

Mundarija

Kirish	2
1. Mexatronikaga ta`rif.....	3
2-3 Mexatronika tizimlarining strukturasi va xususiyatlari.....	15
4. Avtomatlashtirilgan texnologik komplekslarda mexatronika tizimlarini qo`llash.....	34
5. Ishlab chiqarish va mobil (ommabop) robotlar.....	50
6. Mexatronika tizimlarini avtomobil transportlarida qo`llash.....	66
7. Mexatronika tizimlarini qo`llash amaliyoti.....	81
8. Mexatronika elektryuritmalari.....	102
9. Mexatronika gidravlik va pnevmatik yuritmalari.....	117
10. P`ezoelektrik, bionik va elektrpnevmatik yuritmalar.....	137
11. Harakat o`zgartirgichlari.....	150
12. Friksion uzatmalar. Egiluvchan uzatish moslamalari.....	167
13. Mexatronikada tormozlarning va yo`naltiruvchilarning qo`llanishi.....	180
14. Mexatronik harakat modullari strukturasi va klassifikatsiyasi. Harakat modullari.....	198
15. Mexatronik harakat modullari.....	211
16. Intellektual mexatronik modullar.....	221
17-18. Mexatronika tizimlari boshqarish boshqichlari.....	235
Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.....	245

Kirish

Oxirgi yuz yillikning umumilmiy va texnikasi rivojiga ilmlar integratsiyasi, dekompozitsiyalash tamoyilini engish, tizimli yondoshishga intilish kabilar asosiy rol egallaydi. Buning guvohi sifatida kibernetika, bionika, sistemotexnika va nihoyat mexatronika kabi yangi ilmiy-texnik yo`nalishlarning paydo bo`lishini kuzatishimiz mumkin. Ayniqsa mexatronika kontseptsiyasi texnik tizimlarning barcha funktsiyaonal komponentlarini global integratsiyasini ko`rsatib berib, ikki hamda texnikaning umumiy masalalarini echishda zamonaviy avtomatik va avtomatlashtirilgan tizimlar va ularning kompleksi yagona konstruksiyalarini jipslashtirishda aks etilishi mumkin bo`lib, ular maqsad sifatida intellektlashtirishni miniattyuralashtirish hisoblanadi.

“Mexatronika” fani mutassislik fani bo`lib 5321700-“*Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlari*” yo`nalishi bakalavr talabalarini tayyorlash uchun mo`ljalangan, bu fanni o`rganish jarayonida talabalar mexatronika asoslari bilan tanishib o`tishadi hamda mexatronika qurilmalarini amalda qo`llash misollari va hisoblash usullarini ko`rib o`tishadi.

Fanni o`qitishdan maqsad talabalarni mexatronika va robototexnika modullari va tizimlarini boshqarish tizimlari va mexatronika va robototexnika tizimlarini tahlil etish va sintezlash bo`yicha ilmiy-tadqiqot va ijodiy innovatsion faoliyat olib borishga tayyorlash.

Fanda mashinasozlikning turli sohalari va boshqa sohalardagi texnikaning rivojlanish yo`nalishida mexatronika tizimlarini qurishning zamonaviy tamoyillari va qo`llanilishi bo`yicha savollar ko`rib o`tiladi. Asosiy qarashni yaxlit modullar va mexatronika tizimining asosiy tamoyili bo`lgan tizimlarda mexanik, elektronika va axborot-kommunikatsion komponentalarning asosiy kontseptual savollariga qaratilgan. Mexatronika tizimlarini ilm-fan va texnikaning turli sohalarida qo`llash batafil ko`rib o`tilgan.

1-Modul. Mexatronikaga kirish

Ma`ruza №. 1. Mexatronikaga ta`rif.

Reja:

- 1.“Mexatronika” nima? Mexatronikaning rivojlanish tarixi.
- 2.“Mexatronika” fanining asosiy maqsadi va vazifalari.
- 3.Mexatronika ob`ektlariga ta`rif.

Asosiy kalit soʻz va iboralar:

Mexatronika; aniq mexanika va elektrotexnika; kompyuterli boshqarish; sinergiya; mexatronika tizimlari; mexatronika moduli; funksional harakat

1.“Mexatronika” nima? Mexatronikaning rivojlanish tarixi.

Mashinalar, umumiy qilib aytganda, mexanik ishlarni bajaruvchi qurilmalardir. Yoki mashinaga boshqacha ta`rif berish mumkin: mashina energiya yoki materialni o`zgartirish uchun mexanik harakatni bajaruvchi qurilmadir.

Har qanday mashina mexanik qismidan, yuritma qismidan (asosan, elektrmexanik yuritmadan), hamda boshqarish sistemasidan iborat. Mexanik qismining asosiy elementlari:

- foydali mexanik ishni bajaruvchi ishchi organ (masalan, yukni koʻtaruvchi kran lebyodkasi, suyuqlikni haydovchi nasosning ishchi gʻaltagi, detalga mexanik ishlov beruvchi metall kesish stanogining frezasi va h.k.).
- harakat tezligini yoki xarakterini (masalan, aylanma harakatni ilgarilanma harakatga) o`zgartiruvchi mexanik uzatma.

Mashina yuritma qismining vazifasi elektr energiyasini yoki boshqa energiyani (gidravlik yoki pnevmatik energiyani) mexanik energiyaga aylantirish va mashinaning ishchi organlarini harakatga keltirishdir. Elektrmexanik yuritma elektrdvigateldan va elektr kuchli o`zgartirgichdan iborat. U manbadan (elektr ta`minlash sistemasidan)

olinadigan elektrenergiyasini dvigatel o'ramasini ta'minlovchi ko'rinishga keltiradi. Ana shu o'zgartirgich dvigatel vali holati, kuchi va tezligini boshqaradi.

Elektr kuchli o'zgartirgichlar bu kuchli tranzistorlar, bipolyar tranzistorlar, teristorlar va intellektual kuchli modullardir.

Kuchli o'zgartirgichlardan harakatni boshqarish tizimida, qurilmalarni himoyalashda, avariya rejimlarda va nosozliklar diagnostikasida foydaniladi. Yangi kuchli o'zgartirgichlar yarim o'tkazgichli asboblarda asosida yaratiladi. Bu o'zgartirgichlar ijrochi dvigatellar va boshqaruvchi kompyuterlar orasidagi oraliq zveno bo'lib xizmat qiladi.

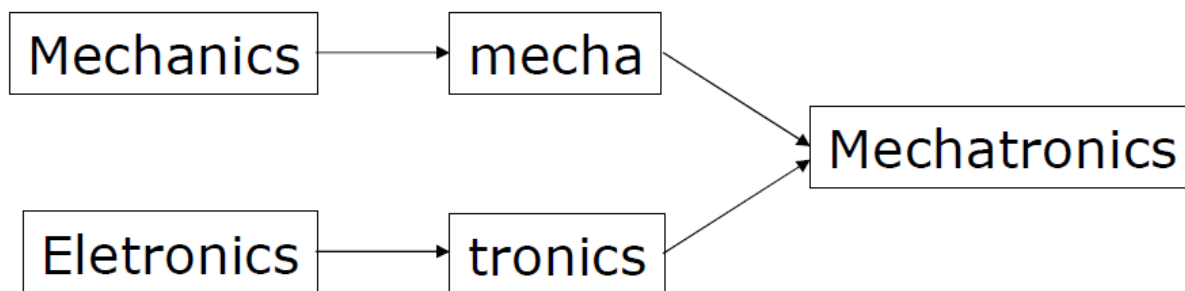
Oxirgi vaqtda yangi avlod mashinalarini yaratayotganda mexanik qismlarning funktsiyalarini mashina boshqarish sistemasi tarkib topgan intellektual (elektron, kompyuterli va axborot) qismlarga o'tkazish tendentsiyasi kuzatilmoqda. Intellektual qismlar yangi topshiriqqa mos ravishda oson qayta dasturlanadi. Bu esa mashinaning imkoniyatlarini oshiradi. Shu bilan birga, texnika rivojlanishi bilan mashinaning har xil fizik shaklga ega bo'lgan (mexanik, elektromexanik, elektron va axborot) qismlari konstruktiv yaxlit bir butunlikka birlashtirilmoqda. Ana shunday "aqlli" mashinalar *mexatronika* deb ataladi.

Sobiq Sovet Ittifoqida, Germaniyada va boshqa davlatlarda elektr energiyani ishchi organlarni (ijrochi mexanizmlarni) harakatga keltiradigan mexanik energiyaga aylantiradigan qurilmalar o'tgan asrning 30-yillaridan boshlab "elektr yuritma" deb atala boshladi. Lekin bu atama Yaponiya va AQSh davlatlarida qo'llanilmadi, shuning uchun uning o'rniga "mexatronika" atamasi ishlatildi va asta-sekin Evropa davlatlari va Rossiyada joriy etildi.

"Mexatronika" atamasi 1969 yilda Yaponiyada paydo bo'ldi. Atama muallifi - *Tetsuro Mori* "*Yaskawa Electric*" kompaniyasining katta muhandisi. Yaponiyada bu vaqtda dasturli boshqariladigan stanoklar va markazlar uchun pretsizion (ingl. *precision* - aniqlik) elektrdvigatellar tayyorlanayotgan edi. Bu atama mashina va agregatlar ishchi organlarini elektron yarim o'tkazgichli o'zgartirgichlar bilan boshqariladigan elektromexanik uskunalar elektrodvigatellarini belgilash uchun

ishlatilgan edi. Atama 1972 yilda “Yaskawa Electric” kompaniyasining savdo belgisi qilib ro`yxatdan o`tkazilgan.

Mexatronika atamasi “Mexanika” va “Elektronika” so`zlari birlashuvidan paydo bo`lgan «**MEX**Anika» va «elek**TRON**IKa» (1.1-rasm). Bunday birlashuv texnikaning yangi avlodlarini yaratilishi va uskunalarining yangi ko`rinishlarini ishlab chiqish, ilm-fan va texnika jabhalardagi bilimlarni integratsiyasini anglatadi.



1.1-rasm. Mexatronika atamasi¹

Mexatronika bo`yicha birlamchi ilmiy maqolalar 1970-yillar oxirlarida Yaponiyada chop qilina boshlandi. Bu maqolalar asosan kompyuter yordamida boshqariladigan avtomatikaning aniq ishlaydigan sistemalari haqida edi. 1983 yildan xalqaro “Mexatronika” jurnali chop etila boshlandi.

