predmet sohasi** deb faoliyat ko'rsatilayotgan soha tushuniladi; sanoat roboti uchun predmet sohasi bo'lib stanok, detal boshqa yordamchi qurilmalar kiradi.

**Adaptiv sistema** – boshqariladigan ob'yekt, boshqarish maqsadi yoki atrof muhit xususiyatlari o'zgarganda ham ishlash qobiliyati saqlab qoladigan sistemadir. Bunday sistemalar robototexnika sohasida ko'p ishlatiladi.

**Intellektual sistema** deb, ma'lum muhitda konkret situasini hisobga olib oldiga qo'yilgan masalani yechish bo'yicha maqsadga muvofiq programmani ishlab chiqadigan adaptiv sistemaga aytiladi.

Intellektual sistema yechadigan masalalar quyidagi xususiyatga ega bo'lishi kerak:

- 1) ularda masalani yechish algoritmi noma'lum bo'ladi;
- 2) ularda odatda ishlatiladigan raqamli formatdagi informatsiyalardan tashqari, tasvir shaklidagi, rasm, harflar, so'zlar, ovoz kabi ko'rinishdagi informatsiyalar ham ishlatiladi;
- 3) ularda noaniqlik shartida ko'p variantlardan birortasini tanlash kerak bo'ladi.

**Intellektual robototexnik tizimi** (IRT) shunday o'zgaruvchidan tashkil topadiki, u tashqi muhitni hisobga olgan holda, boshqaruv ob'yektiga real ijro sistemasi orqali ta'sir etadigan sistemadir. IRT da maqsad va boshqarish ta'sirlari tashqi muhit, boshqarish ob'yekti va real situasini hisobga olgan holda shakllantiriladi.

IRTning xususiyati, u o'rgansin, moslashsin, tajriba orttirish, qaror qabul qilish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

Intellektual sistemalarda bilimlar ikki guruhga bo'linadi:

- 1) statik bilimlar;
- 2) dinamik bilimlar.

Statik bilimlar deb, intellektual sistemani loyihalash etapida kiritilgan bilimlarga aytiladi.

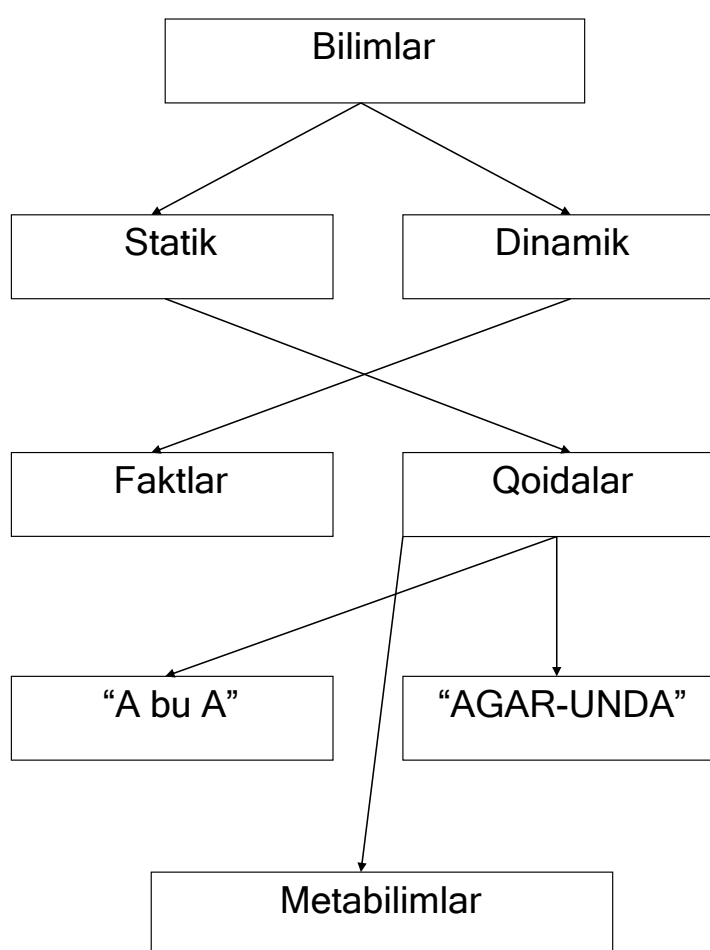
Dinamik bilimlar deb, intellektual sistemaning ishlash jarayonida yoki real vaqt masshtabida olingan bilimlarga aytiladi.

Bilimlarni fakt va qoidalarga bo'lish mumkin.

Fakt deganda shunday bilimlar turi tushuniladiki unda "A bu A" , ular ma'lumotlar bazasi uchun xarakterlidir.

Qoidalar (produksiyalar) deganda shunday bilimlar turi tushuniladiki unda "AGAR-UNDA" qoidasi bo'ladi.

Bulardan tashqari metabilimlar ham borki, ular bilimlar bo'yicha bilimlardir. Bilimlarning sinflanishi 13.2-rasmda keltirilgan.



### 13.2-rasm. Intellektual tizimdagi bilimlarning sinflanishi.

Original (asl nusxa) mohiyati (asosiy xossalari) o'rganilishi lozim bo'lgan predmetlar sistemasidir. Keng ma'noda predmet saqlash deganda nimani fikrlanishi mumkin bo'lsa, o'sha tushuniladi. Ya'ni, borliqdagi va hayolan tasavvur etilgan har qanday narsa, hodisa, ish-harakat, voqea. Ularning xossalari va munosabatlar – predmetlardir. Har qanday predmet o'z navbatida boshqa

predmetlardan tashkil topgan deb qaraladi. Demak, original – qandaydir real mavjud bo'lgan yoyinki hali mavjud bo'lmagan, loyihalashtirilayotgan sistemalar, elementlar va ularda yuz beradigan hodisalar, jarayonlar, texnologiyalar va ular haqidagi bilimlardir. Original predmet sohasining alohida qaraladigan qismidir. Original – u mansub bo'lgan predmet sohasining tilida ifodalanadi va predmet sohasiga oid umumiy bilimlarda, ya'ni muayyan fan sohasida muayyan tarzda aks etadi. Originalga “Robot texnikasi” predmet sohasi deb qaralganda, uning qismi bo'lgan “Kinematika”, “Dinamika”, “Boshqaruv tizimlari”, “Texnologiya jarayonlari” bo'limlari, bu bo'limlar predmet sohasi deb qaralganda esa shu bo'limlarda qaraladigan muayyan tizimlar, jarayonlar, texnologiyalar va shular misol bo'la oladi.

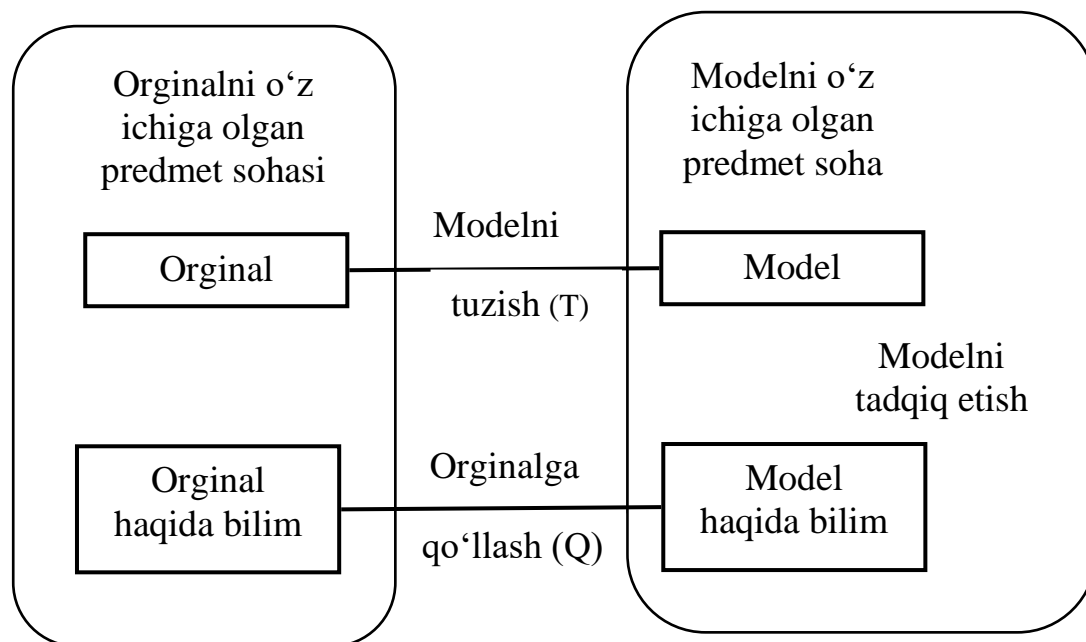
Model – (lotincha modulus – andaza, namuna, nusxa) keng ma'noda originalning o'rniga ishlatiladigan uning obrazidir. Model (aks etgan nusxa) originalning asosiy xossalarini aks ettiruvchi predmetlar va ular bqlanishlarining majmuasidir. Model originalning asosiy xossalarini aks ettirgan holda originaldan bevosita olish qiyin bo'lgan yoki olish imkoni bo'lmagan ma'lumotlarni olish uchun tanlangan predmet yoki predmetlar sistemasidir. Model ham o'z navbatida biror predmet sohasining bir qismidir.

Modellash – bilsh uslubining bir turidir. Modellash uslubi – originalning xossalarini uni aks ettiruvchi modelni tadqiq etishga asoslangan bilish uslubidir. Modellash modelni tuzish, uni o'rganish va model haqida olingan bilimlarni originalga tadbiq etish jarayonlaridir. (13.3 – rasm).

Modellashda rasmda ko'rsatilgandek 3 tomon qatnashadi: original, sub'ekt, model.

Modellashni amalga oshiruvchi sub'ekt original va model tegishli bo'lgan predmet sohalaridagi bilimlardan (fan sohasidan) xabardor bo'lmog'i lozim va shundagina, u modellash jarayonlarini amalga oshira oladi. Model tuzish jarayoni originalning modelda aks ettirilishi lozim bo'lgan xossalarini va bu xossalar mohiyatini ochib beruvchi predmetlarni (ob'ektlarni) tanlashdan, bu xossalar va ob'ektlar haqida predmet sohasidan tegishli ma'lumotlar yig'ishdan boshlanadi.

Mazkur predmet sohasi uchun model rolini o'ynay oladigan predmet (fan) sohasi tanlanadi va unda model tuziladi.

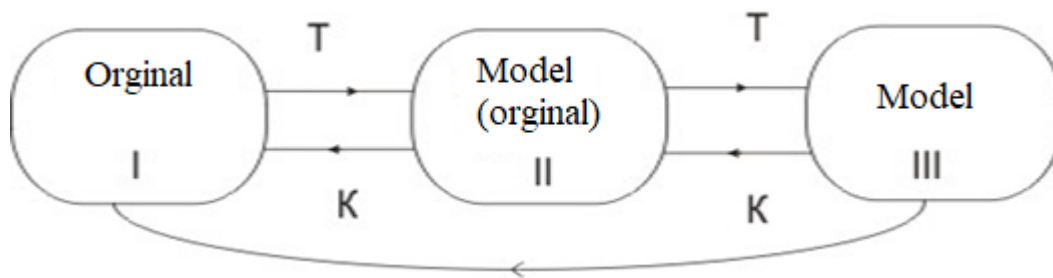


### 13.3 – rasm. Modellash.

Originalning asosiy xossalarini ochib berishda qatnashuvchi predmetlarni uning ob'ektlari deb ataymiz. Ob'ektlar – modellovchi kishi (sub'ekt) faoliyati va diqqat – e'tibori qaratilgan predmetlardir. Ob'ektlarga birinchi galda originalni tashkil etuvchi elementlar va original xossasini tavsiflovchi o'zgaruvchilar va parametrlar kiradi.

Matematikaviy model tuzishda quyidagi ko'rsatmalarga rioya qilish tavsiya etiladi: originalning ob'ektlari to'plami tuziladi; ob'ektlar to'plamidagi amallar va munosabatlar aniqlanadi; ob'ektlar, amallar va munosabatlar guruhlariga bo'linadi; ob'ektlar, amallar va munosabatlar tabiiy tarzda aks etadigan fan sohasi (matematika yoki fan bo'limi) tanlanadi; matematikaviy model ishlab chiqiladi. Model tuzishda originalga nisbatan dastlabki model uchun unga nisbatan model tuzish va yana keyingisiga nisbatan model tuzish jarayoni ham yuz berishi mumkin (13.4 – rasm). Bunda biror (2) predmetlar sistemasi birinchi (1) predmetlar sistemasiga nisbatan model bo'lsa, keyingi (3) predmet sistemasiga nisbatan esa original vazifasini o'taydi.





**13. 4 – rasm. Model original vazifasida.**

Modelga universallik, adekvatlik, aniqlik va tejamkorlik talablari qo'yiladi. Universallik – modelning turli sinflarga oid originallarga qo'llanma olishidir. Adekvatlik – berilgan xossalarni berilgan xatolikdan kam xatolikda aks ettirish qobiliyati. Aniqlik – real original parametrlarini modelda hisoblangan parametrlar bilan yaqinlik darajasi. Aniqlik va tejamkorlik o'zaro zid talablardir. Tejamkorlikka (modelga sarf bo'lgan resurslarni kamaytirishga) originaldagi ikkinchi darajali xossalarni hisobga olmaslik orqali erishiladi, ammo bu aniqlikning kamayishiga olib keladi [7].

### **13.2. Intellektual robototexnik tizumlarning tarixiy tahlili**

Sun'iy intellekt sohasiga quyidagilar kiradi: Robototexnika masalalari, teoremlarni isbotlash, robotlarni boshqarish, tasvirlarni bilib olish. Mashina yordamida tarjima qilish va tabiiy tildagi tekstlarni tushnish, yoki dasturlari mashina yordamida ijod qilish (muzikani, she'rni va matnlarni sintez qilish ekspert sistema).

Teoremlarni isbotlash: Sun'iy intellektni asosiy masalalaridan biridir, bu masalani yechishda turli hil gipotezalardan deduktiv metodlardan foydalaniladi. 1954 yilda A.N'yuell olim shaxmat o'yini uchun programma tuzishni maqsad qildi va 1956 yilda IPL programmalash tilini yaratdi. Dj. SHou G. Saymon bilan birgalikda . LiSP tilini birinchi versiyasi va bu til yordamida simvoli informatsiya bilan ishlash mumkin.

1956 yilda teoremlarni isbotlash uchun LT programmasi yaratildi. Sun'iy intellekt masalalarini yechish uchun quyidagi tillar yaratilgan: 1) LiSP 1960 yilda PROLOG (1975-1979) tillari misol bo'la oladi.

Tasvirlarni bilib olish P.Ujton birinchi bo'lib bu sohada ishlagan. 1980 yil turli hil ob'ektlarni ochish va ularni sinflash jarayonlarni avtomatlashtirgan. Lekin murakkab tasvirlarni bilib olish masalasini yecha olmagan. Sun'iy intellekt sohasida yana asosiy bo'lib ekspert sistemalar hisoblanadi, bular avtomatik maslahat beruvchi sistemalaridir.

Ekspert sistemalariga misollar:

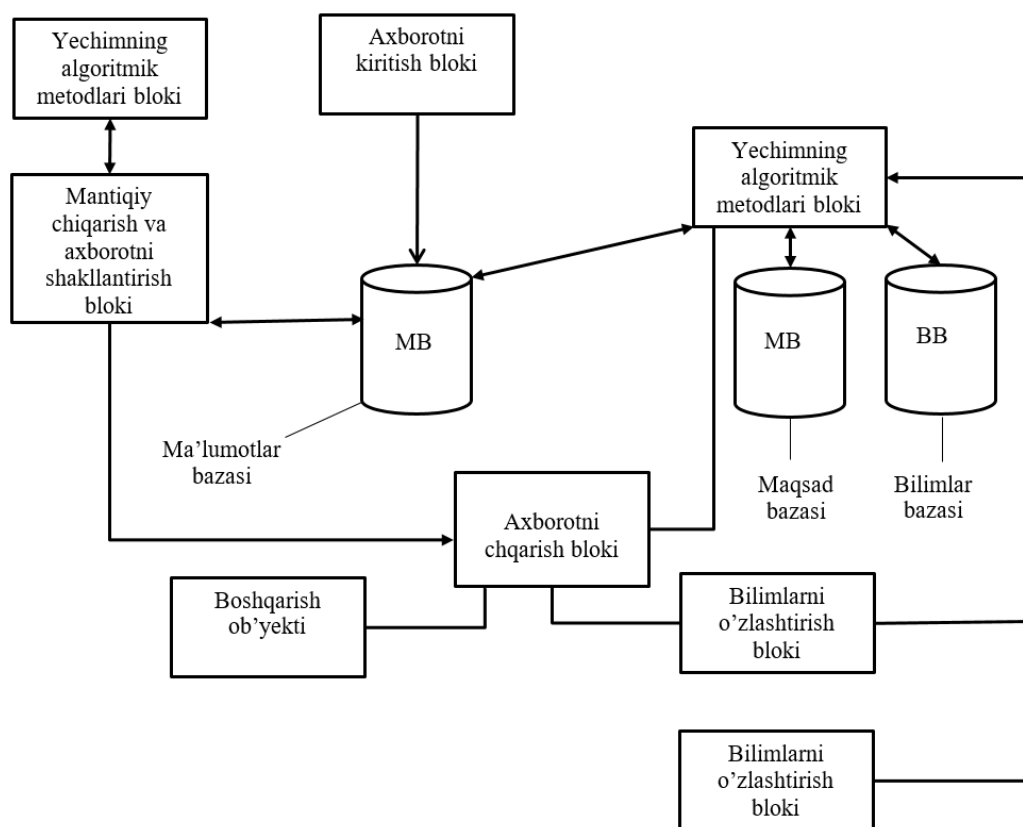
- DENDRAL (1960 yil Stenford universitetida yaratilgan) MYC IN (7) infeksiyon kasalliklarni tashxiz qilish mumkin;
- PROSPECTOR (1977-1983) foydali qazilmalarni topish uchun ishlatiladi.

Mashina yordamida tarjima: 1954 yil AQSH da EXM yordamida 60 ta so'z tarjima qilingan. Hozirgi vaqtda bunga e'tibor katta masalan rus tilini ingliz tiliga aylantirish. 1971 yilda T.Vinograd degan olim tomonidan mashxur SHRDLU programmalar yaratilgan.

1974 yilda Shaxmat programmalar chempionati o'tkazilgan unda Rossiyaning Kaissa programmasi birinchi o'rin olgan. Mashina yordamida ijod 1954 yilda Amerika tadqiqotchilari Menloz va Gutman birinchi bo'lib muzika yaratish bo'yicha programma yaratgan.

1954 yil Rossiya matematigi R. Zaripov mashina yordamida muzika yarata boshlagan.

Intellektual robototexnik sistemaning struktura sxemasi 13.5-rasmda keltirilgan.



**13.5-rasm. Intellektual robototexnik tizimning struktura sxemasi**  
 Intellektual robototexnik sistema quyidagi qismlardan iborat:

- Informatiyani kiritish bloki;
- Mantiqiy chiqarish bloki;
- Ma`lumotlar bazasi (MB);
- Bilimlar bazasi (BB);
- Maqsadlar bazasi(MB);
- Algoritmlik yechimlar metodlar bloki;
- Bilimlarni o`zlashtirish bloki;
- Yechimlarni tushuntirish bloki;
- Informatiyani chiqarish bloki;
- Boshqarish ob`yekti.

**Informatiyani kiritish bloki** raqamli ma`lumotlarni, matnlarni, ovozni va tasvirlarni kiritish uchun xizmat qiladi. Informatiya sistemaning kirishiga yechilayotgan masalaga qarab, foydalanuvchidan, tashqi muhitdan va boshqarish ob`yektidan bo`lishi mumkin. Keyin kirish informatiyasi **mantiqiy chiqarish bloki**ga uzatiladi yoki to`g`ridan to`g`ri ma`lumotlar bazasiga (MB) uzatilishi

mumkin. Predmet sohasining ob`yekti bo'yicha iformasiya simvollar yoki raqamlar ko'rinishida bo'ladi.

**Mantiqiy chiqarish va boshqarish informasiyasini shakllantirish blogi** intellektual sistemaning aniqmas formallashtirilgan masalalarini yechimini izlashni ta'minlaydi va harakatlarni rejalashtirishni va foydalanuvchi yoki boshqarish ob`yekti uchun boshqarish informasiyani shakllantirishni amalga oshiradi. Bunda ma'lumotlar bazasi(MB), bilimlar bazasi (BB), maqsadlar bazasi (MaB) va yechimlarning algoritmik metodlari bazasi (YeAMB) asos bo'ladi.

**Ma'lumotlar bazasi** – predmet sohasi ob`yekti bo'yicha barcha ma'lumotlar to'plamidir.

**Bilimlar bazasi** – bilimlar yig'indisi bo'lib, o'z ichiga, masalan produksion qoidalar sistemasini, predmet sohasining qonuniyatlarini oladi.

**Maqsadlar bazasi** – sistemaning lokal maqsadlar to'plami bo'lib, global maqsadga erishish uchun konkret momentda va konkret situatsiyada aktivlashtirilgan bilimlar yig'indisidir.

**Algoritmik yechimlar metodlari blogi** – predmet sohasi bo'yicha masalalar yechish dasturiy modullarini o'z ichiga oladi.

**Bilimlarni o'zlashtirish blogi** – dinamik bilimlarni tahlil qilishni amalga oshiradi va ularni o'zlashtirish va ma'lumotlar bazasida saqlashni amalga oshiradi.

**Yechimlarni tushuntirish blogi** – foydalanuvchiga joriy natijani olish uchun mantiqiy chiqarish ketma-ketligini shakllantirib beradi.

**Informasiyani chiqarish blogi** – ma'lumotlarni, matnlarni , ovozni, tasvirlarni va boshqa mantiqiy chiqarish natijalarini foydalanuvchiga yo/yoki boshqarish ob`yektiga (BO) chiqarishni amalga oshiradi.

**Teskari aloqa konturi** - intellektual sistemaning moslashuvchanlik xususiyatini shakllantirishni amalga oshiradi.

Loyihalash jarayonida bilimlar bo'yicha ekspertlar va muxandislar bilimlar bazasini va maqsadlar bazasini to'ldiradilar, dasturchilar esa algoritmik yechim metodlari dasturlarini ishlab chiqadilar.

Ma`lumotlar bazasi odatda intellektual sistemani ekspluatasiya qilish jarayonida yaratiladi va to'ldiriladi.

Robot texnikasi muhandisining asosiy faoliyati – robot texnikasi komplekslari va ular asosida texnologiyalarni yaratish ekan, bu faoliyat hozirgi zamonda kompyuterlar asosida, avtomatlashgan ish o'rinlari, avtomatlashgan loyihalash sistemalari asosida amalga oshiriladi. Bunda asosiy faoliyat modellashtirish va modellashtirish asosida yangi yechimlar topishdir.

Modellashtirishda, loyihalashda asosan uch turdagi masalaga duch kelinadi: model shakllantirish, model analizi, model asosida sintez. Bunda loyihalashning qaysi bosqichida ish olib borilayotganiga qarab originalning strukturasi, rejimi (maromi, holati), ishlashi (funktsiyasi), undagi yo'ni yaratishdagi texnologik jarayon, konstruktsiyasi yoki bularning baravariga bir nechtasi tadqiqotchi-loyihalovchining diqqat markazida bo'lishi mumkin. Shular bilan bir qatorda bu masalalarni yechishdan oldin loyihalash sistemasining yoki intellektual robotning xotirasida fan sohasining modeli (nazariyasi) bo'lishi lozimdir. Shuning uchun modellashtirish asosida texnika sistemalari yaratish va ularni takomillashtirishga oid masalalar sinflarini 13.1-jadvalda keltirilganidek sanab o'tish mumkin.

13.1-jadval.

#### Masalalar sinflanishi

Masala turi	Modellashtirish aspekti (nuqtay nazar)						
	struktura	marom	ishlash	texnologiya	konstruktsiya	birgalikda qaraladigan aspektlar	predmet sohasi
Model tuzish	1	2	3	4	5	6	7
Analiz	8	9	10	11	12	13	14
Sintez	15	16	17	18	19	20	21

Strukturaviy modellar (1) robot texnikasi sistemasi, uni ish maromining, ishlashining, texnologiyaning, konstruktsiyalarning, yoki predmet sohasining tashkil etuvchilari (elementlari) va ular orasidagi bog'lanishlarni aks ettiradi.

Bularga manipulyatorning kinematik sxemasi, boshqaruv algoritmining sxemasi va shunga o'xshashlar misol bo'la oladi. Loyihalashda strukturaviy sintez masalalari (15) strukturaviy analiz masalalariga (8) nisbatan ko'proq qo'llaniladi.

Marom modellari (2) ga robot ijro qurilmalarining kinematikasi va dinamikasi modellari, maromni analizi (9) va sintezi (16) masalalariga to'g'ri va teskari kinematika va dinamika masalalari misol bo'la oladi. Bunday modellarga elektr va mexanik sistemalarning o'rnashgan (ruscha-statsionar) va o'tkinchi jarayon (ruscha-perexodnoy protsess) modellari ham misol bo'la oladi.

Ishlashga oid modellar (3) sintez (17) masalasiga nisbatan analiz (10) masalasini yechishda kengroq qo'llaniladi. Bularga boshqarishning modellari, mantiqiy modellar, imitatsion (taqlidiy) modellar misol bo'la oladi. Imitatsion model o'rganilayotgan vaziyatni yuzaga keltiruvchi sun'iy sharoitlarda, tabiiy yoki tezlashgan vaqt masshtabida tadqiq etishga imkon beruvchi sistemadir.

Robot texnikasi sohasida texnologiyaga oid modellar tuzish (4), texnologiyani analizi (11) va sintezi (18) masalalari eng ko'p duch kelinadigan masalalardir. Bu yerda texnologiya informatsion, moddiy, energetik texnologiya ma'nosida qaraladi. Texnologiyani aks ettiruvchi modellarga nafaqat robot ish bajaradigan ishlab chiqarish jarayonlarining modellari, va ularni ishlab chiqarish modellari, balki robot va robot texnikasini boshqarishdagi hamda ularni loyihalashdagi informatsion texnologiyalarni aks ettiruvchi modellar ham kiradi. Informatsion texnologiya modellarining eng ko'p uchraydigan turlari tahlillash va sintezlash programmalarini bo'lsa, informatsion – energetik texnologiya modelining tipik turi – boshqaruv va nazorat programmasidir.

Konstruktsiya modelini tuzish (5), uning analizi (12) va sintezi (19) masalalari ko'pincha avvalgi masalalardan farqli yondoshishlarni, tayyor programma va jadvallardan, mashina grafikasidan, ixtirochilik ko'nikmalaridan foydalanishni taqozo etadi.

Umuman olganda har bir modelda ma'lum darajada hisobga olingan aspekt (nuqtai nazar) dan tashqari boshqa aspektlar bo'yicha ham ma'lumot bo'ladi. Agar ikki-uch aspekt bo'yicha modelda yetarli ma'lumot bo'lsa, unda bu aspektlarni

o'zaro uyg'unlashtirish imkoni kengayadi. Lekin bu ko'pincha modellashning murakkablashishiga olib keladi. Bunday modellarga struktura-marom, struktura-funktsiya modellari misol bo'la oladi. Birgalikda qaraladigan aspektlar bo'yicha model tuzish (6) ular asosida analiz (13) va sintez (20) masalalarini yechishga intilish modellash nazariyasida yangi yo'nalishlardir.

Ko'rib o'tilgan masalalar asosan originalni yoki predmet sohasini modellashga oid bo'lsa, originallar sinfi va predmet sohasi uchun umumiy xossalar haqida ma'lumotlar, umumiy bilimlar fan sohasining modelida (nazariyasida) tarkib topgan bo'ladi. Har qanday original va predmet sohasining modelini tuzishda ular mansub bo'lgan fan sohasini avvalo tasavvur qilmoq, shu predmet sohasiga nisbatan model vazifasini bajarishi mumkin bo'lgan boshqa predmet sohaslarini bilmoq lozimdir. Bu esa predmet sohasini modelini tuzish (7), uni analizi (14) va sintezi (21) muammolarini o'rtaga qo'ydi. Bunday muammolar bilan model tuzish, avtomatlashgan loyihalash sistemalari va intellektual robotlar yaratishga kirishgan olim va muhandislar shug'ullanadilar.

Jadvalda keltirilgan masalalar chapdan o'ngga va tepadan pastga qarab murakkablashib boradilar. Unda 1-masala eng osoni bo'lsa, 21-masala eng qiyinidir. Robot texnikasi sohasidagi muhandis yo olimning ilmiy yetuklik darajasi shu masalalarning qancha qismini yecha olishga tayyorligi bilan belgilanadi [5].

### **13.3. Robototexnikada intellektual masalalar va intellektual model.**

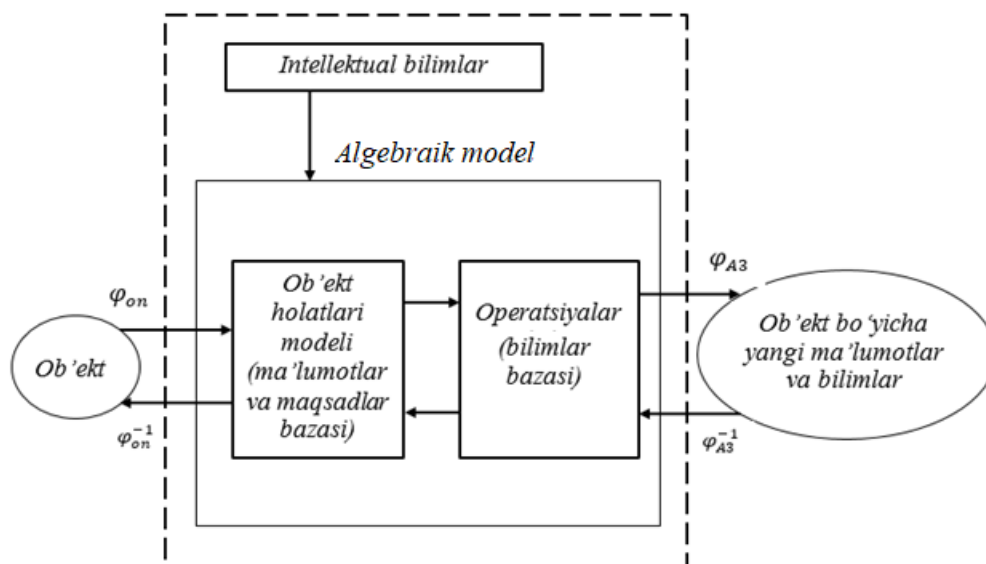
Intellektual masalalarda biror masalaning yechish algoritmi sxemasi bo'lmaydi. Ammo bilimlar bazasida yechim algoritmlari bo'lishi mumkin va masalani yechish jarayonida ulardan foydalanish mumkin. NoIntellektual (elementar) masalalarda masalani yechish algoritmi sxemasi bo'ladi. Masalan: Intellektual masalani quyidagicha yozish mumkin:

$$IM = \langle M_m, M_b, \Omega, \rho \rangle \quad (13.1)$$

bu yerda  $M_m$  – ob'yektning maqsadli holatlari modeli,  $M_b$  – ob'yektning boshlang'ich holatlari modeli,  $\Omega$  – masalani yechish uchun ishlatiladigan operatsiyalar to'plami,  $\rho$  – masala rejasi (algoritm, programma, yechim sxemasi)

$M_m$  va  $M_b$  berilishiga qarab intellektual masalalar bir satxli va ikki satxli bo'lishi mumkin. Bir satxli masalalarda  $M_m$  yoki  $M_b$  ma'lum bo'ladi. 2 satxli masalalarda  $M_m$  va  $M_b$  ikkalasi ma'lum bo'ladi.

Intellektual modelning tashkiliy qismlari 13.6 rasmda keltirilgan.



**13.6-rasm. Intellektual modelning tashkiliy qismlari.**

Zamonaviy robototexnikaning nazariy asoslari 1960-yilda yaratildi, ammo zaruriy texnologiyalar, materiallar, xisoblash sistemalarining resurslari etarli bo'lmaganidan ularni amalga oshirish imkoniyati bo'lmaydi.

“Robotiks” (robototexnika) terminini yozuvchi Ayzek Azimov taklif qildi va birinchi bo'lib, robototexnikaning uch qonunini yaratdi:

- 1) robot insonga zarar etkazishi mumkin emas yoki insonga ziyon etkazishiga yo'l qo'ymasligi kerak;
- 2) robot inson komandalariga bo'ysunishi kerak, agar bu komandalar birinchi qonunga qarshi bo'lmasa;
- 3) robot o'zining xavfsizligini ta'minlashi zarur, agar bu birinchi va ikkinchi qonunga qarshi bo'lmasa.

Ayzek Azimovning bu uch qonuni hozirgi kungacha robotlarni loyihalashda va yaratishda ishlatilmoqda.



## Sanoat robotlari

Sanoat robotlari deb, ishlab chiqarish jarayonida odam harakatlariga o'xshash funksiyalarni bajaradigan qayta programmalanadigan avtomatik mashinaga aytiladi. Robotlar o'tgan asrning 70-yillaridan boshlab, ishlab chiqarish sohasida keng qo'llanila boshlandi. Ishlab chiqarish sohasida programmali boshqarish sistematik avtomatik boshqariladigan sanoat robotlari ishlatildi [4].

Transport operasialarni, nuqtali va yoyli payvandlash va bo'yashni, yig'ishni amalga oshiradigan robotlar pozision va konturli boshqarishli bo'ladi.

Adaptasiya elementlarini sanoat robotlarida ishlatish robotlarning funksional imkoniyatlarini oshirdi, bunda robotlarda tashqi informasiya datchiklari qo'llaniladi. Ularga sun'iy ko'z sistemalari, lokasiya sensorlar va kuch-moment sensorlari kiradi, ular robotlarning sezuvchanlik qobiliyatini hosil qilish imkoniyatini beradi.

Hozirgi vaqtda KIKA, PUMA, AVV, STAUBLI, MOTOMAH, ADEPT, FANUK va boshqa firmalar payvandlash, bo'yash, shlifovka, taxlash va boshqa operasialarni bajaruvchi sanoat robotlarini ishlab chiqarmoqda.

Robototexnika sohasi tez ko'lamda rivojlanmoqda, yangi keng funksional imkoniyatlarga ega bo'lgan robotlar yaratilmoqda.

Dunyo miqyosida Yaponiya robotlarni soni va sifatleri bo'yicha birinchi o'rinni egallaydi.

Ayniqsa adaptiv va intellektual robotlarning turli xillari yaratilmoqda.

Hozirgi vaqtda intellektual robototexnik sistemalarni yaratish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bunda quyidagilarga e'tibor berilmoqda:

- predmet sohasida bilimlarni aks ettirish modellari;
- noaniqlik sharoitida echimni tanlash va qabul qilish;
- robototexnik sistemalar va komplekslarda muhim hisoblangan kirish informasiya bo'lgan tasvirlarni qayta ishlash;
- EHMLari bilan tabiiy tilda muloqot.

Robot texnikasi sohasida qo'llaniladigan modellarni quyidagi belgilar asosida sinflarga bo'lish mumkin: modellash sathi, aks etgan nuqtai nazar

(aspekti), modellash turiga oidligi, model turi, moddiylik darajasi, asosiy aks etgan bilim darajasi, predmet sohasining quvvati (13.7-rasm).

Modellash mikro-, makro va meta - sathlarda amalga oshirilishi mumkin. Bu modellash sathlari originalning asosiy xossalari, qaysi kattaliklar originalni tashkil etuvchilarning makonda va zamonda qanday qismlariga (yoki faoliyat davrlariga) tegishli ekani bilan farqlanadi.

Mikromodellarga maydon nazariyasida qo'llaniladigan modellar, shu jumladan, xususiy hosilali differentsial tenglamalar sistemalari misol bo'la oladi. Bunday modellarda o'zgaruvchilar maydon nuqtalarini xarakterlovchi skalyar va vektor kattaliklarni (masalan, nuqta potentsiali, nuqtada tok zichligi vektori va sh.u.)ni aks ettiradilar.

Makromodellarga zanjirlar nazariyasida qo'llaniladigan modellar, jumladan oddiy differentsial tenglamalar sistemalari, matritsaviy tenglamalar misol bo'la oladi. Bunday modellarda o'zgaruvchilar ma'lum makon va zamon qismi uchun o'rtacha integrallangan skalyar va vektor kattaliklarni aks ettiradilar (masalan, tok, kuchlanish, quvvat, kuch, moment, siljish, tezlik, tezlanish va sh.o'). Metamodellarga avtomatik boshqarish nazariyasida va ommaviy xizmat nazariyasida qo'llaniladigan modellar misol bo'la oladi.

Robot texnikasi muxandislari faoliyatida ko'pincha makro- va metamodellar qo'llaniladi. Modellar originallarning ularda aks etgan tomoni (aspekti) bo'yicha struktura, marom (rejim), ishlashi (funktsionrovaniye), texnologiya, tuzilma uchun yoki bularning bir nechtasi (masalan, struktura va marom, struktura va ish struktura, marom va ish uchun) uchun yoki originallarning sinflaridan tarkib topgan predmet sohasi uchun tuzilgan modellarga bo'linadilar. Predmet sohasining modelida bir sinfli originallar uchun umumiy xossalar umumiy tarzda aks etgan bo'lsa, originalning modelida shu originalga oid umumiy xossalar originalga tadbiquan xususiy tarzda aks etadi.

Modellashning ikki turi mavjud bo'lib, bular matematikaviy va fizikaviy modellashdir.

Matematikaviy modellash – matematik model tuzishga asoslangan bilish uslubidir. Matematik model – matematik ifodalar (sonlar, simvollar, to‘plamlar va sh.o‘.) va ular orasidagi bog‘lanishlar yoki shu ifodalar va bog‘lanishlarni o‘zida mujassamlantirgan sistema bo‘lib, originalning asosiy xossalarini aks ettiradi.

Fizikaviy modellash – fizikaviy model, model – analog yoki yarimnaturaviy model tuzishga asoslangan bilish uslubidir. Fizikaviy model original bilan fizikaviy mohiyati bo‘yicha bir xilligi bilan xarakterlanadi. Bunga misol butunittifoq elektr sistemasining laboratoriyasida ko‘rilgan elektrodinamik modelidir.

Predmet sohasining tili darajasi (tilidagi) tili modeli  $Tps$  uning tilida ifodalangan ramzlar va asosiy formulalar to‘plamidan iboratdir, ya‘ni:

$$Tps = \langle A; Srf, F, Ax \rangle \quad (13.2)$$

Bu yerda  $A$  – alfavit,  $Srf = \langle Sr, Sf \rangle$  ramzlar va formulalar sintaksis qoidalar bo‘lib,  $\langle A, Srf \rangle$  – predmet sohasining tilidir;  $P$  – ramzlar to‘plami,  $Ax$  – predmet sohasi uchun ma‘noga ega asosiy formulalar (gaplar, sxemalar) to‘plami.

$Ax$  – predmet sohasi orginallari holatlarini aks ettiruvchi qonunlarni umumiy holda ifodalaydi. Bu ifodalar  $\langle A; Srf \rangle$  tilida tuzilgan formulalar to‘planning bir-biridan kelib chiqarmaydigan va mazkur predmet sohasi uchun ma‘noga ega bo‘lgan qismidir. Bunday formulalar to‘plamini aksiomalar deyiladi.

Shuni aytish kerakki har til (tabiiy, sun‘iy formal)  $\langle A; Srf \rangle$  tarzida berilishi mumkin. Tabiiy tilning va predmet sohasining til darajasidagi modelning sun‘y va formal tillardan farqi shundaki, undagi ramzlar va ramzlardan tuzilgan formulalar predmet sohasidagi predmetlarni (shu jumladan, holatlar, ish-harakatlar, bog‘lanishlar mohiyatini) bildiradilar va shu bois ma‘noga egadirlar.

Originalning predmet sohasi tildagi modeli

$$T^{or} = \langle P^{or}, Ax^{or} \rangle \quad (13.3.)$$

shaklida ifodalanadi.

Bu yerda  $P^{or}$  – originalning ramzlari,  $P^{or} \leq Ax$  – originalning holat modele bo‘lib, uning asosiy xossalari mohiyatini ifodalovchi formulalar to‘plami, ya’ni predmet sohasiga oid formulalar (gaplar, sxemalar) to‘planning qismidir. (13.3.) ni tuzishda predmet sohasining tili  $T = \langle A; Srf \rangle$  dan foydalaniladi. Programmash tillarida tuzilgan programma majmualari predmet sohasining tilidagi modellardir, programmash tizimlari esa modellash tizimlaridir [5].

(13.2) va (13.3) fan sohasiga yoki fan sohasining bo‘limiga tegishli bo‘lganda, aksiomalar to‘plami  $Ax$  odatda ayniyatlardan tashkil topgan bo‘ladi. Bu xilda til darajasidagi model muayyan fan sohasining (masalan, robot texnikasining) yoki uning biror bo‘limining nazariyasi deb qaraladi (3-rasm). Bunda nazariya ayniyatlar va asosiy qonunlar to‘plamini o‘z ichiga olgan, ma’noga ega bo‘lgan soha ramzlari to‘plami asosida sintaksis nuqtai nazaridan to‘g‘ri tuzilgan formulalar to‘plamidan iborat bo‘ladi.