Dunyoda boshqariladigan va aniq ishlaydigan elektrdvigatellar ishlab chiqarish rivojlanib borgani sabab, 1982 yilda “Yaskawa Electric” kompaniyasi “Mexatronika” savdo belgisidan voz kechadi va bu atama cheklovlersiz qo`llanavera boshladi.

1984 yilda Yaponiyaning muhandis-mexaniklari jamiyati (Nixon Kikay akkay) tomonidan “Gixodo” nashriyotida etti tomlik mexatronikaga bag`ishlangan nashr chiqardi. (*Мехатроника: Пер. с япон. / Исин Т., Симояма И., Иноуэ Х. и др. – М.:Мир, 1988. – 318 с.*).

Shundan keyin “Mexatronika” ilmiy hamjamiyatda fan sohasi sifatida tan olindi.

¹ Intro to Mechatronics, p.2

1985 yilda AQShda Kaliforniya Universitetida mexatronika ilmiy markazi ochildi. Bu markazga 20 taga yaqin istiqbolli ilmiy ishlanmalar bilan shug'ullanayotgan kompaniyalar a'zo bo'ldi.

Rossiyada va hozirgi hamdo'stlik mamlakatlarida mexatronika bo'yicha ishlar 1980-yillardan boshlab, asosan, kosmos va harbiy maqsadlarda olib borildi.

Mexatronika yaratilish bosqichida, bugungi kunda uning bazaviy terminologiyasi hali oxirigacha yaratilmagan. Shuning uchun mexatronika fanining maqsadini keng va tor (maxsus) ma'noda ko'rib chiqish maqsadiga muvofiq.

- *“The word, mechatronics is composed of ”mecha” from mechanics and “tronics” from electronics. In other words, technologies and developed products will be incorporating electronics more and more into mechanisms, intimately and organically, and making it impossible to tell where one ends and the other begins.”*

“Mexatronika” so'zi “Mexa” mexanikadan va “Tronika” elektronika so'zlari yig'masidan iborat. Boshqacha qilib, aytganda, ishlab chiqiladigan texnologiyalar va mahsulotlarda elektronika mexanizmlarda organik ravishda mukammal qo'llaniladi va qaysi biri qayerda tugashi va boshqasi boshlanishini aniqlash mumkin bo'lmay qoladi.

– **T. Mori, “Mechatronics,” Yaskawa Internal Trademark Application Memo, 21.131.01, July 12, 1969.**

- *“Integration of electronics, control engineering, and mechanical engineering.”*
Elektronika, o'lchov-nazorat texnikasi va mashinasozlikning integratsiyasi.

– **W. Bolton, Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical Engineering, Longman, 1995.**

- *“Application of complex decision making to the operation of physical systems.”*
Fizik tizimlari ishlashi uchun kompleks qaror qabul usulini qo'llash

– **D. M. Auslander and C. J. Kempf. Mechatronics: Mechanical System Interfacing, Prentice-Hall, 1996.**

- *“Synergistic integration of mechanical engineering with electronics and intelligent computer control in the design and manufacturing of industrial products and processes.”*

Sanoat jarayonlari va mahsulotlarini loyihalash va ishlab chiqarishda mashinosozlikni elektronika va intellektual komp'yuter nazorati bilan sinergetik integratsiyalash.

– **F. Harshama, M. Tomizuka, and T. Fukuda, “Mechatronics-what is it, why, and how?-and editorial,” *IEEE/ASME Trans. on Mechatronics*, 1(1), 1-4, 1996.**

Oxford Illustrated Encyclopedia quyidagi ta'rifni taklif etdi.

Mexatronika – yapon atama so'zi bo'lib, elektrotexnika, mashinosozlik va dasturiy ta'minot kesishmasida paydo bo'lgan texnologiyani izohlash uchun ishlatiladi.

Loyihalash va ishlab chiqarish masalalarini, hamda “aqlli”, ya'ni oldindan belgilangan dastur asosida ishlaydigan mashinalarning funksiyalarini o'rganadi.

Vikipediya quyidagi ta'rif berilgan:

Mexatronika - bu fan va texnika sohasi bo'lib, funksional harakatlari intellektual boshqariladigan yangi sifatli modullar, mashinalar va tizimlarni loyihalash va ishlab chiqarish maqsadida aniq mexanika, elektronika, elektronexnika va kompyuterli boshqarish komponentlari bilan sinergetik birlashtirish masalalarini o'rganadi.

Mexatronika – sohalararo tizimli texnik loyihalash bo'lib, sohalar bo'yicha alohida loyihalash ko'zga tutilmaydi.

“Sinergiya” yunon. – *“hamkorlik, ko'maklashish, yordam”* ma'nosini anglatadi.

Mechatronics: Working Definition for us²

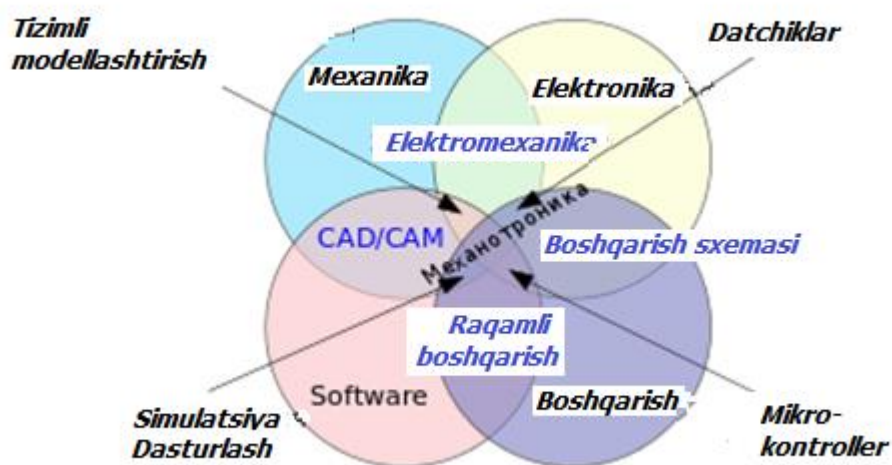
Mechatronics is the synergistic integration of sensors, actuators, signal conditioning, power electronics, decision and control algorithms, and computer

² Intro to Mechatronics. p.5

hardware and software to manage complexity, uncertainty, and communication in engineered systems.

Biz uchun Mexatronikaning ishchi ta'rif

Mexatronika - bu murakkab muhandislik tizimlarini boshqarish uchun sensorlarning (datchiklarning), aktuatorlarning (ijrochi mexanizmlarning), signallarning, elektronikaning, qaror qabul qilish va boshqaruv algoritmlarining hamda kompyuter texnikasi va dasturlarining sinergetik birlashuvidir.



1.2-rasm. Mexatronika ta'rifining grafikli ifodasi

Ta'rifga berilgan izohlar:

1. Mexatronika yangi sifatli xususiyatlarga ega bo'lgan mashinalarni yaratilishidagi yangi metodologik yondoshishni o'rganadi. Bu yondoshish juda universal bo'lib, har xil jabhalardagi mashina va tizimlar uchun ishlatilishi mumkin.

2. Ta'rifda mexatron ob'ektlaridagi tarkibiy elementlarning integratsiyasi (birlashuvi) sinergetik xarakterga ega ekanligiga e'tibor berilgan.

Sinergiya (yunoncha) bu - hamjihat harakat, umumiy bir maqsadga yo'naltirilgan degan ma'nolarni anglatadi.

Bunda, elementlar bir – birini to'ldiribgina qolmay, bu tarzda birlashib hosil bo'lgan tizim yangi xususiyatlarga ega bo'ladi.

Mexatronikada barcha energetik va axborot oqimlari yagona maqsadga erishish uchun yo`naltirilgan bo`ladi, bu maqsad – mexanik harakatni aniq qonuniyat bo`yicha boshqarishni ta`minlashdir.

3. Birlashtirilgan (integratsiyalangan) mexatronika elementlari loyihalashtiruvchi tomonidan loyihalanishi bosqichida tanlanadi, so`ng mashina ishlab chiqarishda zarur bo`lgan muhandis va texnologik yechimlar bilan boyitiladi.

Mexatronika mashinalarining bor bo`lgan mashinalardan asosiy farqi shundaki, bor bo`lgan mashinalarni ishlatganda ko`pincha foydalanuvchi har xil ishlab chiqaruvchilarning mexanik, elektrik va axborot-boshqaruv uskunalarini bir tizimga shaxsan birlashtirishiga majbur edi. Shuning uchun ko`p murakkab natijalar (masalan: mashinasozlikdagi ba`zi –bir ishlab chiqarish tizimlari) amaliyotda yuqori bo`lmagan texnik –iqtisodiy samaradorlikni ko`rsatadi.

4. Mexatronik tizimlarning metodologik asosini parallel loyihalash usullari tashkil etadi. Kompyuter boshqaruvli mashinalarni an`anaviy loyihalashda ketma–ketlik usuli qo`llaniladi, ya`ni birinchi tizimning mexanik, elektron, sensorli va kompyuter qismlari loyihalashtiriladi, so`ng interfeys bloklar tanlanadi. Parallel loyihalashning paradigmasi (modeli) – bir vaqtning o`zida tizimning barcha komponentlari bir-biri bilan o`zaro bog`langan holda loyihalashtiriladi.

5. Mexatronikani o`rganishdagi ba`zaviy ob`ektlari *mexatron modullar* hisoblanadi. Mexatronik modullar boshqaridigan bitta koordinata bo`ylab harakatlanadigan ob`ektlardir. Bu modullardan xuddi funktsional kubiklardan yig`gandek, modulli arxitekturaning murakkab tizimlari yig`iladi.

6. Mexatronik tizimlar, ta`rifida aytib o`tilganidek, berilgan harakatni amalga oshirish uchun qo`llaniladi. MTlarning sifat mezonini konkret amaliy vazifasini bajarish talabidan kelib chiqadi. Avtomatlashgan texnologik jarayonnining asosiy vazifasi mashinaning chiquvchi zvenosi, ya`ni ishchi organi harakatini amalga oshirish hisoblanadi (masalan mashinasozlikda – mexanik ishlov beruvchi asbob). Bunda boshqa tashqi jarayonlarni boshqarish bilan MTning atrof-muhitdagi harakatini muvofiqlashtirish kerak. *Bunday muvofiqlashtirilgan MTlarning harakatini funktsional harakat deb ataymiz.*

MT uchun tashqi muhit bo'lib tarkibida asosiy va yordamchi jihozlar, texnologik uskunalar va jarayonlar ob'ekti bo'lgan texnologik muhit xizmat qiladi. Berilgan *funksional harakatni* amalga oshirishda bu tashqi muhit ishchi organga g'alayonni ta'sir ko'rsatadi. Masalan, *detallarga mexanik ishlov berishda kesish kuchlari*.