Originalning cheklangan tabiiy tildagi modelini tuzish va uning ob’ektlari, mohiyatlari va bog‘lanishlari ramzlari to‘plamlarini aniqlash.

1- qadam: Original uchun cheklangan tabiiy tildagi gaplar or (yoki formulalar) to‘plami  $Ax$  shakllantiriladi. Buning uchun berilgan chizma, sxema va tekstdagi ma’lumot undagi elementar (tanlangan bog‘lovchilarsiz yozilgan) gaplar (formulalar) iloji boricha bir qolipli, bir fe’l-kesimli bir xil zamonda yoki harakat nomi shaklida ifodalangan darak yoki buyruq gaplar (formulalar) holida keltiriladi, qo‘shma gaplar (murakkab formulalar) shunday elementar gaplardan (formulalardan) “va”, “yoki”, “yo-yo”, “demak”, “oqibat”, “emas” kabi bog‘lovchilar (yoki matematik belgilar: , ? , ? , > , = , -- > ) bilan

bog‘langan cheklangan tabiiy tilning qo‘shma gaplari (yoki ularga teng kuchli matematik ifodalar) ko‘rinishiga keltiriladi va ishlatilgan “boglovchilar” to‘plami  $Rb$  tuziladi. Bunda ayrim ortiqcha informatsiya kirituvchi so‘zlarni tashlab yuborish, yoki tekst ma’nosidan kelib chiqib qo‘shimcha so‘z yo gaplar qo‘shish mumkin. Asosiy mezon: tekstdagi har bir so‘z va ramz bir xil ma’no anglatib tuzilgan gaplar to‘plami (formulalar) boshlang‘ich ma’lumot va bilimlarga ma’no jihatidan teng kuchli bo‘lishi shart.

Bu yerda elementar gap (formula) tushunchasi nisbiydir. Elementar gap (formula) sifatida tekstda modellovchi sub’ekt xohishi bo‘yicha tanlangan gaplarning bog‘lovchilarsiz tugal fikr anglatgan qismlari tushuniladi. Bularga ona tilidagi sodda gaplar va uyushiq bo‘lakli qo‘shma gaplar ham kiradi. Unda bir necha gaplar tinish belgilari orqali bog‘langan bulishi mumkin, lekin  $Rb$  to‘plamiga kirgan bog‘lovchilar bo‘lmasligi lozim.

2- qadam: Yangi tekstda qatnashgan elementar gaplar (formulalar) va qo‘shma gaplar tarkibidagi elementar gaplar to‘plami grammatik tuzilishi va ma’nosi yaqinligi buyicha guruhlarga (kesishmaydigan to‘plamlarga) ajratiladi.

3- qadam: Har bir guruhdagi elementar gaplar (formulalar) o‘zaro solishtirilib guruh uchun o‘zgarmas qismlar ajratiladi va bu qismlardan mohiyatlar ramzlari to‘plami  $Rm$  tuziladi. Xsusiy hollarda guruhdagi gaplar faqat o‘zgaruvchan qismlardan tashkil topgan bo‘lsa, bunday gaplar uchun qo‘shimcha mohiyat ramzi tanlanadi yoki bunday gaplar “mohiyat ramzi yo‘q formula” deb hisoblanadi.

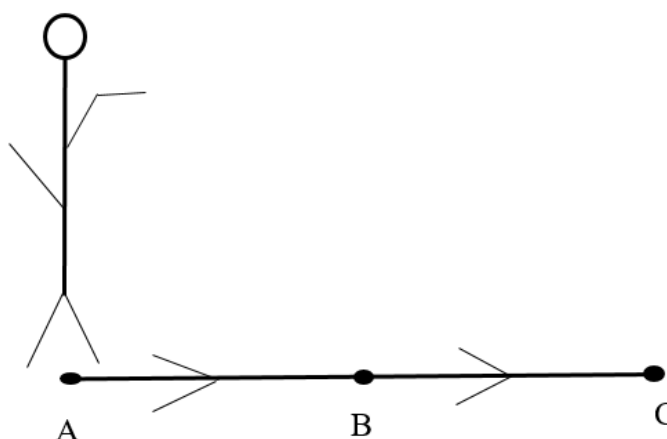
4- qadam: Har bir guruhdagi elementar gaplarning (formulalarning) o‘zgarmas qismlaridan qolgan qismlaridan ob’ekt ramzlari to‘plami  $Ro$  tuziladi.

Quyida original haqida berilgan tekstlar va sxemalar asosida cheklangan tabiiy tilda model tuzishga oid misollar keltirilgan.

### **1 – misol. Berilgan tekst:**

Robot A punktda turibdi. Robot yuklanmagan. Robot A punktda turganda agar A punktdan B punktga yo‘l bo‘lsa, B punktga boradi. Robot B punktda

turganda agar B punktdan C punktga yo‘l bor bo‘lsa u C punktga boradi (13.8 – rasm).



13.7-rasm. Robotning yo‘ldagi ko‘rinishi.

### Yechish:

1 – qadam.  $Ax^{or}$ : Robot A punktda turibdi.

Robot yuklangan emas.

Robot A punktda tursin va A punktdan B punktga yo‘l bor, oqibat robot B punktda tursin.

Robot B punktda tursin va B punktdan C punktga yo‘l bor, oqibat robot C punktda tursin.

Bog‘lovchilar: -  $Rb^{or} = (oqibat, va, emas)$ .

### 2 – qadam.

1 – guruh:

Robot A punktda tursin,

Robot B punktda tursin,

Robot C punktda tursin.

2 – guruh:

Robot yuklangan emas

3 – guruh:

A punktdan B punktga yo‘l bor,

B punktdan C punktga yo‘l bor.

**3 – qadam.**

Mohiyatlar ramzlari:  $Rm^{or} = \{\text{Robot – punktda tursin,}$

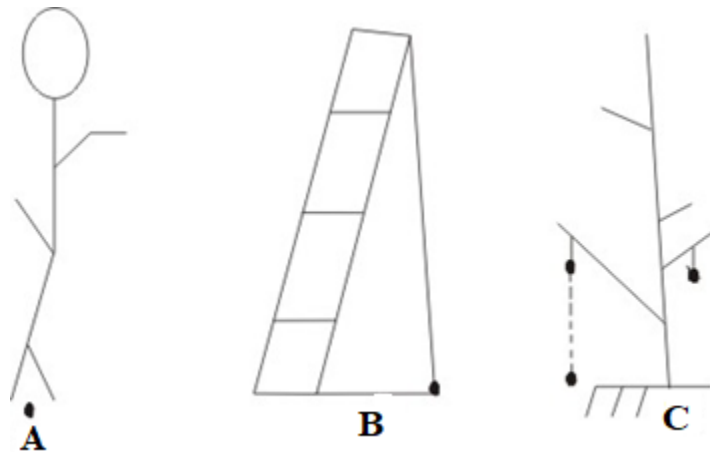
$\text{Robot yuklangan, – punktdan – punktga yo‘l bor}\}$

**4 – qadam.**

Ob’ektlar ramzlari (terminlar):  $Rb^{or} = (A, B, C)$ .

**2 – misol.** Berilgan tekst:

Robot A nuqtada yerda turibdi. Narvon yerda B nuqtada turibdi. Olma yerdagi C nuqta ustida narvon balandligida osilib turibdi. Robotning qo‘lida olma yo‘q. Robot A nuqtadan B nuqtaga o‘ta oladi, narvonni C nuqtaga surib olib bora oladi, narvon ustiga chiqa oladi. Robot C nuqtadagi narvon ustida bo‘lganda olmani uzib ola oladi (13.8 – rasm).



**13.8 – rasm. Robot va olma holati. A, B, C**

**Yechish:**

**1- qadam.**  $Ax^{or}$ : A nuqtada turibdi.

Narvon B nuqtada turibdi.

Olma C nuqta ustida narvon balandligida.

Robotning qo‘lida olma bor emas.

Robot A nuqtada turibdi oqibat

Robot B nuqtada turibdi.

Robot B nuqtada turibdi va

Narvon B nuqtada turibdi oqibat

Robot C nuqtada turibdi va

Narvon C nuqtada turibdi.

Robot C nuqtada turibdi va

Narvon C nuqtada turibdi oqibat

Robot narvon ustida va

Narvon C nuqtada turibdi.

Robot narvon ustida va

Narvon C nuqtada turibdi va

Robotning qo'lida olma bor emas oqibat

Robot narvon ustida va

Narvon C nuqtada turibdi va

Robot qo'lida olma bor.

$Rb^{or} = \{oqibat, va, emas\}$ .

Bu misolda  $Ax$  da qatnashgan elementar gaplardagi fe'l – kesim hozirgi zamon fe'li shaklida, gaplar esa darak gap shaklida berilgan.

**2 – qadam.**

1- guruh:

Robot A nuqtada turibdi.

Robot B nuqtada turibdi.

Robot C nuqtada turibdi.

Narvon B nuqtada turibdi.

Narvon C nuqtada turibdi.

2 – guruh:

Olma C nuqta ustida narvon balandligida

3 – guruh:



Robotning qo'lida olma bor

4 – guruh:

Robot narvon ustida

**3 – qadam.**

$Rm^{or} = \{ \text{ - nuqtada turibdi,}$

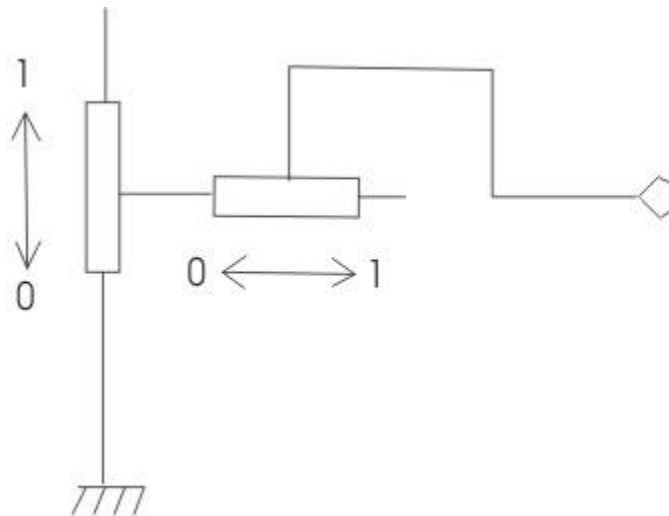
Olma S nuqta ustida narvon balandligida,

Robotning qo'lida olma bor, Robot narvon ustida  $\}$ .

**4 – qadam.**

$Ro^{or} = \{a, b, c, \text{Robot, Narvon}\}$ .

**3-misol.** Berilgan: 13.9 – rasmda – siklli boshqariladigan manipulyatorning kinematik sxemasi keltirilgan. Boshlang'ich holda ishchi a'zo gorizontal o'q bo'yicha chapda, vertikal o'q bo'yicha pastda; manipulyatorning ishchi a'zosi o'qlar bo'ylab 0 holatdan 1 va 1 holatdan 0 holatiga o'ta oladi.



**13.9 – rasm. Manipulyatorning kinematik sxemasi.**

**Yechish:**

**1 – qadam.**

Berilgan ma'lumot quyidagi gaplar to'plamiga teng kuchlidir.

**Ax:** Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizontal o'q bo'ylab 0 holatda tursin

va manipulyatorning ishchi a'zosi vertikal o'q bo'ylab 0 holatda tursin. Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizontal o'q bo'ylab 0 holatda tursin oqibatda

manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 1 holatda tursin.  
 Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 1 holatda tursin oqibatda  
 manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 0 holatda tursin.  
 Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 0 holatda tursin oqibatda  
 manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 1 holatda tursin.  
 Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 1 holatda tursin oqibatda  
 manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 0 holatda tursin.

$$Rb^{or} = (oqibat, va)$$

Bu yerda  $Ax$  dagi elementar gaplar buyruq gap shaklida berilgan.

## 2-qadam.

1 – guruh:

Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 0 holatda tursin.  
 Manipulyatorning ishchi a'zosi gorizental o'q bo'ylab 1 holatda tursin.  
 Manipulyatorning ishchi a'zosi vertical o'q bo'ylab 0 holatda tursin.  
 Manipulyatorning ishchi a'zosi vertical o'q bo'ylab 1 holatda tursin.

## 3 – qadam.

$Rm^{or} = Rm^{or} = \{\text{Manipulyatorning ishchi a'zosi} - \text{o'q bo'ylab} - \text{holatda tursin}\}.$

## 4-qadam.

$$\{Ro^{or} = \text{gorizental, vertikal, 0, 1}\}$$

Ko'rib o'tilgan misollada  $Rm^{or}$  va  $Ro^{or}$  ning tarkibi  $Ax$  gaplarini (formulalarini) ikkinchi qadamda qanday guruhlarga bo'lishga juda ham bog'liq.

### 13.4. Intellektual robototexnik tizimni qurishning asosiy yo'nalishlari

Intellektual robototexnik tizimni (IRT) qurishning turli yo'llari mavjud, ularga quyidagilar kiradi;

- 1) mantiqiy usul;

- 2) strukturaviy usul;
- 3) evolyusion usul;
- 4) imitasion usul.

*Mantiqiy usul:* Bu usulning asosini Bul algebrasi tashkil etadi. Bul algebrasining rivojlanishi natijasida predikatlar hisobi olindi. Predikatlar hisobida. quyidagi predmet simvollari kritildi: Mavjudlik kvantorlari. umman olganda amaliy jixatdan xar bir mantiqiy prinsipda ko'rilgan IRT ni teoremlarni isbotlash mashinasi deb qabul qilish mumkin.

Bunda boshlang'ich ma'lumotlar, ma'lumotlar bazasida aksiomalar sifatida saqlanadi va ular ustida mantiqiy chiqarish qoidalari ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda noaniq mantiq IRT larda qo'llanilmoqda ularning asosiy farqli tomoni 1 va 0 dan tashqari 0.5, 0.75, 0,25 lar ham ishlatiladi. Ko'p mantiq metodlarida juda ko'p variantlarni tanlash uchun ko'p vaqt ketadi shuning uchun bu usul effektiv hisoblash jarayonini talab qiladi va bunda ma'lumotlar bazasining o'lchamlari nisbatan katta bo'lmaydi.

*Strukturaviy usul:* Bu usul bo'yicha IRT ni qurishda inson ongi strukturasi modellash tirish yo'li ishlatiladi. Bu usulga misol sifatida Frenk Rozeblatt perseptronini keltirish mumkin. Perseptronlarda asosiy modellash tiriladigan strukturaviy birlik sifatida neyron ishlatiladi. Hozirgi vaqtda ularni «neyron to'rlari» termini bilan ifodalanadi. Bu modellarda ayrim neyronlarning tuzilishi, ular orasidagi topologik va o'rgatish algoritmlari ishlatiladi. Ma'lum neyron to'rlariga Xopfield to'rlari va stoxastik neyron to'rlari kiradi.

*Evolyusion usul:* IRT larni bu usulda qurishda asosan boshlang'ich modelni va qoidalarni qurishga e'tibor beriladi shuni takidlash lozimki modellar maxsus qoidalar bo'yicha o'zgarishi mumkin, model turli hil metodlar asosida tuzilishi mumkin, masalan neyron to'rlari va mantiqiy qoidalar. Bu usulda evolyusion modellar bo'lmaydi, lekin evolyusion o'rgatish algoritmlari mavjud bo'ladi.

*Imitasion usul:* Bu usul bo'yicha IRT ni qurish keng qo'llaniladi, bu usulda kibernetika sohasida klassik hisoblangan "qora yashik" "qora yashik" bazaviy tushunchasi ishlatiladi. Qora yashik qurilma, programmaviy model yoki

ma'lumotlar to'plami bo'lib ularning ichki strukturasi va mazmuni bo'yicha informatsiya bo'lmaydi. Ammo kirish va chiqish ma'lumotlari ma'lum bo'ladi. Bu usulda qora yashikning qanday ishlashi ham ahamiyatga ega emas. Shunday qilib bu usulda insonning nusxa olish qobiliyati modellashtiriladi. Imitasion usulning asosiy kamchiligi ko'p modellarning informatsion xususiyati past bo'ladi.

*Algoritmik modellar:* Algoritmik modellar algoritm tushunchasiga asoslangan. Algoritmning aniq ta'rif o'tgan asrning 30-yillarida paydo bo'ldi. Shu vaqtgacha algoritmning juda ko'p ekvivalent ta'riflari taklif qilindi. Programmalash amaliyotida algoritmlarni programmalashning algoritmik tillari yordamida amlalga oshirildi.

Turli blok-sxemalar ham ko'p qo'llanilardi, ular algoritmni qulay va tushunishga oson ko'rinishda ifoda etadi, bunda programmalash tillarining murakkab konstruksiyalarida foydalanilmaydi

Original uchun formal model

$$Fm^{or} = \langle R^{or}, Ax^{or}, K^{or} \rangle \quad (13.4)$$

tuzishda quyidagi tartibda ish qilinadi:

1) shu original mansub bo'lgan predmet sohasining formal modeli

$$FMps = \langle A; C, R, Ax, K \rangle \quad (13.5)$$

asos uchun qabul qilinadi;

2)  $R^{or}$  shakllantiriladi. Buning uchun predmet sohasi modeli ramzlari

to'plami  $R$  – dan mazkur originalga tegishli ramzlar to'plami  $R^{or}$  ajratib olinadi va uning ob'ektlar, mohiyat va bog'lanishlarga tegishlilari alohida ko'rsatib qo'yiladi:

$$R^{or} = \langle Ro^{or}, Rm^{or}, Rb^{or} \rangle$$

Bu yerda  $Ro^{or} = Ro, Rm^{or} = Rb^{or}$ . Xususiyl hollarda bu  $Ro^{or}, Rm^{or}, Rb^{or}$

lardan birortasi bo'sh to'plam bo'lishi ham mumkin;

3)  $Ax^{or}$  shakllantiriladi. Buning uchun  $Ax$  dan originalning xossalarini aks ettiruvchi formulalar, faktlar (qonunlar) ajratib olinadi va ular berilgan original uchun aniqlashtiriladi.  $Ax^{or}$  – ga  $Ax$  dan originalning mumkin bo‘lgan barcha xossalarini mohiyatini umumiy tarzda ifodalaydiganlari ham qo‘shib qo‘yiladi;

4) Kor shakllantiriladi. Buning uchun  $K$  to‘plamidan original uchun tadbiiq etilishi mumkin bo‘lgan barcha  $Ax$  ni o‘zgartirish qoidalari  $K^{or}$  to‘plamiga kiritiladi, to‘planning har bir qismi formal model tili  $\langle A, C \rangle$  asosida yoziladi.

Predmet sohasi uchun mavjud model turli originallarni modellashtirishda ishlatiladi. Predmet sohasi uchun formal modelni birinchi bor yaratishda quyidagi tartibda ish ko‘rish mumkin:

1. Modellanadigan predmet sohasining strukturasi tanlanadi. Predmet sohasidagi predmetlar umumiy holda sinfga tegishli bo‘lgani uchun uning qaysi qismlari aks ettirilishi lozimligini aniqlash lozim. Bunda hammasi bo‘lib 511 variantdan bittasini tanlashga to‘g‘ri keladi. Bunda barcha strukturalarni ularda ob’ektlar qatnashadigan va qatnashmaydigan sinflar guruhlariga bo‘lib har bir variantda xossa mohiyati munosabat, ish-harakat, boshqa predmetlar orqali berilganmi yoki ularning birgaligida berilganmi – yo‘qmi, predmet sohasi fan sohasimi yoki muayyan tizimmi, shunga alohida e‘tibor berib biror strukturada to‘xtash lozim. Bu bandni bajarishda predmet sohasi sifatida uning cheklangan tabiiy tildagi modelini asos qilib olish ham mumkin.

2. Alifbo  $A$  shakllantiriladi. Bunda modellashtirish qanday moddiy asosda amalga oshirilishi va qanday vazifa bajarishi hisobga olinadi. Agar model qo‘lda hisoblashlar va tushuntirish yoki yana qayta modellashtirish uchun xizmat qilsa shu maqsadda keng foydalaniladigan cheklangan tabiiy tildagi simvollar va literalar va geometrik belgilar  $A$  ga asos bo‘ladi. Agar model EHM asosida tadqiq etiladigan bo‘lsa, alifbo sifatida EHM klaviaturasidagi simvollaridan foydalaniladi.

3. Sintaksis qoidalari  $C$  shakllantiriladi. Bu qoidalar 1 va 2 banddagi mulohazalarga asoslangan holda ramzlar, formulalar va chiqarish qoidalari uchun alohida keltiriladi va  $S = \langle Sr, Sf, Sk \rangle$  tarzida shakllantiriladi. Xususiy hollarda  $Sr$  va  $Sk$  bo'sh to'plam bo'lishi ham mumkin.  $Sr$  qoidalari umumiy holda 3 qismdan iborat bo'lib  $Ro, Rm, Rb$  – to'plamlarini berishga xizmat qiladi.

Bu qoidalar 2 banddagi 1 hol uchun ixtiyoriy tarzda (tushuntirish uchun) qulay qilib ta'riflanadi. «-holda biror programmalash tili qabul qilinadi yoki yaratiladi (qayta ishlanadi) va unda  $Sr, Sf, Sk$  qismlar alohida tartibga solib qo'yiladi.

4. Ramzlar to'plami  $R = \langle Ro, Rm, Rb \rangle$  shakllantiriladi. Mazkur predmet sohasining barcha asosiy tushunchalari ular qatnashgan funktsiyalar  $R$  to'plamiga kiritiladi va  $Ro, Rm, Rb$  ga ajratiladi.  $Ro$  to'plamiga bir qolipli gaplarda o'zgarib turadigan qismlar – o'zgartiriladigan, almashtiriladigan, amallarda qatnashadigan ob'ektlarning ramzlari kiritiladi.  $Rm$ -ga mohiyat ramzlari, ya'ni bir qolipli gaplarning o'zgarmay qoladigan qismlari va standart protseduralar (operatorlar, komandalar) kiritiladi.  $Rb$ -ga alohida tanlab olingan (odatda 10 tadan oshmagan) bog'lovchilar kiritiladi.

5. Aksiomalar  $Ax$  shakllantiriladi. Predmet sohasi uchun asosiy faktlar, qonunlar va bilimlar mohiyati umumiy tarzda  $Ax$  tarkibiga kiritiladi.  $Ax$  tarkibiga kiritiladi.  $Ax$  ga kiruvchi formulalar  $Sf$  qoidalari asosida yozilib, biri ikkinchisidan kelib chiqmaydigan bo'lmog'i shartdir.  $Ax$ ga kiritiladigan formulalar sintaksis shakli nuqtai nazaridan undagi formulalar elementar mohiyatlarni aks ettiruvchi sabab oqibatli bog'lovchilarsiz yozilgan elementar formulalarga va murakkab mohiyatlarni aks ettiruvchi sabab oqibatli va boshqa bog'lovchilar orqali yozilgan

murakkab formulalarga bo‘linadi. Formal model soddaroq bo‘lishi uchun  $Ax$  da sodda mohiyatlarni ifodalovchi va sabab oqibatli bog‘lanishlar qatnashmagan formulalar keltirilib, murakkab mohiyatlarni ifodalovchi sabab-oqibatli bog‘lanishli formulalarni esa chiqarish qoidalariga aylantirish maqsadga muvofiqdir. Bunda predmet sohasining ayniyatlari (yozish uslubi bilan farq qiluvchi tengkuchli formulalar juftlari) ham  $Ax$  ga kiritilishi mumkin [5].

6. Chiqarish qoidalari  $K$  shakllantiriladi. Chiqarish qoidalariga universal, ya’ni har qanday predmet sohasi uchun qo‘llanma oladigan (masalan, xulosa chiqarish qoidasiga o‘xshash) va xususiy, ya’ni faqat mazkur predmet sohasi uchun ma’noga ega bo‘lgan chiqarish qoidalari kiradi. Texnikaviy sistemalarni modellashtirishda  $K$  tarkibida asosan shu predmet sohasiga oid chiqarish qoidalarini qoldirish maqsadga muvofiqdir. Bunday qoidalarga originallarni, ya’ni originallar xossalari mohiyatini aks ettirgan aksiomalarni ekvivalent o‘zgartirish qoidalari va amallari hamda qo‘llanish shartlari ko‘rsatilgan ayniyatlar asosida yaratilgan qoidalar misol bo‘la oladi. Bunda har bir ekvivalent o‘zgartirishga oid formula xulosa chiqarish qoidasi bilan birlashtirib chiqarish qoidasi tarzida shakllantiriladi. Masalan, “ $(a, a \text{ ® } b)$  dan kelib chiqadi” universal qoidasi va “a oqibat b” ga formulasidan xususiy “a dan b kelib chiqadi” chiqarish qoidasi shakllantiriladi. Bunda produktsion va qayta yozish qoidalarini (ular mavjud bo‘lsa) alohida keltirib o‘tish lozimdir.

7. Modelni sinash va takomillashtirish.

Predmet sohasining formal modeli har xil masalalar yechish asosida sinaladi va takomillashtirib boriladi.

Predmet sohasining formal modelini yanada osonroq tarzda mavjud biror formal sistema asosida tuzish qulayroqdir. Buning uchun asosiy formal sistema  $FS = \langle R, Sf, Ax, K \rangle$  Tanlab olinadi va u aks ettiradigan predmet sohasining

strukturasi ko'rsatib qo'yiladi. Simvollar to'plami  $R$  ga predmet sohasining predmetlari mos olinib  $R = \langle Ro, Rm, Rb \rangle$  o'rniga ramzlar to'plami  $R = \langle Ro, Rm, Rb \rangle$  shakllantiriladi. Buning uchun biror til (programmash tili yoki cheklangan tabiiy til) dan foydalaniladi va shu tilga moslab sintaksis qoidalari  $S$  qaytadan  $Sr, Sf, Sk$  guruhlarga bo'linadi. Bunda formulalar shakliga qo'shimcha cheklashlar yoki umumlashmalar kiritish mumkin.

Formal sistemaning aksiomalar to'plami o'rniga mazkur predmet sohasining aksiomalari shakllantiriladi. Chiqarish qoidalari sifatida formal sistemaning universal chiqarish qoidalari to'oa to'kis olinib sabab-oqibatli bog'lanishlar orqali ifodalangan murakkab mohiyatlar formulalari bilan birlashtirilib, yangi chiqarish qoidalari sifatida shakllantiriladi.

Asosiy formal sistema sifatida fikrlar hisobi va predikatlar hisobi ishlatilgan formal modellarga Turbo-Prolog sistemasi misol bo'la oladi. Bunda chiqarish qoidalari sifatida asosiy formal sistemaning chiqarish qoidalari bilan birlashtirilgan sabab-oqibatli (implikativ) bog'lanishli predmet sohasiga oid qoidalar qabul qilingan.

### **13.5. Itellektual robotatexnik tizimlarda bilimlarni aks ettirish modellari**

Odatda bilimlarni aks ettirish sistemalarida quyidagi asosiy modellardan foydalaniladi:

- 1) freymlar;
- 2) predikatlarni hisoblash sistemalari;
- 3) semantik to'rlar;
- 4) noqat'iy to'plamlar.

Freymlar Marvin Minskiy tomonidan 1979 yili taklif etilgan. Freym so'zi inglizchadan "ramka" ma'nosini bildiradi.



Freym o'z navbatda bilimlarni aks ettirish birligi hisoblanadi. Boshqacha aytganda freym ma'lumotlar strukturasi bildiradi. Masalan, xonadagi holatni yoki muloqot o'tkazish uchun uchrashuv joyini aks ettirish mumkin. Bu model muallifi asosan fazodagi yoki kenglikdagi saxnalarni izoxlash uchun taklif qilgan. Biroq freymlar yordamida keyinchalik nafakat saxnadagi holatni, balki xar vaziyatni, rollarni, strukturalarni va shunga o'xshash holatlarni izoxlash mumkin bo'ldi. Freym o'z navbatda ob'yektning yoki xodisaning asosiy xossalarni aks ettiradi. Shuning uchun freym strukturasi yozilishida ob'yektlarning yoki xodisalarning ro'yxati ko'rinishida aks ettiradi. Bu ro'yxat slot deb ataladi. Slotlarni taqdim etish uchun FRL (Frame Representation Language) tili deyiladi. Bu til ko'proq LISP tiliga o'xshashdir.

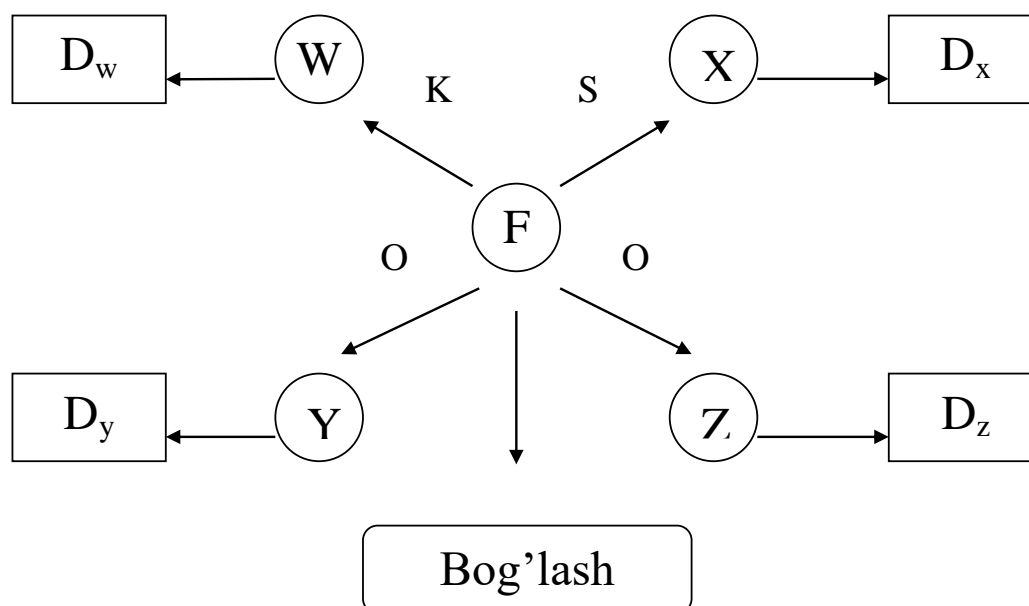
Freymlar yordamida bilimlarni aks ettirish sun'iy intellect sistemalarida keng qo'llaniladi.

Odatda freymlar yo'naltirilgan graf shaklida bo'ladi va cho'qqilar hamda yoylardan tashkil topadi. Konkret misol ko'ramiz:

### **Freym bog'lanish**

Freym bog'lanish turli hil texnik sistemalarda uchraydigan bog'lanishlarni (mexanik, gidrovlik va h.k.) aks ettirishga xizmat qiladi.

Quyidagi rasmda – freym bog'lanish keltirilgan, u quyidagi situatsiyani aks ettiradi “Sub’ekt “X” ob’ekt “Y” ni “Z” ob’ekti bilan “W” usulda bog’laydi (ulaydi)”



**13.10-rasm. Freym bog'lanish**

Rasmda predikat cho'qqi "F" simvoli bilan belgilagan. Yo'lar bog'lanishlarni ifodalaydi.

S-sub'ekt, O-ob'ekt, K-"nima yordamida" bog'lanish to'g'ri to'rtburchak bilan belgilangan cho'qqilar "D" belgi bilan ifodalangan, u biror bir argumentning mumkin bo'lgan qiymatlarioblastini ifodalaydi.

#### **Freym vazifa**

Freym – vazifa jarayonlarni uning ayrim elementlarining vazifalari orqali ifodalashga xizmat qiladi. **Misol:**

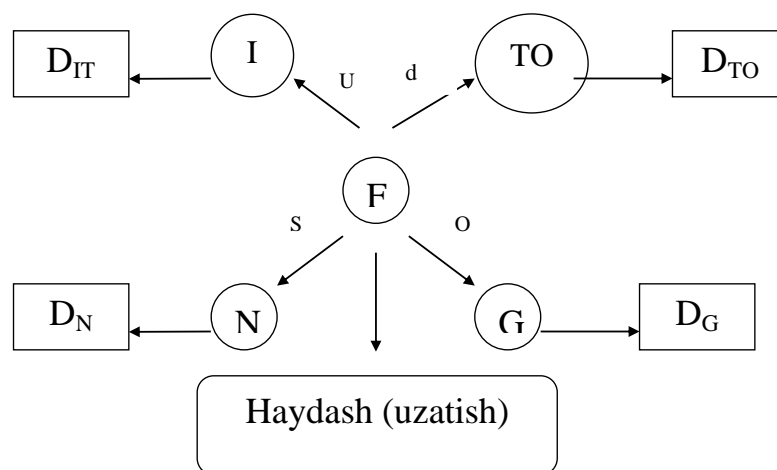
**Quyidagi jarayonni ifodalash kerak bo'lsin "Nasos (N) gazni (G) issiqlik manbaidan (IM) teploobmennikka (TO) xaydasin"**

Freym-vazifaning prototipi rasmda ko'rsatilgan.

Bunda

Simvol U – "manbai ishlash" (istochnik deystviya)

Simvol d – "qabul qiluvchi ishlahi" (priyomnik deystviya) bog'lanishlarni ifodalaydi.



**13.11-rasm. Freym – vazifa**

### **IRTga ma`lumotlar va bilimlar**

**Ta`rif: Ma`lumotlar** deb, predmet sohasidagi ob`ektlarni, jarayonlarni va hodisalar va ularning xususiyatlarini xarakterlovchi alohida faktlarga aytiladi.

EHM larida ma`lumotlarni ishlashda quyidagi etaplar mavjud:

- 1) D1 – o`lchash va kuzatish natijalari bo`yicha ma`lumotlar;
- 2) D2 – informatsiyani saqlash bo`yicha ma`lumotlar (tablisalar, protokollar, ma`lumotnomalar);
- 3) D3 – diagramma, grafik, funksiya ko`rinishidagi ma`lumotlar modeli;
- 4) D4 – komp`yuterdagi ma`lumotlarni yozish tilidagi ma`lumotlar;
- 5) D5 – informatsiyani saqlash vositalaridagi ma`lumotlar bazasi.

Bilimlar empirik yo`l bilan olingan ma`lumotlarga asoslanadi.

**Bilimlar** – predmet sohasining qonuniyatlaridir (prinsiplar, bog`lanishlar, qonunlar), mutaxassislarning amaliy faoliyati va professional tajribasi natijasida hosil qilinadi va mutaxassislarga predmet sohasida masalani qo`yish va echish imkoniyatini beradi.

Komp`yuterda qayta ishlashda bilimlar ma`lumotlarga o`xshash quyidagicha bo`ladi:

- 1) Z1 – fikrlash natijasida inson xotirasidagi bilimlar;
- 2) Z2 – bilimlarni saqlash vositalari (darsliklar, uslubiy qo`llanmalar);
- 3) Z3 – bilimlar maydoni- fikrlash sohasining asosi ob`ektlarini, ularning xususiyatlarini, qonuniyatlarini va ularni bog`lovchilarni o`z ichiga oladi;

- 4) Z4 – bilimlarni aks ettirish tillirida yozilgan bilimlar (produksion tillar, semantik to'rlar, freymilar);
- 5) Z5 – informasiyani saqlovchi vositalardagi bilimlar bazasi.

Predmet sohasi bo'yicha aks etgan ma'lumotlar va bilimlar ko'lamiga qarab uning ramz, til, formal sistema va sun'iy intellekt darajasidagi modellarini farqlash mumkin. Ramz (timsol, belgilovchi, ruscha – znak) – biror predmetni bildiruvchi moddiy-sezib idrok etiladigan predmetlar. Masalan: ko'cha harakati qoidasi ramzlari, so'zlar, so'z birikmalari, sonlar, nomlar, harflar, chiziqlar, imo-ishoralalar, tovushlar, rasmlar, sxemalar va shunga o'xshashlar – ramzlardir. Ramz sintaksis (berilish, ifodalash qoidasi), semantika (ma'no) va pragmatika (ramz bilan undan foydalanuvchi shaxs orasidagi munosabat) bilan xarakterlanadi va albatta belgilanuvchi predmetni bildiradi. Ramzning simvoldan farqi unga belgilanuvchi predmet mos qilib olingani va shu bois u ma'noga egaligidir. Har qanday simvol, litera, harf, sonni ramzga aylantirish uchun unga belgilangan predmetni ko'rsatish kifoya [5].

Tabiiy tilda (ona tili + matematika tili) ishlatiladigan so'zlar, so'z birikmalari, sodda gaplar va ularni bildiruvchi va matematikaviy ifodalar predmet sohasidagi ob'ekt, mohiyat, bog'lanishlarda qatnashadigan unsurlarni belgilaydi va bildiradi. Bu yerda avval aytganimizdek predmet deganda olamda nimaiki bor bo'lsa va fikrlanishi mumkin bo'lsa o'sha tushuniladi). Tabiiy tilda ob'ekt so'z va so'z birikmasi bilan belgilanadi.

Misol:

Robot, a-nuqta, tuz, suv, tok, qarshilik, kuchlanish.

Mohiyat ramzi so'z, so'z birikmasi, gap qismi yoki gap bilan belgilanadi.

Misol: turibdi, robot a nuqtada tursin ("robot", "a nuqta"| ob'ekt bo'lmagan hol uchun), eriydi, tuz suvda eriydi ("tuz" va "suv" ob'ekt hisoblanmagan hol uchun), teng, ko'paytma teng, tokni qarshilikka ko'paytmasi kuchlanishga teng: ("tok", "qarshilik", "kuchlanish" ob'ekt hisoblanmagan hol uchun).

Bog'lanish yordamchi so'z, so'z birikmasi, tinish belgilari bilan belgilanadi. Masalan: va, yoki, emas, oqibat, demak.

Ob'ekt ramzini termin yoki ob'ektni ko'rsatilgan term deymiz. Matematikada, mantiq fanida va sun'iy tillarda ob'ektning (predmetning) simvoli term deyiladi. Term – termin so'zidan qisqartirib olingan bo'lib, ma'nosi hisobga olinmagan, belgilanuvchisi ko'rsatilmagan belgilovchidir.

Mohiyat belgilovchisi umumiy holda «mohiyat ramzi» deb, mohiyat xossa yoki munosabat deb qaralganda esa “predikat ramzi” deb ataladi.

Predikat, lotinchada “predicatum” – “aytilgan” degani, tor ma'noda xossa, keng ma'noda munosabat, ya'ni bir necha predmetning o'zaro xossasi demakdir. Mantiq fanida predikat-argumentlari o'zgaruvchilar (to'g'rirog'i, almashuvchilar) bo'lgan shunday predikat simvoli bilan belgilangan funktsiyaki, uning almashuvchilari aniqlanganda va predikat simvoli predikat ramzi bilan almashganda biror ma'noga ega tugal fikrni anglatadi.

### **Nazorat savollari**

- 1) Intellektual robototexnik tizimlar bo'yicha assosiy tushuncha va ta'riflar?
- 2) Intellektual robototexnik tizim ta'rifi?
- 3) Intellektual robototexnik tizimning struktura sxemasini keltiring?
- 4) Intellektual robototexnik tizimning asosiy elementlariga nimalar kiradi?
- 5) Intellektual masala nima?
- 6) Intellektual robototexnik tizimni qurishning asosiy yo'nalishlari qanday?
- 7) Bilim tushunchasiga ta'rif bering?
- 8) Intellektual tizimlarda bilimlar qanday sinflanadi?
- 9) Intellektual robototexnik tizimda ma'lumotlar va bilimlarga nimalar kiradi?

## **14–BOB. SANOAT ROBOTLARINI ISHLATISHDA MEHNAT HAVFSIZLIGI**

### **14.1 Robototexnik kompleks tarkibidagi robotning havfsizlik tizimini qurishning umumiy masalalari**

Sanoat roboti va robototexnik kompleks RTK bilan ishlaydigan odamlarning avariya va inson sog‘ligi uchun havfli holatlardagi havfsizligi turli tadbirlar amalga oshirish bilan ta‘minlanadi. Manipulyatsion va transport harakatlarni bajaruvchi sanoat robotlari RTK tarkibiga kiruvchi hamma jihozlar va xizmat qiluvchi odamlar uchun asosiy havf tug‘diradi [9].

RTK shilaganda avariya holatlari sodir bo‘lishining asosiy sabablari quyidagilar:

- robotni o‘rgatish vaqtida va avtomatik ishlashdagi noto‘g‘ri (ko‘zda tutilmagan) harakatlari;
- robot ishchi organinig to‘xtash xatoligi tufayli;
- RTK texnologik jihozining ishdan chiqib qolishi;
- operatorning robotni sozlash va ta‘mirlash vaqtidagi xatosi;
- robot avtomatik rejimda ishlaganda uning ishchi fazosida odamning bo‘lishi;
- robot nominal yuk ko‘tarish qobiliyatidan yukning massasi oshib ketishi;
- sanoat roboti boshqarish pultining robot ishchi fazosida joylashganligi va bu fazoni o‘rab turuvchi maxsus to‘siq yo‘qligi;
- operatorlarda RTK ning holati bo‘yicha aniq informatsiyaning yo‘qligi sababli avariya holatlari sodir bo‘lishi mumkin.