Tashqi muhitlarni ikkita katta sinfga bo'lish mumkin: determinik va nodeterminik (ehtimolli, stoxastik) muhitlar.

Determinik muhitlarda ta'sir etuvchi g'alayonlar parametrlari va ishlar ob'ektining xossalari oldindan MTni loyihalashtirish uchun yetarli darajasigacha aniqlangan bo'ladi.

Stoxastik muhitda ta'sir etuvchi omillar va muhitning holati avvalgi parametrlarga qarab ehtimollik darajasida aniqlanadi. Bunday muhitlarga misol: eksterimal suvosti, yerosti va h.k. muhitlar. Texnologik muhitlar xossalari analitik - eksperimental izlanishlar va kompyuter modellash usullari bilan aniqlanadi.

7. Zamonaviy MTlarda murakkab va aniq harakatlarini yuqori sifatli darajada ta'minlash uchun intellektual boshqarish usullari ishlatiladi. Bu usullar guruhi boshqarish nazariyasining yangi fikrlariga hamda hisoblash texnikasining dasturiy ta'minotlariga va zamonaviy qurilmalariga tayanadi.

2. "Mexatronika" fanining asosiy maqsad va vazifalari

Ilmiy-texnik fan sifatida mexatronikaning asosiy maqsadi –harakatchan mashina va tizimlarning asosi bo'lib xizmat qiladigan harakat funktsiyalarni amalga oshiruvchi yangi turdagi blok, modul va qismlarni ishlab chiqishdir.

Bundan kelib chiqib, mexatronikaning predmeti – kerakli harakat funktsionalini amalga oshirishni ta'minlovchi mashina va tizimlarni loyihalash va ishlab chiqarish jarayonidir.

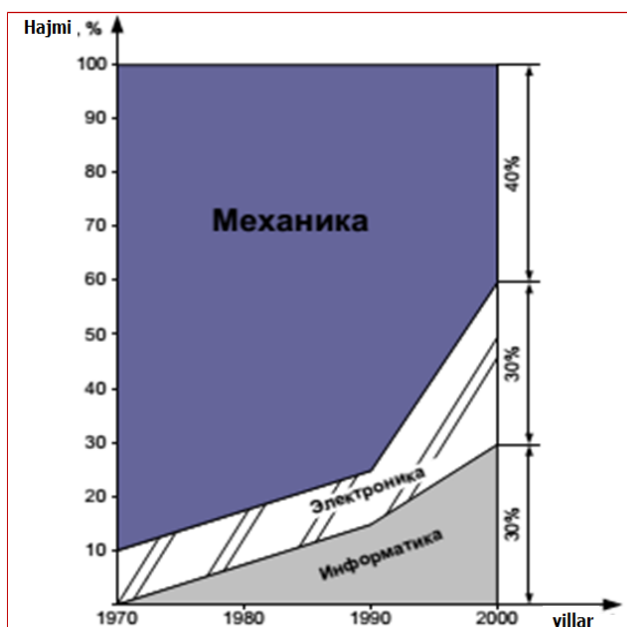
Mexatronikaning asosiy vazifasi (*fan sifatida*)– murakkab dinamik ob'ektlarni o'ta aniq, o'ta ishonchli va ko'p funktsiyali boshqarish sistemalarini ishlab chiqish va yaratishdir.

MTning asosiy vazifasi (*texnika sohasi sifatida*)– bu boshqaruv tizimining yuqori bosqichidan keladigan boshqarish maqsadi haqidagi axborotni tesqari aloqa boshqaruvi printsipli asosida tizimning maqsadga yo’naltirilgan funktsional harakatiga aylantirishdir.

1.3-rasmda “Ishlab chiqarish, avtomatlashtirish va innovatsiya-2000” butunjahon ko’rgazmasi atab chiqarilgan jurnalning ma’lumotiga asosan grafik ko’rsatilgan. Unda 1970-yillardan boshlab 30 - yil davomida mashinalar ishlab chiqarish jarayonida mexanik, elektronik va axborot texnologiyalarni qo’llash dinamikasi namoyish etilgan. Analiz shuni ko’rsatadiki birinchi 20 yilda hali ko’pchilik mashinalar ishlab chiqarish funktsional (70% dan ortiq) mexanik yo’l bilan amalga oshirilgan. Kelgusi 10 yillikda bosqichma – bosqich mexanika vositalari elektron, so’ng kompyuter bloklar bilan almashti. 2000 yilga kelib MTlar hajmi har uchala mexanik, elektron va kompyuter komponentlari orasida baravar taqsimlangan.

1990-2000 yillar davomida kompyuterli ta’minotning roli 2 barovarga oshdi va bu kelajak texnikasida saqlanib kelmoqda.

Tarkibiy ahamiyati, %



1.3-rasm. Mexanik elementlarni elektron va kompyuter bloklarga o’zgartirish dinamikasi³

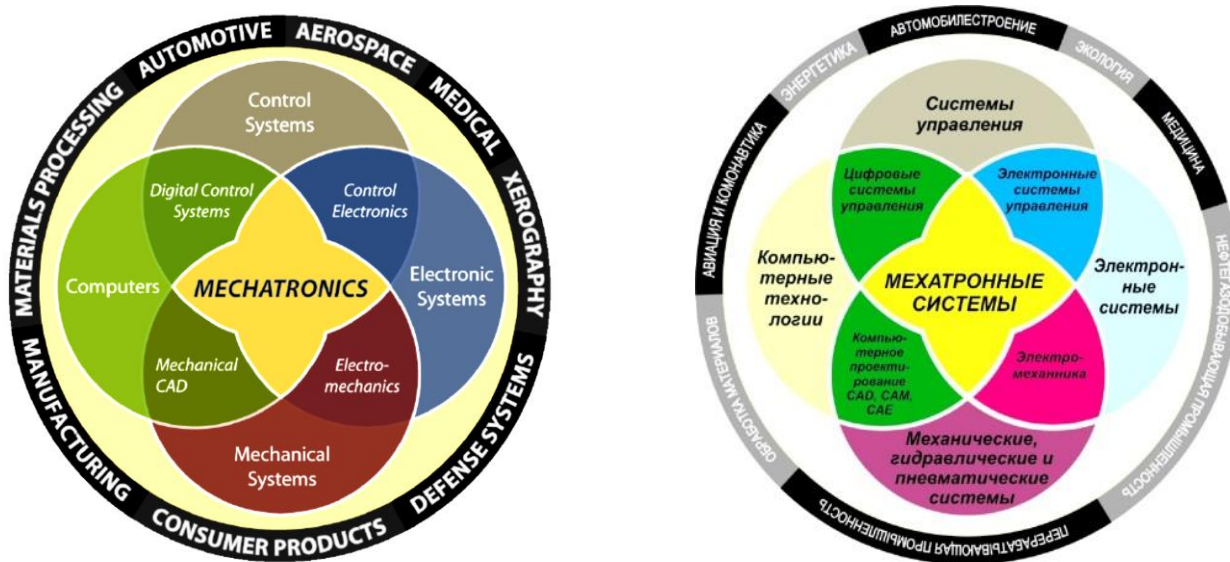
³ Готлиб Б. М. Введение в мехатронику – Екатеринбург:Изд-во Уральского государственного университета путей сообщения, 2007. –с.18.

Bu yerda shuni e'tirof etish kerakki, loyihalashda mexatronik yondashuv sistemaning mexanik elementlari odatda bajaradigan funktsiyalarni elektron va kompyuter bloklari bilan kengaytirish emas, balki almashtirishni ko'zga tutadi.

Renssleyer politexnika instituti (Rensselaer Polytechnic Institute, USA) veb saytidagi diagramma (1.4-rasm) mexatronikaning keng tarqalgan grafik simvoli (belgisi) bo'ldi.

Mexatronikaning shiori:

“Intellektuallashtirishni miniatyurazatsiyalash”.



1.4-rasm. Renssleyer politexnika instituti (Rensselaer Polytechnic Institute, USA) veb saytidagi diagramma

Mexatronikaning chegaralari tutashgan, o'xshash fan sohalari orasidagi o'zni 1.4-rasmda ko'rsatilgan. Rasmda ko'rinib turibdiki, Mexatronika nafaqat mexanika va elektronika yutuqlaridan, balkim zamonaviy raqamli boshqarish sistemalari va avtomatlashtirilgan loyihalash (CAD) sohalarini ham qamrab oladi. Tashqi aylanada mexatronika qo'llanadigan sohalar ko'rsatilgan. Bular: aviatsiya va kosmik sanoati,

harbiy sanoat, materiallarga ishlov berish, energetika, avtomobilsozlik, meditsina, mashinasozlik va qayta ishlash sanoati, iste'mol tovarlari ishlab chiqarish.

Hozirgi vaqtda ofis texnikasida (kseroks, faks), maishiy xizmat texnikasida, noan'anaviy transportlarda (elektrvelosipedlar, elektrroller va b.), foto-kino-video texnikasida, o'lchov-nazorat qurilmalarida, trenajerlarda, kompyuter tashqi qurilmalarida (diskovod, printer, plotter)da mexatronika elementlari ishlatiladi.

3.Mexatronika ob`ektlariga ta`rif.

«Mexatronika ob'ekti» deganda raqamli boshqariladigan va biror maqsadli harakatni amalga oshiruvchi qandaydir predmet (mahsulot) tushuniladi. U uchta darajada bo'lishi mumkin: mexatronik tizim; mexatronik agregat (mashina); mexatronik modul.

Birinchi darajaga mexatronik modul kiradi.

Mexatronik modul – bir nechta integrallashgan elementlardan iborat bo'lib, konstruktiv ravishda mustaqil mahsulot shaklida bo'ladi va mexatron qurilmalarda ma'lum bir operatsiyani bajaradi.

Mexatronik modul – qoida bo'yicha, birta koordinata bo'yicha harakatni amalga oshirishga mo'ljallangan, avtonom hujjatlar majmuasiga ega bo'lgan unifikatsiyalangan mexatronik ob'ektdir. Bularga misol bo'lib dvigatel, reduktor va b. xizmat qiladi. Biroz murakabroq modullarga (avtonom yuritmalar) motor-reduktor, motor-g'altak, motor-baraban va aylanuvchi stollar kiradi.