Robotlarni va RTKlarni ishlatishda havfsizlikni ta‘minlash ularni ratsional rejalashtirish, texnologik jihozlarni havfsiz va avariyasiz ishlashi va maxsus qurilmalar orqali amalga oshiriladi. Ko‘rsatilgan havfsizlik choralarning asosiy maqsadi – odam va sanoat roboti mexanizmlarining ishchi fazoning biror nuqtasida bir vaqtning o‘zida bo‘lishini oldini olishdan iborat.

RTK ni rejalashtirishda sanoat robotiga xizmat qiluvchi odam robot oldiga, asosiy va yordamchi texnologik jihozlar oldiga, robot, RTK va barcha jihozlarning boshqarish va avariya holatida o‘chirish organlari oliga qulaylik bilan va havfsiz bora olishini hisobga olish kerak bo‘ladi.

RTK larda boshqarish organlari va avariya blokirovkasi kompleksning boshqarish pultida joylashishi maqsadga muvofiq bo‘ladi.

RTK ni rejalashtirish, uning tarkibiga kiruvchi asosiy texnologik jihozning tipiga (ya’ni bu jihozning komponovkasiga, shakliga, o‘lchamlariga va ishchi zonasining joylashishiga, avtomatlashtirish va informatsion ta’minoti darajasiga, ishlashining ishonchliligiga), sanoat robotining komponovkasiga, struktura-komponovka sxemasiga va informatsion ta’minot darajasiga bog‘liq bo‘ladi. 14.1 – rasmda RTKlarning uch xil rejalashtirish keltirilgan, ular sanoat roboti ishchi zonasining turlicha joylashishi bilan xarakterlanadi.

14.1 a- rasmda keltirilgan RTK rejalashtirishda sanoat roboti avtomatik rejimda ishlaganda operatorning robot ishchi zonasida bo‘lishining oldi olingan. Odatda, bunday RTK aylanma to‘siqqa ega bo‘ladi va bu to‘siq buzilsa sanoat robotini to‘xtatish bo‘yicha komanda hosil bo‘ladi. RTK ishini qayta sozlash va korrektirovka qilish operator pultidan amalga oshiriladi. Operator pulti sanoat roboti ishchi zonasining tashqarisida joylashadi. To‘siq operator RTK ning ishlashini nazorat qilishini qiyinlashtirishi kerak emas. RTK tarkibidagi jihozlarning buzilishini yo‘qotish va kerakli profilaktika ishlarini amalga oshirish, sanoat roboti avtomatik ishlash rejimi o‘chirilganda qilinishi kerak.

14.1 b- rasmda keltirilgan RTK da operator bilan sanoat robotining ishchi zonalarini bir birini qoplaydi, bu esa maxsus havfsizlik choralari qo‘llashni talab qiladi. Agar sanoat roboti o‘zgarmas programma asosida ishlaganda robotning ishchi zonasida odam paydo bo‘lganda robotning hamma harakatlari avtomatik ravishda blokirovka qilinishi kerak bo‘ladi. Agar sanoat roboti adaptiv boshqarishga ega bo‘lsa, u holda operator joylashgan ishchi fazodagigina robotning harakatlari avtomatik blokirovka qilinadi.

14.1 d- rasmda keltirilgan RTKda operator va sanoat robotining ishchi zonaları ajratilgan, bunda robot texnologik jihozning orqa tomonida harakat qiladi, operator esa jixozning old tomonida harakat qiladi. Odam robotning ishchi zonasida paydo bo'lganda uning barcha harakatlari avtomatik blokirovkalanadi.

Umumiy holda, RTK ning himoya qurilmasi odam uchun havfli bo'lgan ishchi fazoning zonasida robot harakatlarini to'xtatish uchun signallarni shakllantiradi. Bu signalni shakllantirish uchun himoya qurilmasi sanoat roboti va uning mexanizmlarining fazoviy xolatini, hamda operatorning robotning ishchi zonasida paydo bo'lishini qayd etishi zarur bo'ladi. Blokirovka qilish signalini o'chirish RTK ga xizmat qiluvchi operator tomonidan bajariladi.

Sanoat robotining konstruksiyasida robotni ishlatish sharoitlari va tashqi muhitning xususiyatlari xisobga olinishi kerak, chunki ular robotning ishonchli, avariya-siz va havfsiz ishlashiga ta'sir qilishi mumkin. Agar robot agressiv muhitda ishlatilsa, u shu sharoitga mos yaratilishi kerak. Manbaaning birdaniga to'satdan o'chib qolishi sanoat robotining buzilishiga yoki robotga xizmat qiluvchi personalning shikastlanishiga sabab bo'lishi kerak emas. Robotning qisqich qurilmasi manbaa o'chib qolganda manipulyatsiya ob'ektini ishonchli ushlab turishi zarur.

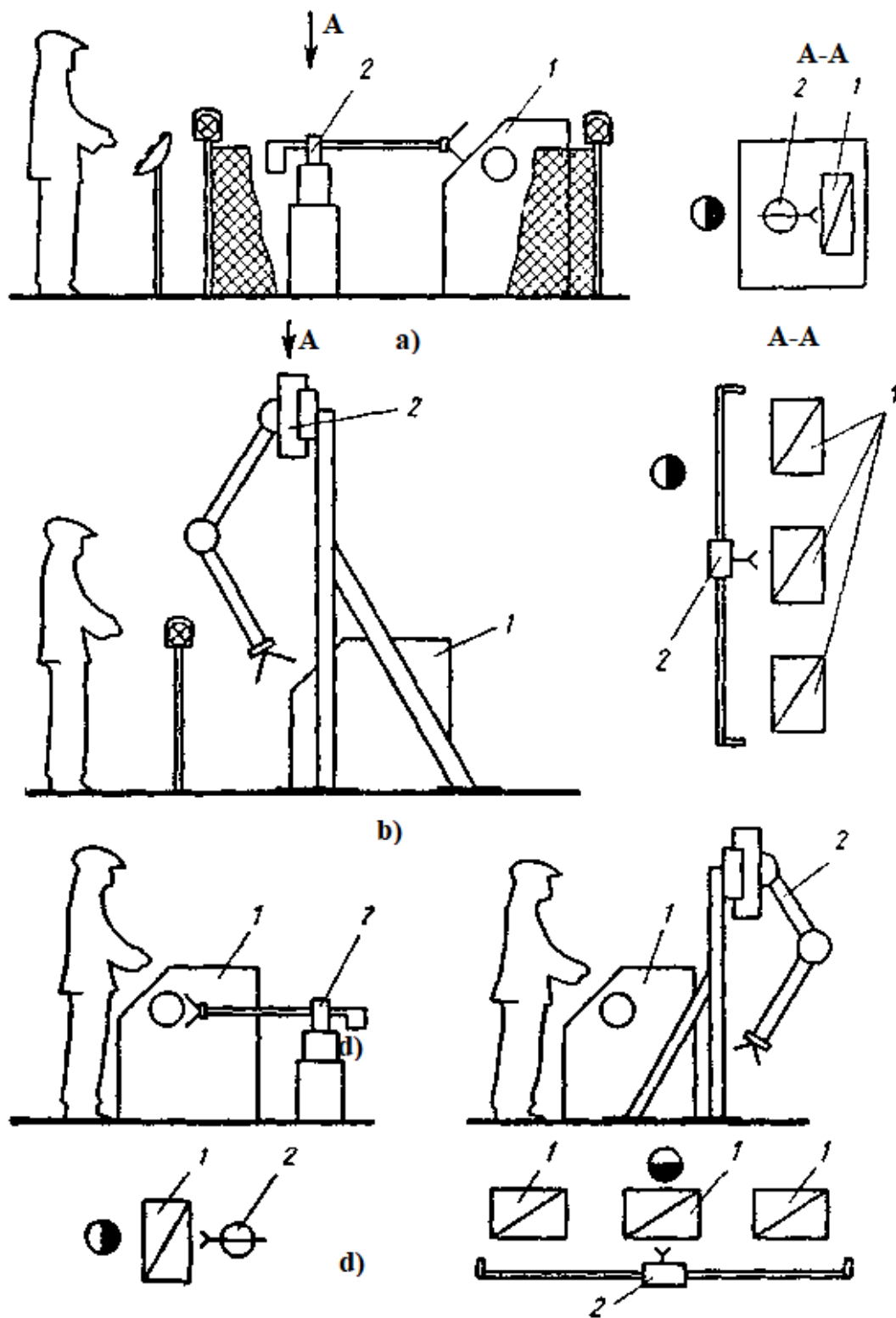
Sanoat robotining boshqarish pulti robot ishchi zonasining tashqarisida bo'lishi hamda robotning va robototexnik kompleks tarkibidagi jihozning ishlashini yaxshi kuzatish mumkin bo'lgan joyda bo'lishi kerak.

RTK shunday tashkil etilishi kerakki, unda yordamchi operatsiyalarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish ko'zda tutilishi zarur.

Agar sanoat roboti manipulyatsiya ob'ekti bilan ishchi joylar ustidan harakatlanadigan bo'lsa, unda robot harakat trassasi tagida himoya to'rlari, ekranlar va boshqa qurilmalar bo'lishi kerak.

Agar RTK bir nechta boshqarish pulti bilan jihozlangan bo'lsa, unda RTK ni turli pultrlar orqali parallel boshqarish imkoniyatini yo'qotish kerak va maxsus blokirovkani ko'zda tutish maqsadga muvofiq bo'ladi.





14.1- rasm. RTK ning rejalashtirilishi:

1- texnologik jihoz, 2- sanoat roboti.

Sanoat robotlariga ega bo'lgan avtomatik liniyalar va avtomatlashtirilgan uchastkalarda robotlar va boshqa texnologik jihozlar, ularning ishlashini blokirovka qiluvchi avariya knopkalari bilan jihozlanadi.

RTKlarni sozlash va ekspluatatsiya qilish ishlariga faqat maxsus tayyorgarlikdan o'tgan shaxslar qo'yiladi.

#### **14.2. Robotexnik kompleks tarkibidagi robotning va uskunalarning halokatsiz va havfsiz ishlashini taminlovchi qurilmalar**

Boshqarish programmasining ishlashini nazorat qiluvchi qurilma robotning berilgan harakatlarni to'g'ri bajarilishini tekshirish uchun xizmat qiladi. Bunday nazorat qilish usullari robotning konstruksiyasi, robotda ishlatilgan yuritma va boshqarish sistemasi bilan aniqlanadi. Tahlidli yuritmali sanoat robotida boshqarish programmasini tekshirish teskari aloqa datchiklari bilan amalga oshiriladi. Ochiq boshqarish sistemali robotlarda geometrik informatsiyani to'g'ri ishlatilishini tekshirish uchun turli xil nazorat qurilmalari ishlatiladi.

Agar robotning to'xtash xatoligi ma'lum darajada to'planadigan bo'lsa, u holda RTK ichida sanoat robotining ayrim to'xtash nuqtalarida nazorat amalga oshiriladi. Odatda bunday nuqtalar asosiy va yordamchi texnologik uskunalarning joylashtirishi bilan bog'liq bo'ladi.

*Tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirga bog'liq parametrlarni nazorat qilish qurilmasi* avariya holatlari oqibatlarini kamaytirish imkonini beradi. Robotning biror qismiga uskuna tomonidan kata ta'sir bo'lganda, robot mexanizmlarini ishdan chiqarish mumkin, bu hollarda bunday qurilmalar robot ishlashning avariya blokirovkasini amalga oshiradi. Bu maqsadlar uchun kuch(moment) datchiklari ko'pincha qo'llaniladi.

*Robot ishchi zonasining to'siq bilan ta'minlash* kontaktli, kuch, ultratovush, induksion, yorug'lik lokatsiyasi asosida va boshqa datchiklar yordamida amalga oshiriladi.

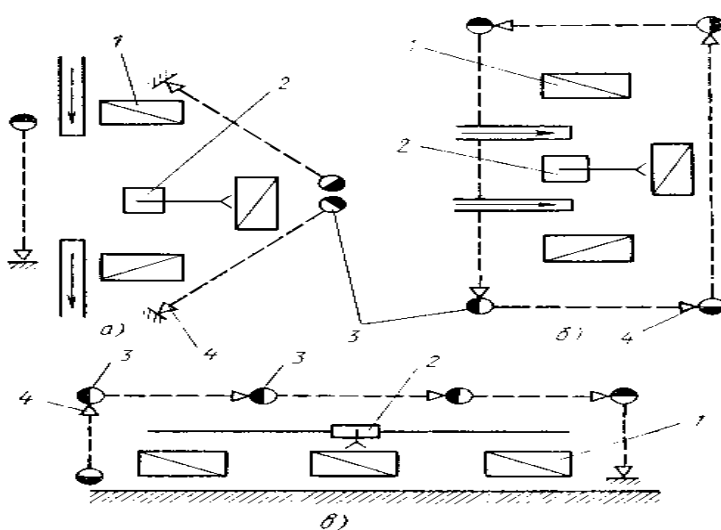
Sanoat roboti va uning ayrim zvenolarini fazodagi holatlarini aniqlash uchun quyidagilar ishlatiladi: ayrim harakat darajalarining holat datchiklari

(taqlidli yuritmal sanoat robotlari uchun); kontaktli yoki kontaktis uzib ulagichlar (ochiq boshqarish sistemali sanoat robotlari uchun).

Robot ishchi zonasida odam holatini aniqlash uchun turli xil yorug'lik lokatsiyasi datchiklari asosida RTKning himoyasi tashkil etiladi. Bunday himoya sistemasi tarkibiga yorug'lik tarqatgichlar va yorug'lik qabul qiluvchilar (fotopriyomniklar) juft holda kiradilar, hamda mantiqiy o'zgartirgichlar blogi (Mo'B) ham sistema tarkibida bo'ladi.

MO'B fotopriyomniklar signalini va robotning holatini harakterlovchi signallarni mantiqiy o'zgartirib, robotning harakatlarini avariyaviy to'xtatish komandasi ishlab beradi. Robotning holati bo'yicha informatsiya Mo'B ga robot ishchi fazosida joylashgan kontaktis mikro – uzib ulagichlardan yuboriladi.

14.2 a- rasmda robototexnik komplekslarning namunaviy konfiguratsiyalari va yorug'lik lokatsiyasi qurilmalarning joylashishi keltirilgan.



**14.2- rasm. Robototexnik komplekslarning namunaviy konfiguratsiyalari:**

- 1- texnologik jihoz; 2- sanoat roboti; 3- yorug'lik tarqatuvchi;
- 4- fotopriyomnik.

Qurilma quyidagicha ishlaydi. Odam robotning ishchi fazosiga kirkanda yorug'lik nurini kesib o'tadi, bu esa hamma lampochkalarining yonishiga sabab bo'ladi. Shunday qilib, sanoat roboti ishlaydigan, odam kirish mumkin bo'lmaydigan ishchi fazosining taqiqlangan zonasi signalizatsiya bilan ta'minlanadi(14.2 a- rasm).

## Nazorat savollari

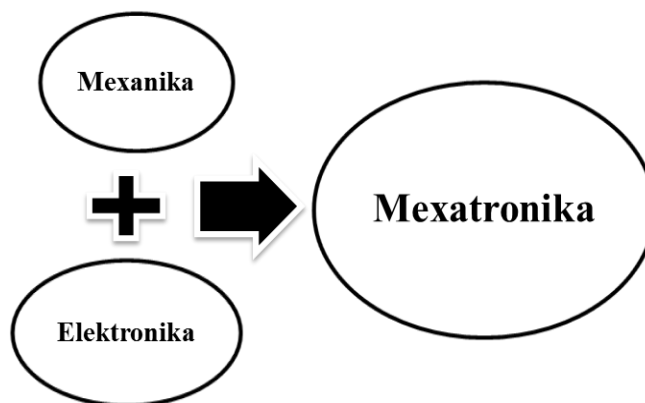
1. Robototexnik komplekslarda robotlarni ishlatish jarayonida mehnat xavfsizligi?
2. Robotning xavfsizlik sistemasini qurishning asosiy masalalari nimalardan iborat?
3. RTK ni rejalashtirishda nimalar hisobga olinadi?
4. RTK da operator va sanoat robotining ishchi zonalari qanday ajratiladi?
5. Sanoat robotining konstruksiyasida ishlatish sharoitlari va tashqi muhitning xususiyatlari qanday hisobga olinadi?
6. RTK ni tashkil etishda nimalarga e'tibor beriladi?
7. RTK larni sozlash va ishlatishda nimalar hisobga olinadi?
8. RTK tarkibidagi robotning va uskunalarning xavfsiz ishlashini ta'minlovchi qurilmalarga nimalar kiradi?
9. Boshqarish programmasining ishlashini nazorat qiluvchi qurilma nimaga xizmat qiladi?
10. Sanoat robotida boshqarish programmasinin tekshirish qanday amalga oshiriladi?
11. Robotning to'xtash xatoligi qanday nazorat qilinadi?
12. Robot ishchi zonasida odat holatini aniqlashda qanday datchiklar ishlatiladi?
13. Robototexnik kompleksning namunaviy konfiguratsiyalari qanday bo'ladi?

## 15 -BOB. MEXATRONIKA - HOZIRGI ZAMON FAN VA TEXNIKASINING YaNGI YO‘NALISHIDIR

### 15.1. Mexatronika tushunchasi

Keyingi yillarda butun fan va texnika sohasida yangi yo‘nalishch bo‘lgan mexatronika paydo bo‘ldi va shiddat bilan rivojlanmoqda. Mexatronika mexanika, elektronika, hozirgi zamon kompyuterli boshqarish va informatsiyani qayta ishlash metodlari sohalari bilimlariga asoslanadi [3].

Mexatron modullar va sistemalar yangi xususiyatlarga ega bo‘lgan texnologik mashinalar va agregatlar, robotlarni yaratishning asosi hisoblanadi.



### 15.1. rasm. Mexatronika komponentlari

Mexatronika shunday fan va texnikaning sohasiki, unda mexanika, elektronika, kompyuter komponentlarining senergetik bog‘lanishlari aks ettirilgan bo‘ladi, bu esa o‘z navbatida sifat jihatdan yangi bo‘lgan modullar, sistemalarning funksional harakatlarini va intellektual boshqarishni ta‘minlaydi. Senergiya (grekcha) — umumiy maqsadga yetishishga qaratilgan birgalikdagi harakat. Mexatronikaning komponentlari 15.1-rasmda keltirilgan.

Mexatronika va mexatron texnologiyalarning metodlari universal hisoblanadi, ular yordamida murakkab texnik sistemalarni yaratish, avtomatlashtirilgan loyihalash, mashinalarni va robotlarni modul prinsipi asosida qurish imkoniyati mavjud.

Hozirgi kunda mexatron modullar va sistemalar quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi:

- mashinasozlik;
- sanoat va maxsus robototexnika;
- aviatsiya va kosmik texnika;
- yelektron mashinasozlik;
- avtomobilsozlik;
- mikromashinalar;
- nazorat-o'lov qurilmalari va mashinalari;
- intellektual mashinalar va h.k.

Mexatron modullarga quyidagi talablar qo'yiladi:

-mashinalar va sistemalarning sifat jihatdan yangi funksional masalalarini bajara olish;

-mashinalar ishchi organlarining o'ta yuqori tezligini ta'minlash;

-modullarning ultrapretsizion harakatlarini mikro va nanotexnologiyalarda amalga oshirish;

-modullarning va harakatlanuvchi sistemalarning kompaktiligi;

-ko'p koordinatali mashinalarning yangi kinematik strukturalari konstruktiv kompanovkalarini olish;

-o'zgaruvchi va noaniq tashqi muhitda sistemalarning intellektual faoliyatini ta'minlash.

### **15.2. Zamonaviy mexatron modullarning sinflanishi**

Zamonaviy mexatron sistemalarni loyihalash modul prinsiplarga va texnologiyalarga asoslangan [3].

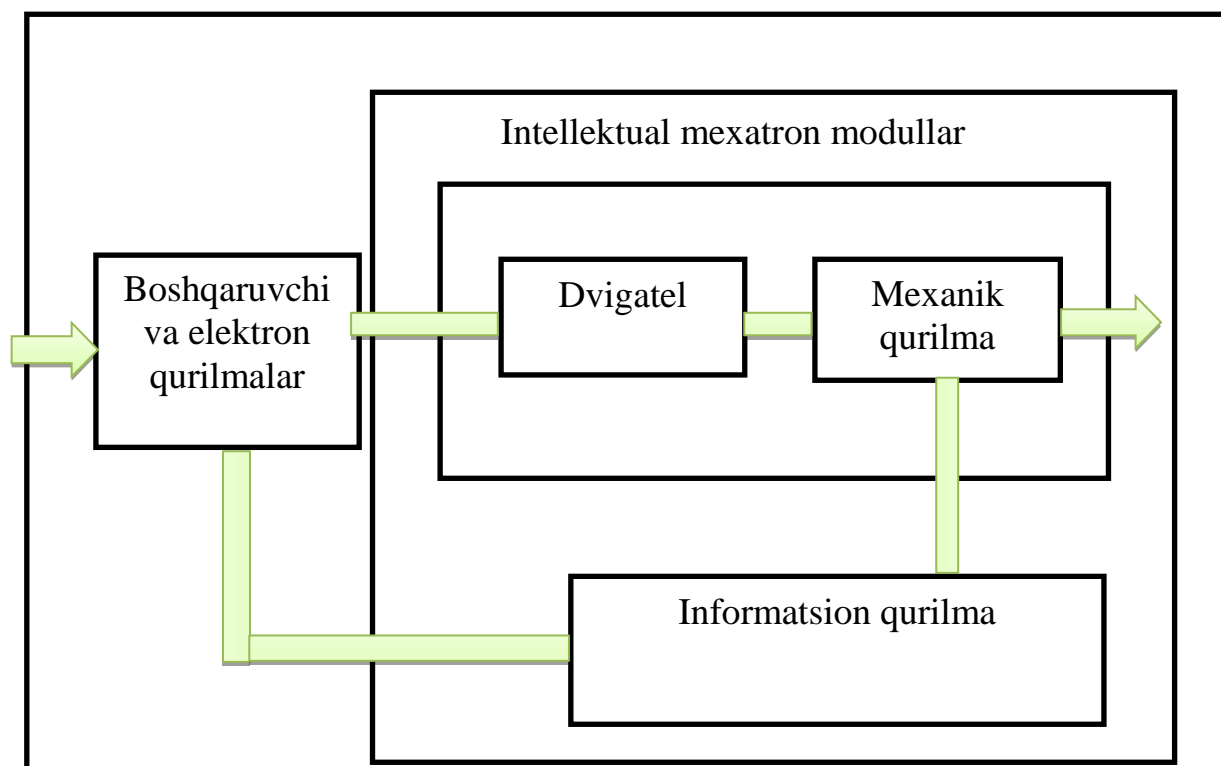
Umuman mexatron modullar quyidagi turlarga bo'linadi (14.2-rasm):

-harakat moduli;

-harakat mexatron moduli;

-intellektual mexatron moduli.

Modul (M) mashinaning unifikatsiyalangan funksional qismi bo'lib, konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma hisoblanadi.



**15.2.rasm. Mexatron modullarning sinflanishi**

Mexatron modul (MM)- funksional va konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma bo‘lib, turli fizik tabiatga ega bo‘lgan qismlardan tashkil topadi va ular sinergetik apparat - programmaviy integratsiyalangan bo‘ladi.

Odatda mexatron modullar bir koordinata bo‘yicha harakatni (aylanma yoki chiziqli) amalga oshiradi va kamdan-kam ikki erkinlik darajasiga ega.

Harakat moduli (HM)- konstruktiv va funksional mustaqil qurilmadir. U boshqariluvchi dvigatel va mexanik qurilmadan tashkil topadi.

Harakat modulining odatdagi yuritmadan farqi shundan iboratki, unda dvigatelning vali, harakatni mexanik o‘zgartirgichning elementi sifatida ishlatiladi.

Zamonaviy mexatron modullarda juda ko‘p elektr mashinalar ishlatiladi ya’ni asinxron va sinxron o‘zgarmas tok dvigatellari, qadamli va pezojeletrik dvigatellar va boshqalar bular qatoriga kiradi.

Mexanik qurilmaning tarkibiga turli xil reduktorlar, harakatni o‘zgartirgichlar, variatorlar va boshqalar.

Mexatron harakat moduli (MHM) — konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo‘lib, uning tarkibiga boshqariluvchi dvigatel, mexanik va informatsion qurilma kiradi. Informatsion qurilma o‘z ichiga teskari aloqa sxemalari va

informatsiya datchiklarni, hamda signallarni qayta ishlovchi, o'zgartiruvchi elektron bloklarni oladi. Bunday datchiklarga fotoimpuls datchiklar (inkoderlar), optik chizg'ichlar, aylanma transformatorlar kiradi, ular harakatning tezligi va holati bo'yicha informatsiya olish imkonini beradilar.

Intellektual mexatron modul (IMM) — konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo'lib dvigatel, mexanik, informatsion, elektron va boshqaruvchi qismlarning sinergetik integratsiyasi asosida quriladi.

Shunday qilib, IMMning konstruksiyasida mexatron harakat modullariga nisbatan qo'shimcha boshqaruvchi va elektron qurilmalar o'rnatilgan bo'ladi va ular modullarning intellektual xususiyatga ega bo'lishini ta'minlaydi. Bu guruhga raqamli hisoblash qurilmalari (mikrokontrollerlar, protsessorlar, signal protsessorlari va h.k.), elektron kuch o'zgartirgichlari, aloqa va bog'lanish kompyuter qurilmalari kiradi.

Mexatronika ta'rifi faqat mexatron modullar mos keladi.

Mexatron mashinalar ko'p o'lchamli sistemalar bo'lib, ular ikki va undan ortik modullar asosida yaratiladi.

Ishlab chiqarish sistemalari uchun mo'ljallanilgan mexatron mashina robotning umumlashgan struktura sxemasi 15.3-rasmda keltirilgan.

Ko'rilayotgan mashinalar (robotlar) uchun tashqi muhit texnologik muhitdan iborat bo'ladi va u texnologik jihozlardan, texnologik qurilmalardan va obektlardan tashkil topadi.

Tashqi muhitlarni asosan ikki sinfga bo'lish mumkin: determinirlangan va nodeterminirlangan .

Determinirlangan muhitlarga tashqi ta'sir parametrlari va obektlar xarakteristikalarini oldindan kerakli aniqlikda malum bo'lgan muhitlar kiradi. Ayrim muhitlar o'zining tabiati bo'yicha nodeterminirlangan bo'ladi, masalan, ekstremal suv osti va er osti muhitlari.

Texnologik muhitlarning xarakteristikalarini analitik tajriba tadqiqotlari yordamida va kompyuterli modellash metodlari orqali aniqlanadi .

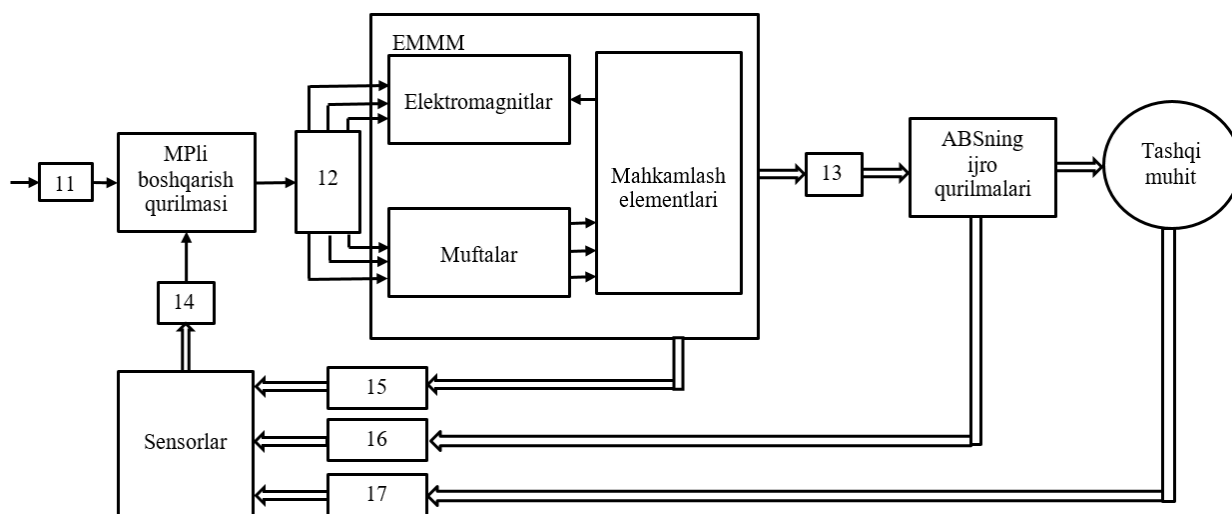


### 15.3. Robototexnika sistemalarining chiziqli harakat intellektual mexatron modullari

Robototexnik sistemalarning hozirgi vaqtdagi rivojlanishida mexatron modullarning funksional harakatlarini boshqarish jarayonlarini intellektlashtirish dolzarb hisoblanadi. Asosiy e'tibor ko'p koordinatali modullarni yaratishga qaratilmoqda. Bunday modullar elektromexanik, elektron va kompyuterdan tashkil topadi va bir necha koordinatalarni olish imkonini beradi.

Intellektual mexatron harakat modullarini texnik jihatdan ta'minlash oxirgi yillarda ishlab chiqilayotgan mikroprotssessor sistemalarining mavjudligi va ular modul harakatlarini boshqarish masalasini yechishga imkon beradi.

Ko'p koordinatali mexatron harakat modullari (KMHM) chiqishida bir necha chiziqli va aylanma harakatlar olinadi. Robototexnik KMHM larining umumlashgan struktura sxemasi 14.3-rasmda keltirilgan.



15.3-rasm. Ko'p koordinatali MHM ning umumlashgan struktura sxemasi

Kompyuterni boshqarish qurilmasi kirish informatsiyasi va sensorlarning teskari aloqa signallari asosida vaqt bo'yicha ko'p koordinatali ijro modullarga boshqarish elektr signallarini shakllantirib beradi.

Kuch o'zgartirgichida boshqarish signallarini quvvat bo'yicha kuchaytirish va modulyatsiya qilish amalga oshiriladi. Undan keyin ijro modullari robot zvenolari uchun mos keluvchi ta'sirlarni (kuch yoki momentni) ishlab beradi va natijada robot ishchi organining maqsadli fazodagi harakatlari ta'minlanadi.

Yelementlar bog‘lanishini amalga oshirish uchun maxsus interfeys qurilmalar I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7 ishlatilgan.

Bloklararo interfeysga misollar ko‘ramiz, ular kompyuter orqali boshqariladigan robotlarda ko‘p uchratiladi. Interfeys I1 apparatli va dasturiy vositalar majmui bo‘lib, kompyuterli boshqarish qurilmasini kompyuter tarmog‘i bilan yoki «odam-robot» interfeysi bo‘lib, bunda mexatron sistemani boshqarish maqsadi to‘g‘ridan-to‘g‘ri operator tomonidan beriladi.

Interfeys I2 odatda raqamli-analog o‘zgartirgich va kuchaytirgich qurilmasidan tashkil topadi va ijro modullari uchun boshqarish elektr signallarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Interfeys I3 odatda mexanik uzatgichlar bo‘lib, ijro modullarini robot zvenolari bilan bog‘laydi. Konstruktiv jihatdan ular reduktorlardan, muftalardan, turli xil bog‘lanishlardan, tormozlardan va h.k. tashkil topadi.

Interfeys I4 kompyuterli boshqarish qurilmasining kirishida joylashadi va mexatron modulning sensorlarini hisobga olgan holda analog-raqamli o‘zgartirgichdan iborat bo‘ladi.

I5, I6, I7 sensor interfeyslari bo‘lib, sistemaning kirishidagi o‘zgaruvchi kattaliklarning fizik xarakterlariga qarab elektrik va mexanik ko‘rinishda bo‘ladi. Mexanik interfeyslar teskari aloqa datchiklari uchun bog‘lanish qurilmalari bo‘lib, robot zvenolari modullari harakati bo‘yicha informatsiyani uzatadi. Bunda fotoimpuls, kodli, kuch-moment va taktil datchiklar, hamda boshqa sezuv vositalari nazarda tutiladi. Shuni ta’kidlash lozimki, kompyuterli boshqarish sistemasining boshqa barcha elementlari bilan real vaqt rejimida bog‘lanishda va ma’lumotlar almashuvini shakllantirishda programma ta’minoti alohida o‘rin tutadi.

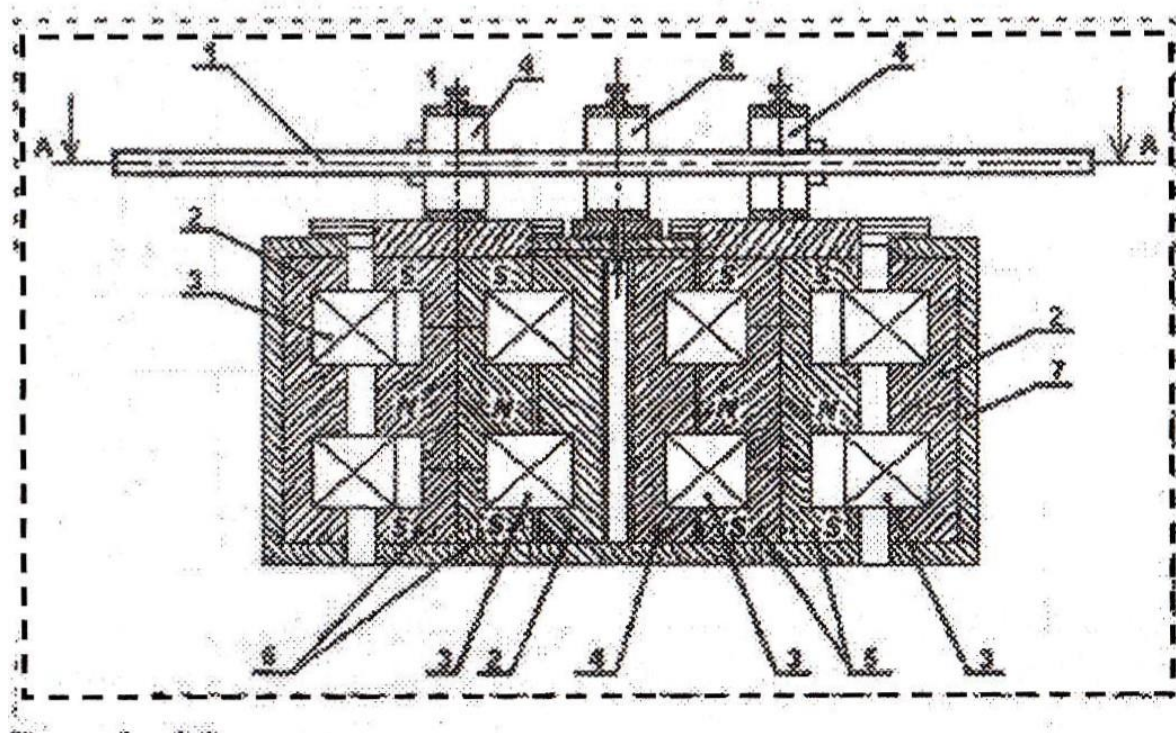
Mexatron modullarni intellektlashda uch yo‘nalish mavjud:

- integrallashgan interfeyslarni rivojlantirish, bunda boshqaruvchi kontroller bilan yuqori sath kompyuterini bog‘lash nazarda tutiladi;
- intellektual kuch modullarini yaratish, bunda boshqaruvchi kontroller bilan kuch o‘zgartirgichlarini integrallash masalalarini yechish;

- mexatron modullarning intellektual sensorlarini ishlab chiqish, bunda o'lchash funksiyalariga qo'shimcha sensorlar signallarini maxsus programmalar asosida qayta ishlash masalalari ko'riladi.

Ko'p koordinatali mexatron chiziqli harakat moduli qurish prinsipi shunga asoslanganki, elektromagnitning harakatlanuvchi qismini bir necha boshqariluvchi qisqich organlari bilan ta'minlash va bu qismning ilgariqaytma harakatini bir necha chiziqli avtonom harakatlarga aylantirishdan iborat.

Ko'p koordinatali mexatron harakat moduli (KMHM) tarkibiga boshqariladigan elektromagnitlar, doimiy magnitlar, qisqich organlari yoki muftalar va bog'lanish elementlari kiradi. Elektromagnitlar elektr signallarni ilgariqaytma mexanik siljishlarga aylantirib berishga xizmat qiladi. Qisqich organlari va bog'lanish elementlari robotning zvenolariga harakatni uzatishga xizmat qiladi. Doimiy magnitlar elektromagnit qurilmaning harakatlanuvchi qismidir va ularning soni robotning harakatlanuvchi zvenolari soniga teng bo'ladi.



**15.4-rasm. Bir-biriga bog'liq bo'lmagan uchta chiziqli ko'p koordinatali KMHMning konstruksiyasi:**

*1-shtok, 2-o'tkazgich, 3-o'ram, 4-qisqich organi, 5-doyimiy magnit, 6 - fiksatsiyalovchi qisqich organi, 7- korpus.*

Yeletromagnit chiqishidagi ilgarilama-qaytma harakatni qisqich organlari yordamida robot zvenolarining chiziqli va aylanma harakatlar to'plamiga aylantirib beradi.

15.4-rasmda bir-biriga bog'liq bo'lmagan uchta chiziqli koordinatali KMHMning konstruksiyasi keltirilgan [7].

KMHM chiqish shtoki 1 dan, magnit o'tkazgich 2 dan, o'ram 3 dan, qisqich ishchi organi 4 dan, doimiy magnit 5 dan, fiksatsiyalovchi qisqich organi 6 va korpus 7 dan tashkil topgan.

Mexatron modul to'rtta silindrik elektromagnitga ega( umumiy holda ularning soni to'rttadan oshiq bo'lishi mumkin).

Yeletromagnitning harakatlanuvchi o'zagi doimiy magnitdan yasalgan. Qisqich ishchi organi 4 harakatlanuvchi doimiy magnitlar 5ga mahkamlangan va harakatlanuvchi qism 5ning ilgarilama-qaytma harakatini chiqish shtoklari 1 ga uzatishchga xizmat qiladi. Ular esa o'z navbatida robotning zvenolari bilan bog'langan bo'ladi va ularni harakatga keltiradi.

Fiksatsiyalovchi qisqich organlari 6 modul korpusiga mahkamlanadi va chiqish shtoklarini kerakli vaqtda to'xtatish uchun xizmat qiladi.

Modulning chiqish shtoki 1 nomagnit materialdan yasaladi va ularning har biriga ikkita ishchi va fiksatsiyalovchi qisqich to'g'ri keladi. Har bir guruhdagi qisqich organlari qattiq mexanik aloqaga ega. Har bir qisqich organiga boshqarish signallari alohida beriladi va natijada shtok 1 lar bir-biriga bog'liq bo'lmagan koordinat harakatlarni bajaradilar.

Koordinat harakatlarining yo'nalishi kompyuter boshqarish qurilmasidan berilayotgan boshqarish signallarining o'zgarish qonunlariga bog'liq bo'ladi.

Uch koordinatali mexatron modulning ishlash prinsipini 15.1 – jadval orqali izohlash mumkin.

Har bir shtok uchun turli xil harakat qonunlari berilishi mumkin. Masalan, shtok 1 chapga “chiziqli harakat” – “to'xtash” – o'ngga harakat qilish mumkin; 2-shtok – chapga “harakat”; 3-shtok – chapga  $B_1$  tezlik bilan harakat qilishi mumkin (15.1 – jadval). Chiqish shtoklarining harakat diapazonlari turli xil bo'lishi

mumkin. Misol tariqasida quyidagi holni ko‘ramiz, unda harakat diapazoni uch etapdan tashkil topadi va bunda har bir etap 4 qadamdan iborat bo‘ladi.

15.1 – jadval

		1- bosqich				2-bosqich				3-bosqich			
KMH M	EM1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	EM2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	EM3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	EM4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Shtok 1	Och	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	Oo‘ 2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	Of 3 siljis h	$X=4\Delta X_n$								$X=4\Delta X_n$			
Shtok 2	Och	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Oo‘ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Of 3 siljis h	$\Delta X_n$				$\Delta X_n$				$\Delta X_n$			
		$X=12\Delta X_n$											
Shtok 3	Och	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Oo‘ 2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	Of 3 siljis h	$\Delta X_n$				$\Delta X_n$				$\Delta X_n$			
		$X_n = \sum_{i=0}^n \Delta X_n = 4\Delta X_n$						$X=4\Delta X_n$					

Jadvalda quyidagi belgilash qabul qilingan: EM1...EM4 – elektromagnitlar; Och1...Och3 – ishchi qisqich organi chapga harakat qilgan holda; Oo‘1...Oo‘3 – ishchi qisqich organi o‘ngga harakat qilgan holda; Of1...Of3 – fiksatsiyalash qisqich organi; X – shtok harakatlarining yig‘indisi;  $\Delta X_n$ ,  $\Delta X_n$ - shtokning bir qadam chapga va (yoki) o‘ngga harakati.