Ikkinchi daraja – *mexatronik agregat (mashina)* bo'lib, u tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirlashgan holda kerakli harakatlarni amalga oshirishga mo'ljallangan va bir nechta modullardan tuzilgan. Bularga misol bo'lib sanoat robotlari, raqamli boshqariladigan stanoklar va b. xizmat qiladi.

Uchinchi daraja – *mexatronik tizim*. Ma'lumki, tizim – bu bir butun bo'lib faoliyat ko'rsatadigan va ma'lum maqsadni amalga oshirishga mo'ljallangan, ma'lum bir qonuniyatga bo'ysunadigan va bir-biri bilan ma'lum bir munosabat bilan bog'langan komponentlar majmuasidir. Mexatronik tizim ushbu ta'rifga to'la mos kelib, mexanik, elektron va boshqaruv komponentlarining sinergetik birligidir va u bir butun bo'lib faoliyatini amalga oshiradi.

U bir nechta yoki birta agregat (mashina)dan va bir qator alohida modullardan, ya`ni bir xil yoki har xil quyi pog`ona ob`ektlaridan tashkil topgan bo`ladi. Bularga misol bo`lib moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari, zamonaviy avtomobillar va b. xizmat qiladi.

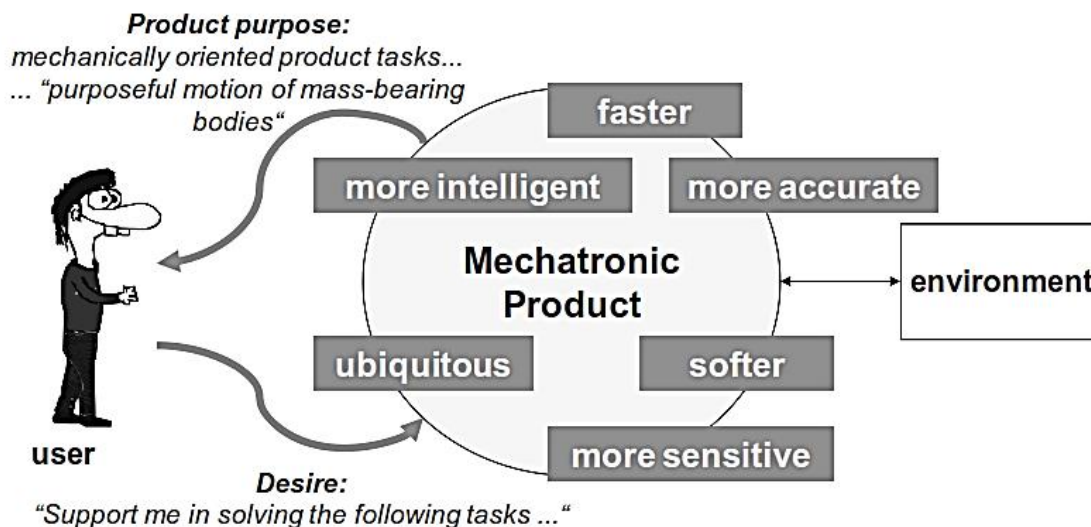
Ijrochi mexanizm – mexatronik ob`ektning funktsional qismi bo`lib, boshqarish sistemasidan keladigan signallarga asosan mexanik harakatni amalga oshiradi.

Ishchi organ – ob`ektning texnologik maqsadini amalga oshiruvchi qurilma.

“Qurilma” atamasi asosan modul va agregat (mashina)larni nomlash uchun ishlatiladi. “Asbob” atamasi esa axborotni oluvchi va o`zgartiruvchi o`lchash va rostdlash qurilmalar uchun ishlatiladi.

Product purpose: mechanically oriented product tasks... . “purposeful motion of mass-bearing bodies”

Mahsulot maqsadi: Mahsulotning mexanik yo`naltirilgan vazifasi ... “Jismlarni maqsadga muvofiq harakatlantirish”.



Istagimiz: “Quyidagi vazifalarni hal etishda qo`llab-quvvatlang”

1.5-rasm. Mexatron sistemalar g`aroyib xossali mahsulot sifatida: tashqi istiqboli⁴

<i>ubiquitous</i>	barcha sharoitga ishlatiladigan
<i>softer</i>	yumshoqroq
<i>more sensitive</i>	sezgirroq
<i>more accurate</i>	aniqroq
<i>faster</i>	tezroq
<i>more intelligent</i>	aqlliroq
<i>Environment</i>	atrofimizdagi muhit

⁴ Klaus Janschek. Mechatronic Systems Design. Methods, Models, Concepts. c 2012 Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p.4.

Mexatronika mahsulotlari har qanday dinamik xossaga ega bo'lgan mexanik organlarni maqsadli harakatga yo'naltirish vazifalarini amalga oshiradi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. «Mexatronika» atamasiga ta'rif bering.
2. Mexatron tizimlarning yaratilish asosi qaysi printsiplarga tayanadi?
3. Harakatni kompyuterli boshqarishli mashinalarning tarkibiy qismlari qanaqa qurilmalardan iborat?
4. Loyihalashda mexatron yo'ndashish mohiyatini tushuntiring.
5. «Mexatron ob'ekt» tushunchasiga nimalar kiradi?

Ma'ruza №2-3.

Mexatronika tizimlarining strukturasi va xususiyatlari.

Reja:

1. Mexatronika tizimlari va odatdagi elektryuritmalar tizimlari orasidagi umumiy xususiyatlar va farqlar.
2. Mexatronika tizimlarining strukturasi.
3. Mexatronika tizimlarining tarkibi.
4. Mexatronik tizimlarining xususiyatlari

Asosiy kalit so'z va iboralar:

Elektr yuritmal tizim; mexatronik tizim; elektrdvigatel; kuchli o'zgartgichli qurilma; uzatuvchi mexanizm; parametr datchiklari; boshqaruvchi qurilma;

1. MT va odatdagi elektryuritmalar tizimlari orasidagi umumiy xususiyatlar va farqlar

Uslubiyot nuqtai-nazaridan MT va odatdagi elektryuritmalar tizimlari orasidagi umumiy xususiyatlar va farqlarni ko`rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun elektryuritma va MTning funktsional sxemalarini ko`rib chiqamiz (2.1-rasm).

2.1.a-rasmda elektryuritma sxemasi keltirilgan. Bu sxema ta`rifi bo`yicha elektromexanik tizim bo`lib, asosiy vazifasi elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirib, texnologik jarayon talablari bo`yicha ishchi organ (ijrochi mexanizm) harakatlarini boshqarishdir.

Elektr yuritma quyidagi elementlardan iborat:

- **ED- elektrdvigatel.** Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirib beradi. Bu ishni har xil elektrdvigatellar bajaradi;

- **KO`Q- kuchli o`zgartgichli qurilma.** EEM- elektr energiyasi manbaidan olayotgan elektr energiya parametrlarini: tok kuchi, kuchlanishi, chastotasini ED iste`mol qiladigan qiymatlarga o`zgartiradi. Zamonaviy elektryuritmalarda KO`Qni yarim o`tkazgichli asboblari – tiristorlar⁵ va tranzistorlar⁶ asosida yasaydilar.

- **UM – uzatuvchi mexanizm.** EDDan chiqadigan mexanik harakatni mashina yoki agregatning ishchi organi (ijrochi mexanizmi) harakatlanishi uchun kerak bo`lgan harakat turiga (aylanma, ilgarilanma) va kerakli qiymatga (aylantiruvchi moment, kuch, aylanish chastotasi, tezlik) aylantirib beradi;

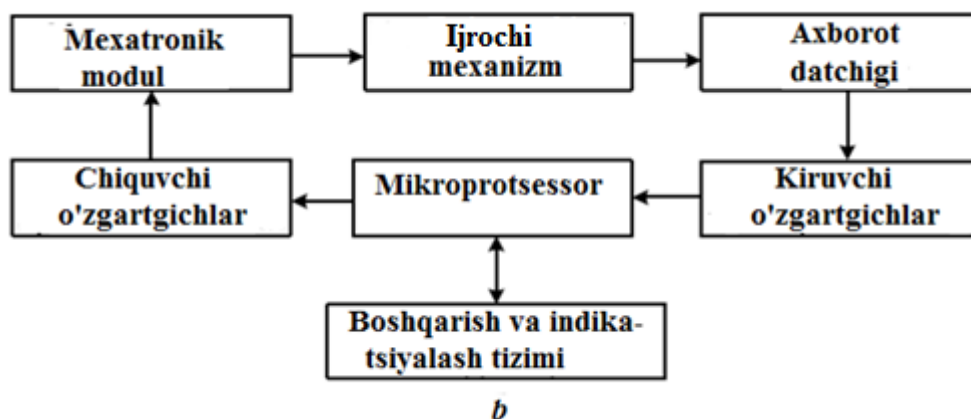
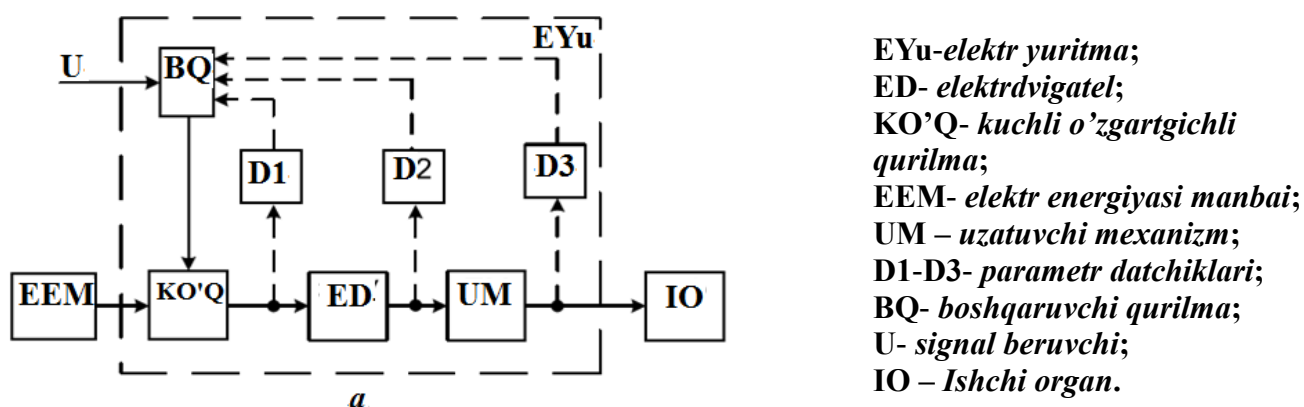
- **D1-D3- parametr datchiklari.** elektr yuritmaning joriy holati haqida ma`lumot beradi. Bu ma`lumot texnologik va texnik talablarga mos keladigan boshqarishning teskari aloqasini shakllantirish uchun kerak. O`lchash koordinatalari bo`lib tok kuchi, kuchlanishi, harakatlantiruvchi momentlar, tezlik, burchakli va chiziqli harakat va b. xizmat qiladi;

⁵ Tiristor (yun. thyra — eshik, kirish va rezistor) — elektrik ventil xossasiga ega bo`lgan kremniy monokristall asosidagi yarimo`tkazgich asbob. Yarimo`tkazgich elementi kremniy (bir oz bor, alyuminiy va fosfor qo`shilgan) monokristall disk (plastinka)dan tayyorlanadi. Ishlash prinsipi kremniy monokristallning elektronteshikli o`tish (elektron p o`tkazuvchanlikdan teshikli r o`tkazuvchanlikka o`tish) xossasiga asoslanadi.