Shtok 1 birinchi etapda 4 qadam chapga, ikkinchi etapda qo‘zg‘almaydi, uchinchi etapda 4 qadam o‘ngga harakat qiladi. Bir qadam elektromagnit harakatlanuvchi qismining  $\Delta X$  ga siljishiga teng.

Jadvalda «1» qisqich organi va elektromagnitlar o‘ramlarining ulangan holati, “0” - ularning ulanmagan holati.

Shtok 2 hamma diapazon bo‘yicha o‘ngga 12 siljiydi. Shtok 3 birinchi va ikkinchi etaplarda chapga  $B_1$  tezlik bilan  $4 \Delta X_A$  ga siljiydi, uchinchi etapda esa  $B_2$  tezlik bilan o‘ngga  $4 \Delta X_B$  ga siljiydi, bunda  $B_2 = 2B_1$ .

Modulning ishlash prinsipini shtok 1ning harakatini olish misolida ko‘ramiz. Misol uchun shtok 1 birinchi etapda 4 qadam chapga harakat qilishi lozim. Elektromagnit harakatlanuvchi qismi 5 ning boshlang‘ich holati 8.6 rasmda ko‘rsatilgan.

Shtokning chapga bir qadamini shakllantirish quyidagicha bo‘ladi: baravariga elektromagnit EM1 va qisqichning ishchi organi  $O_A1$  va harakatlanuvchi qism 5 elektromagnit kuchi ta’sirida magnit o‘tkazuvchi 2 ga tortiladi. Qisqichning ishchi organi yoqilgan bo‘lgani uchun, u shtok 1 ni qattiq qisadi va shu bilan harakatlanuvchi qismning harakati shtokka uzatiladi va u chapga bir qadam qo‘yadi va keyin EM1 va  $O_A1$  o‘chiriladi.

Chapga ikkinchi qadam quyidagicha amalga oshiriladi: EM2 elektromagnit yoqiladi, qisqichning ishchi organi  $O_A1$  yoqilmagan, harakatlanuvchi qism 5 EM2 ning magnit o‘tkazuvchi qismiga tortiladi va o‘ngga harakatlanadi va boshlang‘ich holatni egallaydi (14.4 rasm). Keyin baravariga EM1 va qisqichning ishchi organi  $O_A1$  yoqiladi va harakatlanuvchi qism 5 chapga siljiydi, Bunda qisqichning ishchi organi shtok bilan tishlashadi va shtok bir qadam chapga siljiydi va h.k shtok 1 ning o‘ngga harakatlanuvchi jarayoni ham xuddi shunday bo‘ladi.

Shunday qilib, mexatron modulda harakatlanuvchi qismning ilgarilama-qaytma harakati robotning boshqarish programmasiga asosan chapga va o‘ngga qadamli harakatlariga boshqariladigan qisqich ishchi organi yordamida amalga oshiriladi.

Ko‘rilgan ko‘p koordinatali mexatron modulda uchta bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan chiziqli harakat koordinatalari olingan.

Umuman olganda bitta ko‘p chiziqli mexatron harakat modulida  $n$  ta chiziqli va burchak koordinatalarini olish mumkin. Bunda qo‘shimcha ishchi va fiksatsiya qiluvchi qisqich organlari o‘rnatiladi.

Shunday qilib, intellektual ko‘p koordinatali mexatron harakat modullari robotlar va robototexnik sistemalar ijro modullarining yangi avlodidir.

### **15.4 Mexatron modullarning robototexnikada qo‘llanilishi**

Hozirgi zamon robotlarining ko‘pchiligiga ijro sistemalari shunday quriladiki, unda robot manipulyatorning har bir harakat darajasida alohida ijro modullari qo‘llaniladi [5].

Robotlarni ijro sistemalarining bu tarzda konstruktiv qurishning asosiy kamchiliklari quyidagilar:

- robot harakatlanuvchi zvenolarining o‘lcham va massa ko‘rsatkichlari yuqori bo‘ladi;
- robot konstruksiyasining murakkabligi;
- robot dinamik xarakteristikalarining yomonlashuvi va qo‘yiladigan talabga javob bermasligi.

Ko‘p koordinatali mexatron ijro modullarini turli xil robotlarda qo‘llanilishi robotning o‘lcham va dinamik xarakteristikalarini yaxshilash imkonini beradi. Bu usulda bitta mexatron modul asosida robot zvenolarining aylanma «A» va (yoki) chiziqli “Ch” harakatlarini olish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Ko‘p koordinatali mexatron modullar asosida dekart, silindrik, sferik va burchak koordinat sistemalarida ishlovchi robotlarni yaratish mumkin (15.2-jadval).

Dekart koordinat sistemasida ishlovchi robot uchta chiziqli harakatlarga ega bo‘lgan modul asosida quriladi.

$$D_{kc} = \{\psi_x \psi_y \psi_z\}$$

Silindrik koordinat sistemasida ishlovchi robot bitta aylanma va ikkita chiziqli harakatni amalga oshiruvchi mexatron modul asosida quriladi.

$$C_{kc} = \{A_x \psi_y \psi_z\}$$

Sferik koordinat sistemasida ishlovchi robot ikkita aylanma va bitta chiziqli harakat qiladigan modul asosida yaratiladi.

$$C_{kc} = \{A_x A_{\beta} \varphi_3\}$$

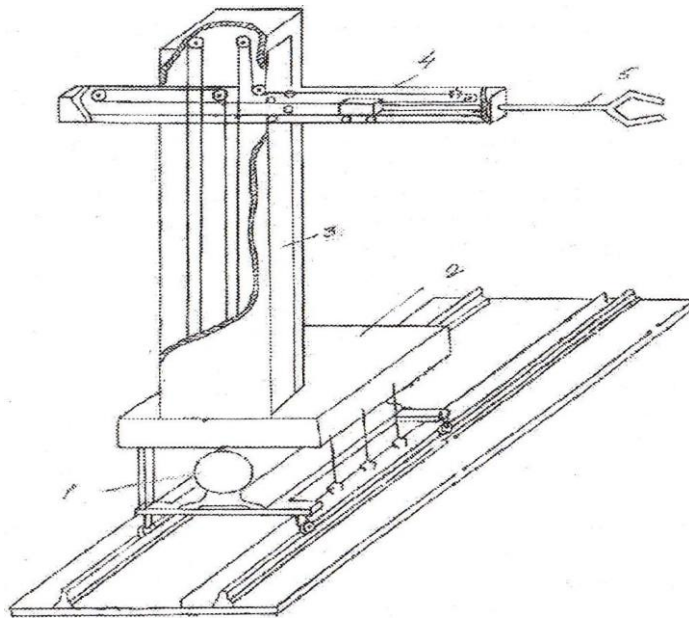
15.2 – jadval.

### Ko‘p koordinatali mexatron modullar

Koordinat sistemalari	Mexatron modulning chiqishi	Robotning kinematik sxemasi
Dekart	$\{\varphi_x \varphi_y \varphi_z\},$ $\{\varphi_x \varphi_x \varphi_z\},$ $\{\varphi_y \varphi_x \varphi_z\},$ $\{\varphi_z \varphi_x \varphi_y\}$	
Silindrik	$\{\varphi_x A_{\alpha} \varphi_z\},$ $\{A_{\varphi} \varphi_3 \varphi_{\beta}\},$ $\{\varphi_x \varphi_z A_y\}$	
Sferik	$\{A_{\alpha} \varphi_x A_y\},$ $\{\varphi_3 A_y A_{\varphi}\},$ $\{A_{\alpha} A_y \varphi_{\beta}\}$	
Burchak(angulyar)	$\{A_x A_x A_x\},$ $\{A_3 A_3 A_3\}$	

Mexatron modullarning robototexnikada qo‘llanilishiga misol 15.5- rasmda keltirilgan [37, 38].





**15.5- rasm. Ko‘p koordinatali mexatron modul asosida qurilgan sanoat roboti:**

1 – ko‘p koordinatali mexatron modul, 2 – “u” o‘qi bo‘yicha gorizontol harakat zvenosi, 3 – “z” o‘qi bo‘yicha vertikal harakat zvenosi, 4 – “x” o‘qi bo‘yicha gorizontol harakat zvenosi, 5 – qisqich qurilmasi.

Dekart koordinat sistemasida ishlovchi sanoat roboti ko‘p koordinatali mexatron moduldan (1), “u”- o‘qi bo‘yicha harakatlanuvchi zvenodan (2), “z” o‘qi bo‘yicha vertikal harakatlanuvchi zvenodan (3), “x” – o‘qi bo‘yicha gorizontol harakat modulidan (4) va qisqich qurilmasidan (5) tashkil topgan.

Bu robotning asosiy xususiyatlari shundan iboratki, gabarit o‘lchamlari va massa ko‘rsatkichlari kichik, dinamik xarakteristikolari yaxshilangan va bitta ko‘p koordinatali mexatron modul barcha harakatlarni olish imkonini beradi.

**Nazorat savollari**

1. Mexatronika deganda nima tushuniladi?
2. Robototexnik tizimlarning chiziqli harakat intellektual mexatron modullarnig vazifalari nimalardan iborat?
3. Mexatron modullarning robototexnikada qo‘llanilishini aytib bering?
4. Mexatronikaning tashkil etuvchi qismlariga nimalar kiradi?
5. Mexatron modullarining sinflanishini aytib bering?

## XULOSA

Hozirgi zamon yuqori texnologiyalarida sanoat robotlari va robototexnika tizimlari keng qo'llanilmoqda. Robotlar, robototexnik va moslashuvchan ishlab chiqarish sistemalari ishlab chiqarishni rivojlantirishning texnik asoslari hisoblanadi. Hozirgi zamon yangi texnologiyalarida robotlar va robototexnik sistemalarni qo'llash yildan yilga oshib bormoqda. Mazkur darslikda "Robotlar va robototexnik tizimlar" darsligi bo'yicha xulosalar quyidagilarni o'z ichiga oladi.

***Birinchi bobda.*** Robotlarning ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashdagi roli tahlil qilingan. Robotlar bo'yicha umumiy tushunchalar va ta'riflar, robotlarning sinflanishi, sanoat robotining strukturasi, intellektual, adaptiv va programmali robotlar, robotlarning texnik xarakteristikalarini va robotning modul qurish prinsipi keltirilgan.

***Ikkinchi bobda.*** Robotlarning mexanik sistemasi, kinematikasi, robot manipulyatorlarining kinematik kamponovkalari, ularning konstruktiv xususiyatlari, robotlarning ishchi organlari harakatlanish qurilmalari bayon qilingan.

***Uchunchi bobda.*** Robotlarning pnevmatik, gidravlik va elektrik yuritmalari va ko'p koordinatali yuritmalari va ular asosidagi sanoat roboting konstruksiyasi va ishlash prinsipi bayon qilingan.

***To'rtinchi bobda.*** Sanoat robotlarining boshqarish sistemalari, ularning sinflanishi, robotlarni avtomatik boshqarish sistemalari, programmali boshqarish sistemalari, siklli, pozitsion, kontur boshqarish sistemalari ko'rilgan.

***Beshinchi bobda.*** Robototexnik tizimlar va komplekslar ularga qo'yiladigan talablar, robototexnik komplekslarning sinflanishi keltirilgan.

***Oltinchi bobda.*** Robototexnik komplekslarda robotlar qo'llanilishining asosiy sxemalari, robototexnik komplekslarni joylashtirishning asosiy turlari keltirilgan.

**Yettinchi bobda.** Robototexnik komplekslar yordamida yig'uv operatsiyalarini avtomatlashtirish, yig'uv robotlari va komplekslari, moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlarining asosiy xarakteristikalarini, yig'uv operatsiyalarini avtomatlashtirishda adaptiv robotlarning qo'llanilishi bayon qilingan.

**Sakkizinchi bobda.** Mexanik ishlov berish robototexnik komplekslari, stanok guruhiiga xizmat qiluvchi RTKlar, temirchilik – presslash operatsiyalarida ishlatiladigan RTKlar, issiq shtamlash RTKlari, termik ishlov berish RTKlari keltirilgan.

**To'qqizinchi bobda.** Mobil robototexnik sistemalarning vazifalari, siniflanishi, mobil transport robototexnik sistemasining informatsiya datchik larga ega MP-12T robokarasi keltirilgan.

**O'ninchi bobda.** Robototexnik komplekslarning informatsion sistemalari, ularning vazifalari, siniflanishi, taktil sensorlari, texnik ko'rish sistemalari va kuch moment datchiklari bayon qilingan.

**O'n birinchi bobda.** Robotlarning ishlab chiqarishda qo'llanilishi, temirchilik – presslash uskunalari xizmat qiluvchi robotlar, metal qirquvchi dastgohlarga xizmat qiluvchi sanoat robotlari va ularning asosiy xarakteristikalarini keltirilgan.

**O'n ikkinchi bobda.** Robotlarni sozlash, ishga tushirish va texnik xizmat ko'rsatish va texnik xarakteristikalarini tekshirish, sanoat roboti parametrlarini nazorat qilish apparaturasi va vositalari elementlari bayon qilingan. Robototexnikada unifikatsiyalash va standartlashtirish ko'rilgan.

**O'n uchinchi bobda.** Intellektual robototexnik tizimlar, ularning asosiy elementlari va ishlash prinsiplari, intellektual model, intellektual robototexnik tizimni qurishning asosiy yo'nalishlari va ularni bilimlar aks ettirishning usullari keltirilgan.

**O'n to'rtinchi bobda.** Sanoat robotlarini ishlatishda mehnat havfsizligi, ularni ta'minlashda masalalari, RTK tarkibidagi robotning va uskunalarning havfsiz ishlashini ta'minlovchi qurilmalar bayon qilingan.

***O‘n beshinchi bobda.*** Hozirgi zamon fan va texnikasida mexatronikaning ahamiyati, zamonaviy mexatron modullarning sinflanishi, robototexnika sistemalarining chiziqli harakat intellektual modullari, mexatron modullarning robototexnikada qo‘llanilishi bayon qilingan.

## GLOSSARIY

<b>Termin</b>	<b>O‘zbek tilidagi sharhi</b>	<b>Ingliz tilidagi sharhi</b>
<i><b>Adaptiv robot</b></i>	boshqariladigan dastur ish muhitining va / yoki robotning o'zi boshqaradigan parametrlarga qarab harakatlar ketma-ketligini yoki xususiyatini maqsadli ravishda o'zgartiradi.	the control program of which purposefully changes the sequence or nature of actions depending on the controlled parameters of the working environment and / or the functioning of the robot itself.
<i><b>Robototexnik tizim</b></i>	axborot va funksional ravishda bir-biriga bog'langan robotlar, avtomatik va / yoki avtomatlashtirilgan qurilmalar va boshqa jihozlarning kombinatsiyasi.	a combination of robots, automatic and / or automated devices and other equipment, informationally and functionally interconnected;
<i><b>Mobil robot</b></i>	nazorat qilish dasturiga muvofiq ish muhitida harakat qilish qobiliyatiga ega. 1. Mobil robotlar ajralib turadi: qo'zg'alish turi bo'yicha - g'ildirakli, izli, yurish va hk.	capable of moving in a working environment in accordance with the control program. 1. mobile robots distinguish: by type of propulsion - wheeled, tracked, walking, etc.
<i><b>Taktil sensor</b></i>	Robotning atrof muhit ob'ektlari bilan aloqasini o'lchagan xususiyatlarini robotning taktil tizimida qayta ishlash uchun mos keladigan signallarga o'zgartiradigan tashqi ma'lumot sensori.	an external information sensor that converts the measured characteristics of the robot's contact with environmental objects into signals suitable for processing in the robot's tactile system
<i><b>Avtomat Automatic</b></i>	yunoncha „automatos“ – o‘zicha harakatlanuvchi	from the Greek “Auto-matos “ is itself a valid
<i><b>Manipulyator konfiguratsiya maydoni</b></i>	berilgan pozitsiya va ishchi organ yo'nalishini boshqarish uchun manipulyatorning umumlashtirilgan koordinatalarini aniqlash. manipulyatorning umumlashtirilgan koordinatalarining ruxsat etilgan qiymatlari maydoni	determination of the generalized coordinates of the manipulator for a given position and orientation of the working body. the space of admissible values of the generalized coordinates of the manipulator
<i><b>manipulyatorning harakatchanlik</b></i>	manipulyatorning ishchi organi belgilangan	part of the working area in which the working body of

<i><b>darajalari soni</b></i>	funksiyalarni bajaradigan ish qismining qismi. haydovchi tomonidan boshqariladigan manipulyatorning umumlashtirilgan koordinatalari soni.	the manipulator performs the specified functions. the number of generalized coordinates of the manipulator controlled by the drive.
<i><b>Robotning lokatsion tizimi</b></i>	Masofani aniqlashga mo'jallangan lokatsiya tizimi	robot for localization; We upset the system;
<i><b>Avtomatik qurilma Automatic device</b></i>	mexanik, elektrik, pnevmatik, gidravlik yoki kombinatsiyalashgan qurilmalar to'plami bo'lib, ular insonning doimiy ishtirokisiz o'z-o'zidan kelib chiqib ishlaydilar.	the combination of mechanical, electrical, pneumatic, hydraulic or combined, - without constant human intervention
<i><b>Adaptiv mashina Adaptive machine</b></i>	adaptivlik intellektual xossasiga ega bo'lgan intellektual mashina	intelligent machine possessing the intellectual property of adaptability
<i><b>Boshqaruv Management</b></i>	bitta yoki bir nechta jarayonlarni bajarishga yo'naltirilgan harakatlar to'plami. Agar boshqaruv insonning bevosita ishtirokisiz amalga oshsa, bunday boshqaruv – avtomatik boshqaruv deb ataladi.	a set of actions aimed at the implementation of one or more processes. If management is done without direct human intervention, this is called automatic control
<i><b>Boshqaruv ob'ekti The object of managements</b></i>	mexanizm, agregat, yoki texnologik jarayon bo'lib, uning maqsadli ishlashi ta'minlanishi lozim. Korxonalar, q/x fermalar, insonlar jamoasi va boshqalar boshqaruv ob'ekti bo'lishi mumkin	a mechanism or process unit, focused operation of which should be ensured. The object can be management enterprises, agricultural farm, groups of people, etc.
<i><b>Datchiklar tizimi Sensor system</b></i>	bir necha datchiklardan tuzilgan tizim bo'lib, bir datchikdan olingan ma'lumotlar ikkinchisi uchun qo'shimcha ma'lumot hisoblanadi	system consisting of multiple sensors, used to complement the data of one sensor data from other
<i><b>Jarayon Process</b></i>	biror ob'ekt yoki tizim holatining ketma-ket almashishi, buning natijasida siljish yoki materiallar zahirasi, quvvati va	sequential change of conditions of any object or system, during which they move or change a stock of materials, energy and

	informatsiya o'zgaradi	information
<b>Intellektual mashina</b> <b>Intelligence machine</b>	sun'iy intellektga ega mashina	machine with artificial intelligence
<b>Intellektual material</b> <b>Intelligence material</b>	sodda intellektga mos xossalarga ega bo'lgan kompozitsion material (tuzilma)	composite material (structure), which has properties that correspond to primitive intelligence
<b>Intellektual datchik</b> <b>Intelligence sensor</b>	o'zida sezish, xis qilish, analog va raqamli signalni qayta ishlash, avtomatik, o'zi-o'zini kalibrovka qilish, kompensatsiyalash funksilarni jam qilgan avtonom birlik	self-contained unit that integrates the functions of sensation, perception, processing of analog and discrete signals, automatic and self calibration and compensation
<b>Ijro mexanizmi</b> <b>Executive</b>	mexatron tizimining bir qismi bo'lib, mashina ishini hal qiluvchi tizimidan yoki bevosita xis qilish tizimidan (datchiklardan) olingan ma'lumotlar asosida boshqaradi	part of the mehatrons system, which cars on the basis of data obtained from critical system or directly from the system perception (obtained)
<b>Mexatronika</b> <b>Mexatronic</b>	sun'iy intellektga ega texnik tizimlarni tuzishda mexanika, elektrotexnika, elektronika va axborot texnologiyalarini, ayniqsa, mexanizm va mashinalarni bog'lovchi kombinatsiya	connecting a combination of mechanics, electrical engineering, electronics and information technologies to create systems with artificial intelligence, in particular machinery and equipment
<b>Mexatron tizim arxitekturasi</b> <b>Mexatronic systems architecture</b>	mexatron tizim komponentlari ierarxiyasi yoki qurilmasi	hierarchy or device components mehatrons system
<b>Mexatron tizim</b> <b>Mexatronic system</b>	mexatronika prinsiplari asosida yaratilgan tizim	system created on the basis of the principles of Mechatronics
<b>Hal qiluvchi tizim</b> <b>The decisive mechanism</b>	mexatron tizimning bir qismi bo'lib, qabul qilingan inforatsiyani baholaydi va keyingi hatti-harakatlarni	part of the mehatrons system, which information and plans actions

	trejalashtiradi	
<b><i>His qilish tizimi</i></b> <b><i>Sensory system</i></b>	mexatron tizimning bir qismi bo‘lib, mashina va tashqi muhit holati haqida-gi informatsiyani to‘plash, qayta ishlash va taqsimlash ishlarini bajaradi	part of the mehatronns system, which storage, processing and distribution of information on the State of the machine and the environment.
<b><i>O‘z-o‘zini tashkil etish</i></b> <b><i>Self-organization</i></b>	biror tashqi ta’sirlarsiz tuzilmani tuzish qobiliyati	ability to create structure without any external influences
<b><i>O‘z-o‘zini roslash</i></b> <b><i>Self-adaptation</i></b>	atrof muhitda ishlash vaqtida istalgan natijaga erishish qobiliyati bo‘lib, u vaqt davomida o‘zgarishlarga uchraydi	the machine's ability to reach and maintain the desired behavior when running in the environment, that was undergoingfinal changes over time
<b><i>O‘z-o‘zini tiklash</i></b> <b><i>Self-healing</i></b>	mashinaning ish qobiliyatini tiklay olishi	the ability of machines to recovery
<b><i>O‘z-o‘zini diagnostika qilish</i></b> <b><i>Self-diagnostics</i></b>	mashinaning ishchi holatini nazorat qilish va baholay olish qobiliyati	the ability of machines to monitor and evaluate the operational status



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Angeles J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems Theory, Methods, and Algorithms. -VerlagNew York, Inc., 2003. 545 p.
2. Kurfess T. Robotics and automation handbook. CRC Press LLC, 2005. —519 p.
3. Sandin P. Robot Mechanisms and Mechanical Devices Illustrated. - McGraw-Hill, 2003. 337p.
4. Юревич Е.И. Основы робототехники – СПб, БХВ – Петербург, 2010. -368 с
5. Nazarov X.N. Robototexnik tizimlar va komplekslar: O‘quv qo‘llanma Toshkent “Iqtisod-Moliya” 2017 – 64 b
6. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 480 с
7. Nazarov X.N. Robotexnik asoslari Toshk. davlat. tex. univ. Toshkent, 2015 – 104 b
8. Назаров Х.Н. Робототехнические системы и комплексы. Уч. пособия – Т.: ТГТУб 2004,101 с
9. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. КНОРУС, 2017. - 560с.
10. Глазунова. В.А.Новые механизмы в современной робототехнике / под. ред.–М.: ТЕХНОСФЕРА, 2015. –312 с.
11. Патент России №1598380 H02K33/02, Промышленный робот / Назаров Х.Н., Хасанов П.Ф. –27.11.1996, БИ №23.
12. Патент России №1677959 H02K33/02, Промышленный робот / Назаров Х.Н., Хасанов П.Ф. –27.11.1996, БИ №23.