⁶ Tranzistor (ing . transfer — ko`chirmoq va rezistor) — elektr tebranishlarni kuchaytirish, generatsiyalash (hosil qilish) va o`zgartirish uchun mo`ljallangan 3 elektrodli yarimo`tkazgich asbob. Mikroelektronika qurilmalarining asosiy elementi. Amerika olimlari J. Bardin, U. Brattayn va U. Shokli 1948 yilda ixtiro qilishgan

- **BQ- boshqaruvchi qurilma.** U-signal beruvchi va teskari aloqadagi datchiklardan kelayotgan signallar asosida KO'Qga boshqaruvchi signallarni shakllantiradi. BQ mantiqiy va kuchaytiruchi releli va tranzistorli sxemalar va regulyatorlardan zamonaviy mikroprotsessorlarga rivojlanish yo'lini bosib o'tdi.

Boshqaruvchi signal texnologik jarayonni nazorat qilib boruvchi operator yoki yuqori darajadagi kompyuter sistemasidan keladi.



2.1-rasm. Funktsional sxemalar:⁷

a– elektr yuritmalari tizim; *b*– mexatronika tizim

2.1 b-rasmda keltirilgan MT ning funktsional sxemasini ko'rib chiqamiz.

Bu sxemada:

- mikroprotsessor boshqarish qurilmasi vazifasini bajaradi. Bunda u boshqarish va indikatsiyalash tizimidan keladigan topshiriq va axborot datchigidan

⁷ Введение в мехатронику/ А.И. Грабченко, В.Б. Клепиков, В.Л. Доброскок и др. – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. – с.6.

kiruvchi o`zgartgichlar orqali kirayotgan signallar asosida raqamli chiquvchi signallarni shakllantiradi;

- axborot datchiklari ijrochi mexanizm harakatining joriy koordinatlari ko`rsatgichlarini elektr signallari shaklida belgilab boradi;
- kiruvchi o`zgartgichlar bu elektr signallarni mikroprotsessor tushunadigan raqamli shakllarga aylantiradi;
- chiquvchi o`zgartgichlar mikroprotsessordan chiqadigan raqamli signallarni mexatronik modulni boshqaradigan elektr signalga aylantiradi;
- mexatronik modul esa ta`minot manbaining elektr energiyasini ijrochi mexanizm ishlashi uchun kerak bo`lgan aylantiruvchi moment va tezlikka ega bo`lgan mexanik energiyaga aylantirishni ta`minlaydi.

“*Elektryuritma*” va “*mexatronika*” atamalarini amalda *sinonim* so`zlar deb qabul qilish mumkin. Bu ikkita tizim orasidagi asosiy o`xshashlik shundan iboratki, ularning ikkisi ham elektromexanik tizim bo`lib, asosiy vazifalari elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirib, texnologik jarayon talablari bo`yicha ishchi organ (ijrochi mexanizm) harakatlarini boshqarishdir. Bundan kelib chiqadiki, bu ikkita tizim elektrmexanik tizimlar sinfiga kiradi.

2.1 *b*-rasmida ko`rsatilgan MT va boshqa shundan MTlar tarkibida bo`lgan nisbatan murakkabroq MTning tarqibiy qismi bo`lishi mumkin. Bunga o`xshash, bir-biri bilan bog`liq ko`p dvigatelli elektryuritmalar ham mavjud.

Endi funktsional sxemalarni qiyoslab, ular orasidagi farqlarni ko`rib chiqamiz:

MT da boshqaruvchi rolini mikroprotsessor o`ynaydi, elektryuritmada esa bu boshqa qurilmalar, shu jumladan analogli qurilmalar bo`lishi mumkin.

MTning funktsional sxemasida KO`Q, ED va UM bloklari yo`q. Ularning funktsiyalari mexatron modullarda mujassamlangan.

2.Mexatronika tizimlarining strukturasi

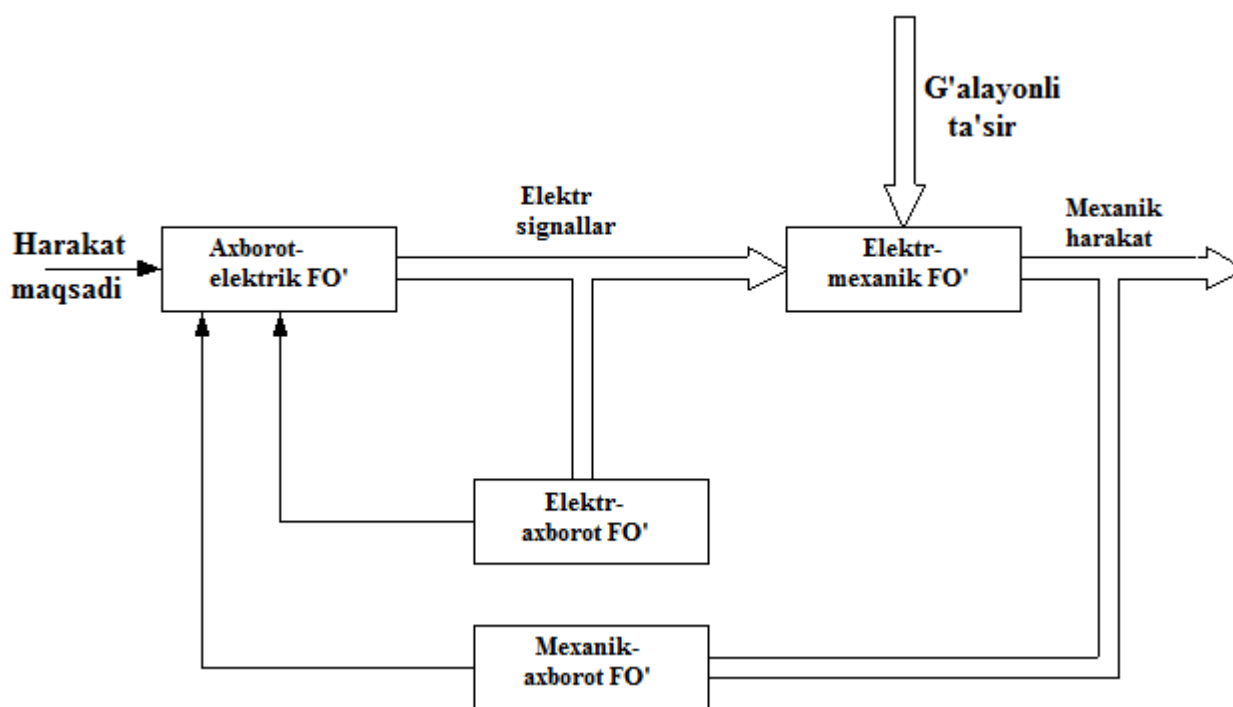
Oldingi mavzuda aytib o`tilganidek, MTning asosiy vazifasi (texnika sohasi sifatida)— bu boshqaruv tizimining yuqori bosqichidan keladigan boshqarish maqsadi

haqidagi axborotni tesqari aloqa boshqaruvi printsipi asosida tizimning maqsadga yo`naltirilgan funktsional harakatiga aylantirishdir.

2.2-rasmda mexatronik tizimlardagi energetik va axborot oqimlarining oqish yo`llari blok-sxemasini ko`rsatilgan.

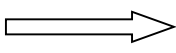
Zamonaviy tizimlarda elektr energiyasidan oraliq energiya shaklida foydalaniladi. Shunday qilib, mexatronik tizimni ishlab chiqish uchun nazariy jihatdan 4 ta asosiy funktsional blok kerak bo`ladi: to`g`ri zanjir orqali bog`langan axborot-elektrik va elektrmexanik energiya o`zgartirgichlari hamda teskari aloqa zanjiridagi elektr-axborot va mexanik-axborot o`zgartirgichlari.

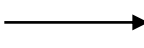
Agar elektr energiyasi o`rniga gidravlik, pnevmatik yoki kombinatsiyalashgan (misol uchun, elektrgidravlik) energiya manbasi ishlatilsa, demak ularga to`g`ri keladigan o`zgartirgichlar va datchiklar qo`llaniladi.



2.2-rasm. Mexatronik tizimdagi axborot va energetik oqimlar.

FO' - funktsional o`zgartirgich

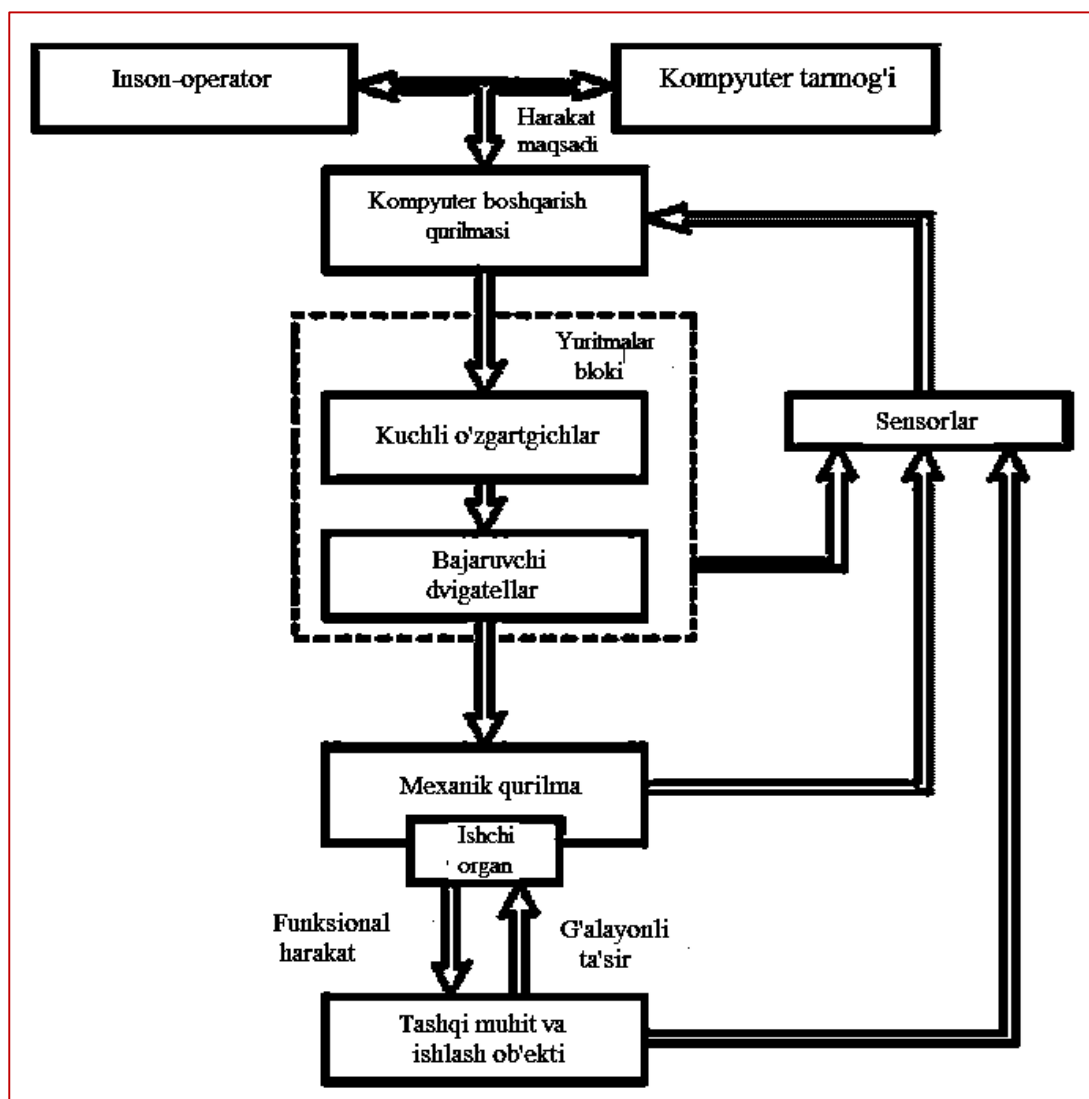
 *energetik oqim*

 *axborot oqimi*

2.3-rasmda harakati kompyuterli boshqariladigan mashinaning umumiy strukturasi ko'rsatilgan.

Harakati kompyuterli boshqariladigan mashinaning umumiy strukturasi quyidagicha:

- Oxirgi zvenosi ishchi organ bo'lgan mexanik qurilma;
- Kuchli o'zgartgichlar va bajaruvchi dvigatellar kirgan yuritmalar bloki;
- Yuqori darajasi inson-operator yoki kompyuter tarmog'idagi boshqa EHM bo'lgan kompyuter boshqarish qurilmasi;
- Ishchi organ harakati va mashinaning haqiqiy holati haqidagi axborotni boshqarish qurilmasiga yetkazuvchi sensorlar.



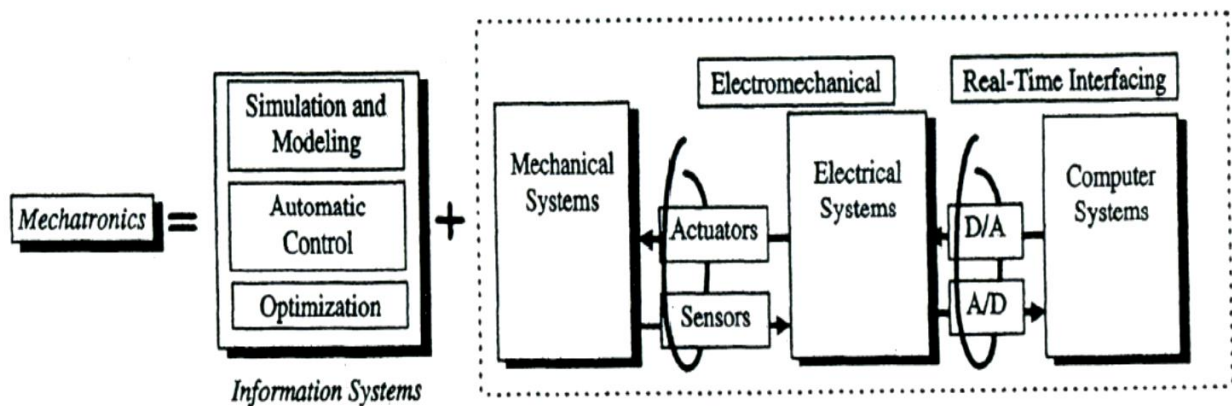
2.3-rasm. Harakati kompyuterli boshqariladigan mashinaning umumiy strukturasi

Mexanik qurilmaning harakati jarayonida ishchi organ ishlov berilayotgan ob`ektga bevosita ta`sir qiladi va amalga oshirilayotgan avtomatlashtirilgan operatsiyaning sifat ko`rsatgichlarini ta`minlaydi.

Shunday qilib, MTlarda mexanik qismi boshqariladigan ob`ekt hisoblanadi. MT tomonidan funktsional harakat amalga oshirish jarayonida mexanik qismining oxirgi zvenosi bo`lgan ishchi organga tashqi ob`ektlar g`alayonli ta`sir etadi. Bu ta`sirlarga misol bo`lib mexanik ishlov berish operatsiyalarida kesish kuchlari, shakllantirish va yig`ish operatsiyalarida kontakt kuchlari va kuch momentlari xizmat qiladi.

Demak, MTlarning yuritmalar blokini, kompyuterli boshqarish sistemasini va sensorlarni loyihalash jarayoni MTlarning qanday texnologik operatsiyani bajarishiga asoslangan mexanik qismini boshqariladigan ob`ekt sifatida tahlil qilish va g`alayonlarni ta`sirlarni hisoblashdan boshlanadi.

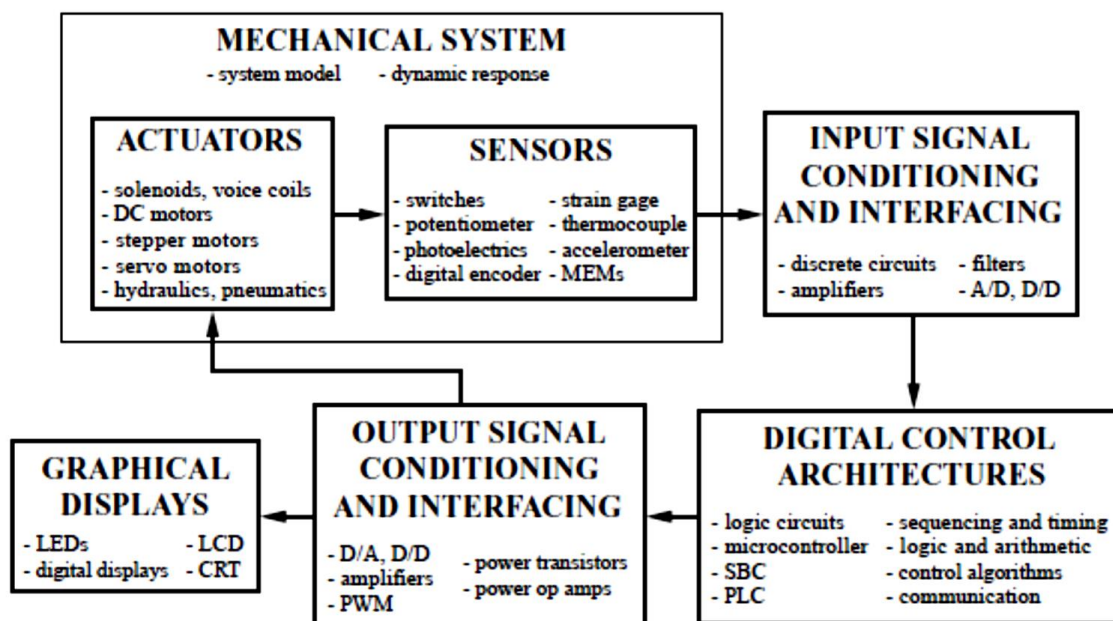
3. Mexatron tizimlarning tarkibi



2.3-rasm. Mexatronikaning asosiy elementlari

Key Elements of Mechatronics⁸

⁸ Introduction to mechatronics and measurement systems / David G. Alciatore.— Published by McGraw-Hill,. Copyright © 2012, 4th ed. -p.3.



1.3-rasm. Mexatron tizimlarning qismlari elementlari⁹

system modd	tizim holati
dinamic respence	dinamik javob
voice coils	ovoz katushkasi
switches	pereklyuchatellar
strain gauge	tenzodatchik
termocuple	termopara
circuit	sxema
amplifiers	kuchaytigichi
power transistors	kuchli tranzistor
power op amps	kuchli operatsion kuchaytirgich
accelerometer	akselerometr

Соленоид (от греч. *solen* — канал, труба и *eidos* — подобный) — разновидность катушки индуктивности. Обычно под термином «соленоид» подразумевается цилиндрическая обмотка из провода, причём длина такой обмотки многократно превышает её диаметр.

Энкодер- Датчик угла поворота — устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта в электрические или аналоговые сигналы, позволяющие определить угол его поворота.

Тензометрический датчик — датчик, преобразующий величину деформации в удобный для измерения сигнал, основной компонент тензометра. (тензо – напряженный)

CRT. электронно-лучевая трубка

INPUT SIGNAL CONDISHIONING AND INTERFACING - формирование входного сигнала и сопряжение

MEMS - **microelectromechanical systems**.

SBC (англ. **Session Border Controller** — пограничный контроллер сессий) — оборудование операторского класса (программное или аппаратное), являющееся частью операторских NGN сетей. Пограничные контроллеры сессий выполняют целый ряд функций, необходимых не только для успешного и безопасного функционирования операторской сети, но и для стабильного развития операторского бизнеса.