## MUNDARIJA

KIRISH	3
1-BOB. ISHLAB CHIQRISHNI KOMPLEKS AVTOMATLASH TIRISHDA ROBOTLARNING ROLI. ROBOTLAR BO‘YICHA UMUMIY TUSHUNCHALAR.	5
1.1. Robotlar haqida umumiy tushunchalar va ta’riflar	5
1.2. Robotlarning sinflanishi	8
1.3. Sanoat roboti va uning strukturasi	11
1.4. Intellektual, adaptiv va programmali robotlar	13
1.5. Robotlarning texnik xarakteristikalar	16
1.6. Robotning modul qurish prinsipi	17
1.7. Avtomobilsozlikda robotlarning qo‘llanilishi	20
2-BOB. ROBOTLARNING MEXANIK TIZIMI	24
2.1. Sanoat robotining kinematikasi	24
2.2. Robot manipulyatorlarning kinematik komponentlari	31
2.3. Robot manipulyatorlarining konstruktiv xususiyatlari	33
2.4. Robotlarning ishchi organlari. Sanoat robotlarining qisqich qurilmalari	37
2.5. Robotlarning harakatlanish qurilmalari	40
2.6. Sanoat robotlarining uzatish mexanizmlari	42
3-BOB. ROBOTLARNING YURITMALARI	45
3.1. Robotning pnevmatik yuritmasi	46
3.2. Robotning gidravlik yuritmasi	48
3.3. Robotlarning elektrik yuritmasi	50
3.4. Robotlarning ko‘pkoordinatali yuritmalari	53
4-BOB. SANOAT ROBOTLARINI BOSHQARISH TIZIMLARI	58
4.1. Boshqarish tizimlarning sinflanishi	58
4.2. Sanoat robotlarini avtomatik boshqarish tizimlari	61
4.3. Robotlarni programmali boshqarish tizimlari	64
4.4. Sikli boshqarish tizimlari	69
4.5. Pozitsion boshqarish tizimlari	72
4.6. Robotlarning kontur boshqarish tizimlari	74
5-BOB. ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR VA KOMPLEKSLAR	77
5.1. RTK larga qo‘yiladigan umumiy talablar	77

5.2.	Robototexnik komplekslarning sinflanishi	80
<b>5-BOB. ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARDA ROBOTLARNING QO‘LLANILISHI</b>		<b>84</b>
6.1.	Sanoat robotlarining robototexnik komplekslarda qo‘llanishining asosiy sxemalari	84
6.2.	Robototexnik komplekslarni joylashtirish. RTKlarni joylashtirishning asosiy turlari	89
<b>7-BOB. YIG‘UV ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARI</b>		<b>97</b>
7.1.	Robototexnik komplekslar yordamida yig‘uv operatsiyalarini avtomatlashtirish	97
7.2.	Yig‘uv robotlari va komplekslari	98
7.3.	Moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlarining asosiy xarakteristikalarini	99
7.4.	Yig‘uv operatsiyalarini avtomatlashtirishda moslashuvchan robotlarning qo‘llanishi	103
<b>8-BOB. MEXANIK ISHLOV BERISH ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARI</b>		<b>106</b>
8.1.	Mexanik ishlov berish RTKlari	106
8.2.	Stanoklar guruhiga xizmat ko‘rsatuvchi RTKlar	107
8.3.	Temirchilik – presslash operatsiyalarida ishlatiladigan RTK lar	106
8.4.	Issiq shtamplash RTKlari. Issiq shtamplash RTKlariga xizmat ko‘rsatish. Termik ishlov berish RTKlari	110
<b>9-BOB. MOBIL ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR</b>		<b>113</b>
9.1.	Mobil robototexnik tizimlarning vazifalari	113
9.2.	MRTLarning sinflanishi	114
9.3.	Mobil transport robototexnik tizimi tashqi informatsiya datchiklariga ega MP-12t robokarasi	118
<b>10-BOB. ROBOTOTEXNIK KOMPLEKSLARNING INFORMATSION TIZIMLARI</b>		<b>123</b>
10.1.	Robototexnik komplekslarning informatsion qurilmalari va ularning vazifalari	123
10.2.	Taktil sensorlari	125
10.3.	Texnik ko‘rish tizimlari	128
10.4.	Sezishning lokatsion tizimlari	130
10.5.	Kuch-moment datchiklari	131
<b>11-BOB. ROBOTLARNING ISHLAB CHIQARISHDA QO‘LLANILISHI</b>		<b>133</b>

11.1.	Sanoat robotlarining ishlab chiqarishda qo‘llanilishi Temirchilik – preslash uskunalariga xizmat qiluvchi robotlar.	133
11.2.	Detallar tiplarining xarakteristikalarini va sanoat robotlariga qo‘yiladigan talablar	134
11.3.	Yig‘uv operatsiyalarini bajaruvchi sanoat robotlari	135
11.4.	Metall qiruvchi dastgohlarga xizmat qiluvchi sanoat robotlari va ularning asosiy xarakteristikalarini	138
<b>12-BOB. ROBOTLARNI SOZLASH, ISHGA TUSHIRISH VA TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH</b>		<b>143</b>
12.1.	Robotlarni sozlash va ishga tushirish	143
12.2.	Robotlarni ishga tushirish va texnik xarakteristikalarini tekshirish	145
12.3.	Sanoat roboti parametrlarini nazorat qilish apparaturasi va vositalari elementlari	146
12.4.	Sanoat roboti parametrlarini nazorat va diagnostika qilish vositalari. Sozlash ishlarida diagnostikaning vazifasi	153
12.5.	Robot gidroyuritmalarini sozlash va texnik xizmat ko‘rsatish	154
12.6.	Robotlarning pnevmoyuritmalarini sozlash va texnik xizmat ko‘rsatish	158
12.7.	Robototexnikada unifikatsiyalash va standartlashtirish	159
12.9.	Unifikatsiyalashtirish	160
12.10.	Standartlashtirish	161
<b>13-BOB. INTELLEKTUAL ROBOTOTEXNIK TIZIMLAR</b>		<b>164</b>
13.1.	Intellecttual robototexnik tizimlari, Asosiy tushunchalar	164
13.2.	Intellecttual robototexnik tizimlarning tarixiy tahlili	169
13.3.	Robototexnikada intellecttual masalalar va intellecttual model	175
13.4.	Intellecttual robototexnik tizimni qurishning asosiy yo‘nalishlari.	186
13.5.	Intellecttual robototexnik tizimlarda bilimlarni aks ettirish modellari	192
<b>14-BOB. SANOAT ROBOTLARINI ISHLATISHDA MEHNAT HAVFSIZLIGI</b>		<b>198</b>
14.1.	Robototexnik kompleks tarkibidagi robotning havfsizlik tizimini qurishning umumiy masalalari	198
14.2.	Robototexnik kompleks tarkibidagi robotning va uskunalarining halokatsiz va havfsiz ishlashini taminlovchi qurilmalar	202
<b>15-BOB. MEXATRONIKA - HOZIRGI ZAMON FAN VA TEXNIKASINING YANGI YO‘NALISHIDIR</b>		<b>205</b>

15.1.	Mexatronika tushunchasi	205
15.2.	Zamonaviy mexatron modullarning sinflanishi	206
15.3.	Robototexnika tizimlarining chiziqli harakat intellektual mexatron modullari	209
15.4.	Mexatron modullarning robototexnikada qo'llanilishi	215
	XULOSA	218
	GLOSSARIY	221
	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR	225

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	4
ГЛАВА 1. РОЛЬ РОБОТОВ В КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О РОБОТАХ.	7
1.1. Общие понятия и определения о роботах.	7
1.2. Классификация роботов.	8
1.3. Промышленный робот и его структура.	11
1.4. Интеллектуальные, адаптивные и программные роботы.	16
1.5. Технические характеристики роботов.	19
1.6. Модульный принцип построения роботов.	21
1.7. Применение роботов в автомобилестроении	
ГЛАВА 2. МЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РОБОТОВ	25
2.1. Кинематика промышленных роботов.	25
2.2. Кинематические компоновки манипуляторов роботов.	32
2.3. Конструктивные особенности манипуляторов роботов.	34
2.4. Рабочие органы роботов. Захватные устройства промышленных роботов.	35
2.5. Устройства передвижения роботов.	38
2.6. Передаточные механизмы роботов.	40
ГЛАВА 3. ПРИВОДЫ РОБОТОВ.	44
3.1. Пневматический привод роботов.	46
3.2. Гидравлический привод роботов.	48
3.3. Электрический привод роботов.	50
3.4. Многокоординатные приводы роботов.	53
ГЛАВА 4. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ	57
4.1. Классификация систем управления.	57
4.2. Системы автоматического управления промышленными роботами.	60
4.3. Системы промышленного управления роботами.	64
4.4. Системы циклового управления.	69
4.5. Системы позиционного управления.	72
4.6. Контурные системы управления роботами.	75
ГЛАВА 5. РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ.	78

5.1.	Общие требования к РТК.	78
5.2.	Классификация робототехнических комплексов.	81
ГЛАВА 6. ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ.		86
6.1.	Основные системы применения промышленных роботов в робототехнических комплексах.	86
6.2.	Компоновка робототехнических комплексов. Основные разновидности РТК.	91
ГЛАВА 7. СБОРОЧНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ.		100
7.1.	Автоматизация сборочных операций с помощью робототехнических комплексов.	100
7.2.	Сборочные роботы и комплексы.	102
7.3.	Основные характеристики гибких производственных систем.	103
7.4.	Применение адаптивных роботов в автоматизации сборочных операций.	106
ГЛАВА 8. РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.		100
8.1.	РТК механической обработки.	110
8.2.	РТК для обслуживания группы станков.	111
8.3.	РТК применяемые в кузнечно-прессовых операциях.	114
8.4.	РТК горячей штамповки. Обслуживания РТК горячей штамповки. РТК термической обработки.	115
ГЛАВА 9. МОБИЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.		118
9.1.	Назначение мобильных робототехнических систем.	118
9.2.	Классификация мобильных робототехнических систем.	120
9.3.	Мобильная транспортная робототехническая система. Робокара МП-12т с датчиками внешней информации.	123
ГЛАВА 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ		129
10.1.	Информационные устройства робототехнических комплексов и их назначение.	129
10.2.	Тактильные сенсоры.	131
10.3.	Системы технического зрения.	134
10.4.	Локационные системы осязания.	136
10.5.	Сило-моментные датчики.	138
ГЛАВА 11. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ. ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ.		140

11.1.	Основные характеристики гибких производственных систем.	140
11.2.	Применение промышленных роботов в производстве.	141
11.3.	Роботы обслуживающие кузнечно-производственные оборудования. Характеристики типов деталей и требования, предъявляемые роботам.	143
11.4.	Промышленные роботы выполняющие сборочные операции.	146
ГЛАВА 12. НАЛАДКА, ПУСК И ОБСЛУЖИВАНИЕ РОБОТОВ.		152
12.1.	Наладка и пуск роботов.	152
12.2.	Пуск роботов и проверка технических характеристик.	154
12.3.	Аппаратура и элементы средств контроля параметров промышленных роботов.	156
12.4.	Средства контроля и диагностика параметров промышленных роботов. Назначение диагностики в наладочных работах.	162
12.5.	Наладка и эксплуатация гидроприводов роботов.	164
12.6.	Наладка и обслуживание пневмоприводов роботов.	168
12.7.	Унификация и стандартизация в робототехнике.	171
12.8.	Основные понятия.	171
12.9.	Унификация.	172
12.10.	Стандартизация.	173
ГЛАВА 13. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.		
13.1.	Интеллектуальные робототехнические системы. Основные понятия.	
13.2.	Исторический обзор интеллектуальных робототехнических систем	
13.3.	Интеллектуальные задачи и модели	
13.4.	Основные направления интеллектуальных робототехнических систем	
13.5.	Модели представления знаний в интеллектуальных системах	
ГЛАВА 14. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ.		176
14.1.	Основные задачи построения систем безопасности роботов в составе робототехнических комплексов.	176
14.2.	Устройства обеспечивающие без аварийную и безопасную работу роботов в составе робототехнических комплексов.	180
ГЛАВА 15. МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА НОВЫЕ		



НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ.	183
15.1. Понятие мехатроники.	183
15.2. Классификация современных мехатронных модулей.	184
15.3. Интеллектуальные мехатронные модули линейного движения робототехнических систем.	187
15.4. Применение мехатронных модулей в робототехнике.	194
ГЛОССАРИЙ	198
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.	201

## CONTENTS

<b>INTRODUCTION</b>	4
<b>1-CHAPTER. ROLE OF ROBOTS IN COMPLEX AUTOMATION OF PRODUCTION. GENERAL CONCEPTS ABOUT ROBOTS.</b>	5
1.1. General concepts and definitions about robots.	7
1.2. Classification of robots.	11
1.3. Industrial robot and its structure.	13
1.4. Intelligent, adaptive and software robots.	16
1.5. Technical characteristics of robots.	19
1.6. The modular principle of building robots.	21
<b>2-CHAPTER. MECHANICAL ROBOT SYSTEM</b>	25
2.1. Kinematics of industrial robots.	25
2.2. Kinematic layout of robotic arms.	32
2.3. Design features of robotic arms.	34
2.4. Working bodies of robots. Gripping devices of industrial robots.	35
2.5. Robot movement devices.	38
2.6. Transmission mechanisms of robots.	40
<b>3- CHAPTER. DRIVES OF ROBOTS.</b>	44
3.1. Pneumatic drive of robots.	46
3.2. Hydraulic drive of robots.	48
3.3. Electric drive robots.	50
3.4. Multi-axis robot drives.	53
<b>4- CHAPTER. INDUSTRIAL ROBOT MANAGEMENT SYSTEMS</b>	57
4.1. Classification of control systems.	57
4.2. Automatic control systems for industrial robots.	60
4.3. Industrial robot control systems.	64
4.4. Cycle Management Systems.	69
4.5. Positional control systems.	72
4.6. Contour robot control systems.	75
<b>5-CHAPTER. ROBOTIC SYSTEMS AND COMPLEXES.</b>	78
5.1. General requirements for RTK.	78
5.2. Classification of robotic systems.	81

<b>6-CHAPTER. APPLICATION OF ROBOTS IN ROBOTIC COMPLEXES.</b>	86
6.1. The main systems for the use of industrial robots in robotic complexes.	86
6.2. The layout of robotic systems. The main varieties of RTK.	91
<b>7-CHAPTER. ASSEMBLY ROBOTIC COMPLEXES.</b>	100
7.1. Automation of assembly operations using robotic systems.	100
7.2. Assembly robots and complexes.	102
7.3. Key Features of Flexible Manufacturing Systems.	103
7.4. The use of adaptive robots in the automation of assembly operations.	106
<b>8-CHAPTER. ROBOTIC COMPLEXES OF MECHANICAL PROCESSING.</b>	110
8.1. RTK machining.	110
8.2. RTK for servicing a group of machines.	111
8.3. RTK used in forging operations.	114
8.4. RTK hot stamping. RTK hot stamping services. RTK heat treatment.	115
<b>9-CHAPTER. MOBILE ROBOTICAL SYSTEMS.</b>	118
9.1. Purpose of mobile robotic systems.	118
9.2. Classification of mobile robotic systems.	120
9.3. Mobile transport robotic system. Robocara MP-12t with external information sensors.	123
<b>10-CHAPTER. INFORMATION SYSTEMS OF ROBOTIC COMPLEXES</b>	129
10.1. Information devices of robotic complexes and their purpose.	129
10.2. Tactile sensors.	131
10.3. Vision systems.	134
10.4. Sensory location systems.	136
10.5. Force-moment sensors.	138
<b>11-CHAPTER. MAIN STAGES OF AUTOMATION OF PRODUCTION. APPLICATION OF ROBOTS IN PRODUCTION.</b>	140
11.1. Key features of flexible manufacturing systems.	140
11.2. The use of industrial robots in production.	141
11.3. Robots serving forging equipment. Part Type Specifications and Robot Requirements.	143
11.4. Industrial robots performing assembly operations.	146
<b>12-CHAPTER. ADJUSTING, STARTING AND MAINTENANCE</b>	

<b>OF ROBOTS.</b>	152
12.1. Setting up and starting robots.	152
12.2. Start up robots and check technical specifications.	154
12.3. Equipment and elements of means for controlling the parameters of industrial robots.	156
12.4. Means of control and diagnostics of parameters of industrial robots. The purpose of diagnostics in commissioning robots.	162
12.5. Adjustment and operation of hydraulic actuators of robots.	164
12.6. Adjustment and maintenance of pneumatic actuators of robots.	168
12.7 Unification and standardization in robotics.	171
12.8. Basic concept.	171
12.9. Unification.	172
12.10. Standardization.	173
<b>CHAPTER 13. INTELLECTUAL ROBOTIC SYSTEMS.</b>	
13.1. Intelligent robotic systems. Basic concepts.	
13.2. Historical Overview of Intelligent Robotic Systems	
13.3. Intellectual tasks and models	
13.4. The main directions of intelligent robotic systems	
13.5. Knowledge Representation Models in Intelligent Systems	
<b>14-CHAPTER. LABOR SAFETY WHEN WORKING INDUSTRIAL ROBOTS.</b>	176
14.1. The main tasks of building security systems for robots as part of robotic systems.	176
14.2. Devices providing without emergency and safe operation of robots as part of robotic systems.	180
<b>15-CHAPTER. MECHATRONICS AND ROBOTICS NEW DIRECTIONS OF MODERN SCIENCE AND TECHNOLOGY.</b>	183
15.1. The concept of mechatronics.	183
15.2. Classification of modern mechatronic modules.	184
15.3. Intelligent mechatronic modules for linear motion of robotic systems.	187
15.4. The use of mechatronic modules in robotics.	194
<b>GLOSSARY</b>	198
<b>REFERENCES</b>	201