Программируемый логический контроллер (сокр. ПЛК; англ. *programmable logic controller*, сокр. **PLC**; более точный перевод на русский — контроллер с программируемой логикой)

PWM - англ. *pulse-width modulation* (шиотно-импульсная модуляция, ШИМ)

Широтно-импульсная модуляция — процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.

Основной причиной применения ШИМ является стремление к повышению КПД при построении вторичных источников питания электронной аппаратуры и в других узлах, например, ШИМ используется для регулировки яркости подсветки LCD-мониторов и дисплеев в телефонах и т.п

Elements of Mechatronics—Mechanical

⁹ Introduction to mechatronics and measurement systems / David G. Alciatore.— Published by McGraw-Hill,. Copyright © 2012, 4th ed. -p.16.

- Mechanical elements refer to
 - mechanical structure, mechanism, thermo-fluid, and hydraulic aspects of a mechatronics system.
- Mechanical elements may include static/dynamic characteristics.
- A mechanical element interacts with its environment purposefully.
- Mechanical elements require physical power to produce motion, force, heat, etc.

Mexatronika elementlari – mexanika qismi

- har xil mexanizmlar, gidro- va pnevmatik moslamalar va h.k.

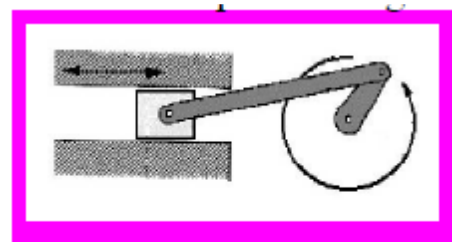
Mexanik element statik va dinamik vazifalarni bajarishi mumkin;

Ular maqsadga muvofiq atrof muhitga ta`sir qiladi;

Ular harakatlanishi yoki kuch ishlatishi uchun energiya talab qiladi.

Machine Components: Basic Elements

Gear, rack, pinion, etc.

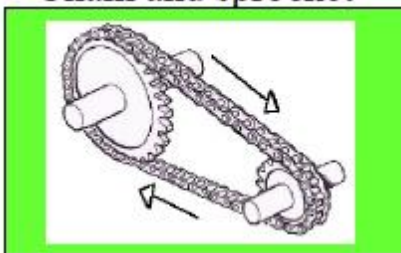


Slider-Crank

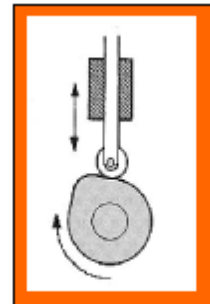
Krivoship-shatunli mexanizm

Tishli uzatma, stoyka, shesternya

Chain and sprocket



Zanjir va yulduzcha



Cam and Follower

Kulachokli mexanizm

Elements of Mechatronics—Electromechanical

- Electromechanical elements refer to:
 - Sensors
 - A variety of physical variables can be measured using sensors, e.g., light using photo-resistor, level and displacement using potentiometer, direction/tilt using magnetic sensor, sound using microphone, stress and pressure using strain gauge, touch using micro-switch, temperature using thermistor, and humidity using conductivity sensor
 - Actuators
 - DC servomotor, stepper motor, relay, solenoid, speaker, light emitting diode (LED), shape memory alloy, electromagnet, and pump apply commanded action on the physical process
 - IC-based sensors and actuators (digital-compass, -potentiometer, etc.).

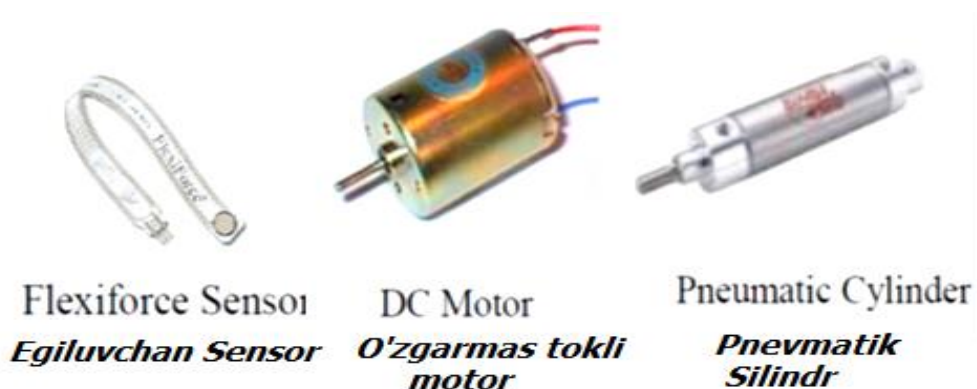
Mexatronikaning elektromexanik elementlari

Mexanik qurilma zvenolari harakatini ishchi organning zarur harakatlariga aylantirishga mo'ljallangan.

Elektromexanik elementlar quyidagilardan iborat:

-Aktuatorlar (ijrochi mexanizmlar)

- servodvigatel, qadamli dvigatel, rele, dinamik, svetodiod (LED), elektromagnit, tormoz, mufta mexanik jarayonlarni bajarish uchun xizmat qiladi.



- Datchiklar (Sensorlar)

- Fizik o'zgaruvchilarni datchiklar yordamida o'lchash mumkin, masalan, yorug'likni fotorezistorlar bilan, sath va siljishni potentsiometr bilan, harakat/og'ishni magnitli datchik bilan, ovozni mikrofon yordamida, kuchlanish va bosimni tenzodatchik bilan, temperaturani termistor bilan, namlikni vlagomer bilan va h.k.

- Sensorlar tashqi muhit va ishlar ob'ekti hamda menxanik qurilmalar va yuritmalar haqidagi haqiqiy ma'lumotlarni yig'ish va ularni kompyuter boshqarish tizimiga yuborish uchun xizmat qiladi.

Elements of Mechatronics—Electrical/Electronic

- Electrical elements refer to:
 - Electrical components (e.g., resistor (R), capacitor (C), inductor (L), transformer, etc.), circuits, and analog signals
- Electronic elements refer to:
 - analog/digital electronics, transistors, thyristors, opto-isolators, operational amplifiers, power electronics, and signal conditioning
- The electrical/electronic elements are used to interface electromechanical sensors and actuators to the control interface/computing

Mexatronika elementlari- Elektr / elektron

- Elektr elementlari quyidagilardan iborat:

- Elektr komponentlar (masalan, rezistor (R), kondensator (C), induktor (L), transformator, va boshqalar), sxemalar va analog signallar.

- Elektron elementlar quyidagilardan iborat:

- analog / raqamli elektronika, transistorlar, tiristorlar, opto izolyatorlar, operatsion kuchaytirgichlar, kuchlanishli elektronika va signalni sozlash moslamalari

Elektr / elektron elementlar elektrmexanik qismidagi datchiklar va ijrochi mexanizmlarni boshqarish/hisoblash interfeysiga ulash uchun xizmat qiladi.



Rezistorlar



Kondensatorlar

Конденсатор (от лат. condensatio — «накопление») — двухполюсник с постоянным или переменным значением ёмкости и малой проводимостью; устройство для накопления заряда и энергии электрического поля.



Induktivli katushka

Катушка индуктивности в электрической цепи для переменного тока имеет не только собственное омическое (активное) сопротивление, но и реактивное сопротивление переменному току, нарастающее при увеличении частоты, поскольку при изменении тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, препятствующая этому изменению.

Индуктивность, свойство электрической цепи или элемента цепи, создающий электродвижущую силу (ЭДС) при изменении электрического тока.

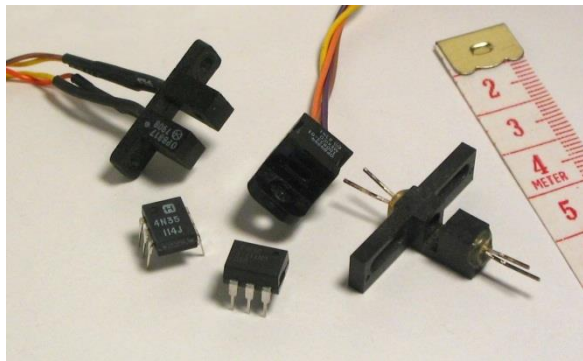


Transformator

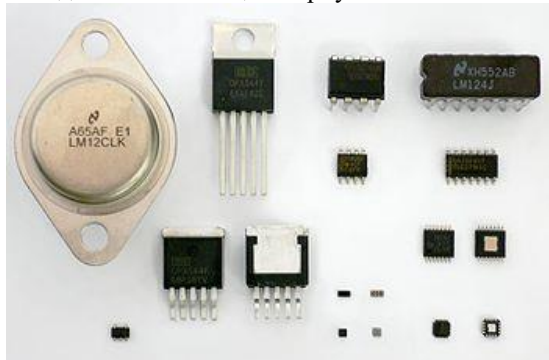
Трансформатор силовой ОСМ 0,16 —
Однофазный Сухой Многоцелевого назначения
мощностью 0,16 кВА



Транзистор (англ. transistor), полупроводниковый триод — радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, способный от небольшого входного сигнала управлять значительным током в выходной цепи, что позволяет его использовать для усиления, генерирования, коммутации и преобразования электрических сигналов.



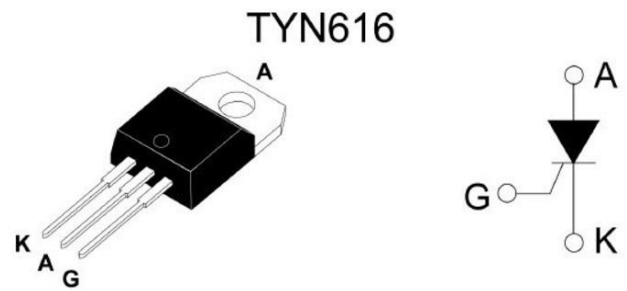
Оптопара или оптрон — электронный прибор, состоящий из излучателя света и фотоприёмника, связанных оптическим каналом и, как правило, объединённых в общем корпусе.



Операционный усилитель (ОУ; англ. operational amplifier, OpAmp) — усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и, как правило, единственным выходом, имеющий высокий коэффициент усиления.

Elements of Mechatronics—Control Interface/Computing Hardware

- Control interface/computing hardware elements refer to:
 - Analog-to-digital (A2D) converter, digital-to-analog (D2A) converter, digital input/output (I/O), counters, timers, microprocessor, microcontroller, data acquisition and control (DAC) board, and digital signal processing (DSP) board
- Control interface hardware allows analog/digital interfacing
 - communication of sensor signal to the control computer and communication of control signal from the control computer to the actuator



Тиристор — это полупроводниковый прибор с двумя устойчивыми состояниями, имеющий три или больше взаимодействующих выпрямляющих перехода. По функциональности их можно соотнести к электронным ключам. Но есть в тиристоре одна особенность, он не может перейти в закрытое состояние в отличие от обычного ключа. «закрытое» состояние — состояние низкой проводимости; «открытое» состояние — состояние высокой проводимости



оптоизоляторы генерируют изолированное DC напряжение при появлении DC сигнала на входе

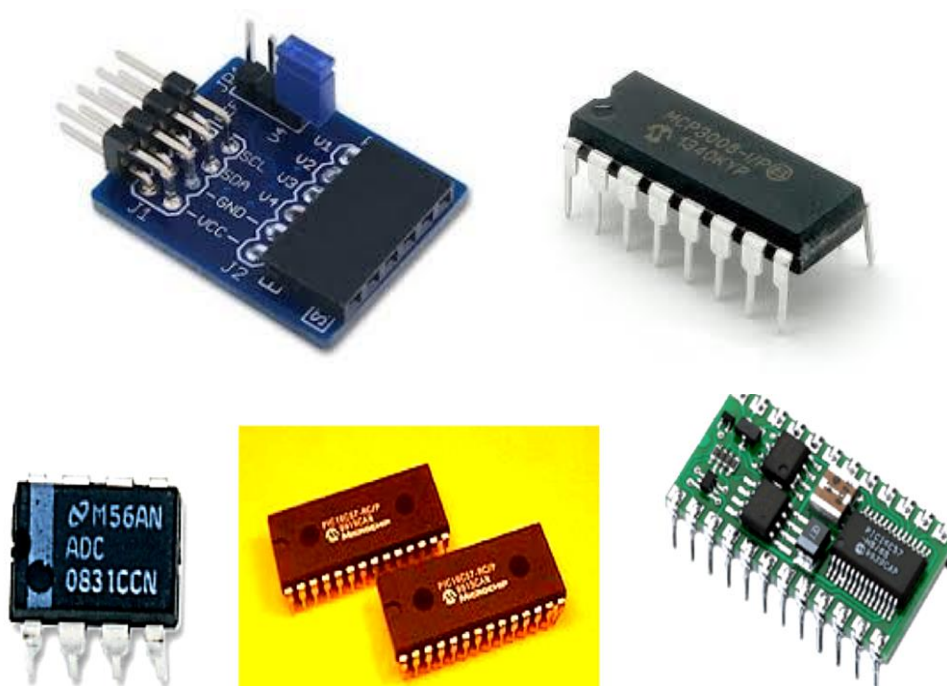
- Control computing hardware implements a control algorithm, which uses sensor measurements, to compute control actions to be applied by the actuator.

Mexatronikaning boshqarish interfeysi /hisoblash texnikasi elementlari

- Boshqaruv interfeysi / hisoblash apparat elementlari quyidagilardan iborat:
 - Analog-raqamli (A/D) konverter, raqamli-analog (D/A) konverteri, raqamli kirish / chiqish (I/O), schetchiklar, taymerlar, mikroprosessor, mikrokontrollerlar, ma'lumotlarni yig'ish va boshqarish platasi (DAC), signalni qayta ishlash (DSP) platasi.

- Boshqaruv interfeysining apparat ta'minoti analog / raqamli ulanishni ta'minlaydi, ya'ni datchik va boshqaruv kompyuteri orasidagi aloqani va boshqaruv kompyuteridan ijrochi yuritmaga boshqaruv komandasini yuboradi.

Boshqaruv qurilmasi boshqarish algoritmini amalga oshiradi. Bunda u datchiklardan kelgan signallarni qayta ishlab, algoritm bilan solishtirib, ijrochi yuritmalarga ijro komandasini yuboradi.



Микропроцессор (в ангоязычной литературе MPU — Micro Processor Unit) содержит функционал компьютерного центрального процессора, или ЦП (CPU — Central Processing Unit) на одном полупроводниковом кристалле (ИМС — интегральная микросхема или на западный манер — Integrated Circuit).

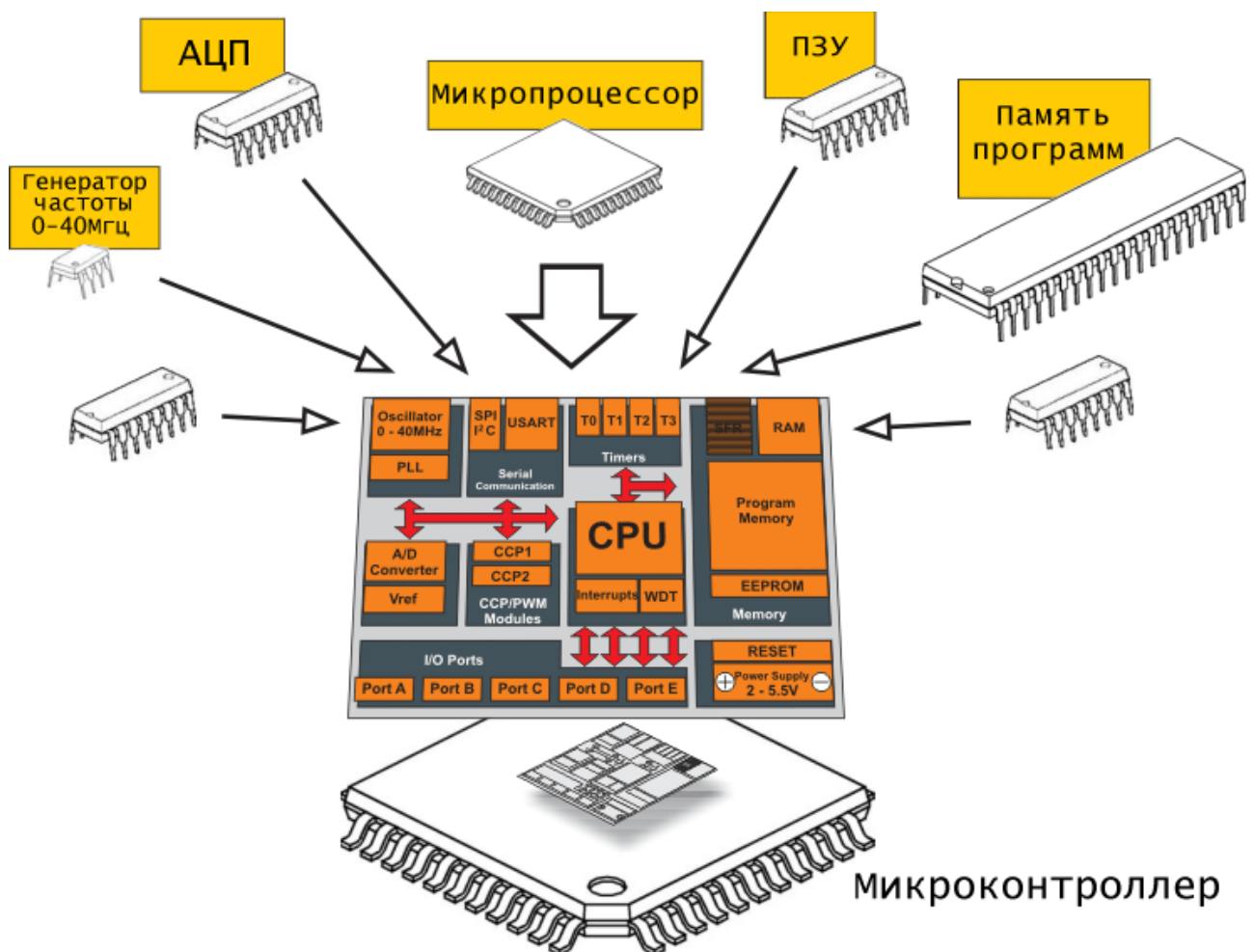


Графический процессор NVIDIA

По своей сути — это микрокомпьютер, который используется для выполнения арифметических и логических операций, управления системами, хранения данных и прочих.

Микропроцессор обрабатывает данные, поступающие с входных периферийных устройств и передает обработанные данные на выходные периферийные устройства.

Существует четыре основных типа процессоров, различающихся своей архитектурой.



Elements of Mechatronics—Computer/Information System

- Computer elements refer to hardware/software utilized to perform:
 - computer-aided dynamic system analysis, optimization, design, and simulation

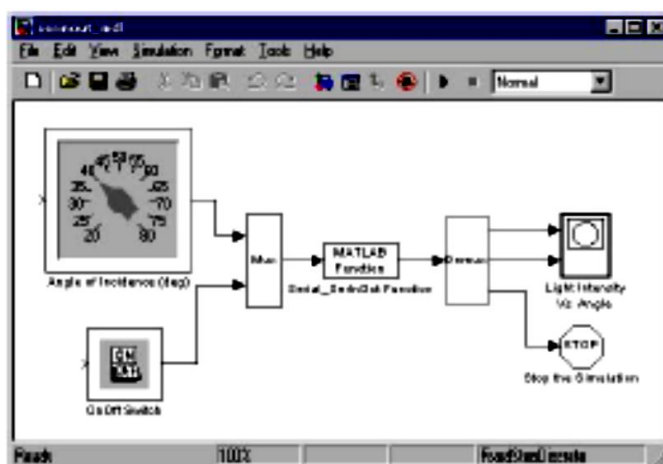
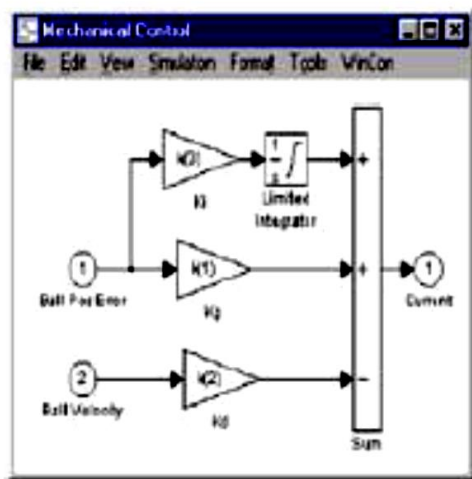
- virtual instrumentation
- rapid control prototyping
- hardware-in-the-loop simulation

Mexatronika-Kompyuter / Axborot tizimi elementlariga apparat ta`minoti va dasturiy ta`minot kiradi.

Ular quyidagi vazifalarni bajarishga mo`ljallangan:

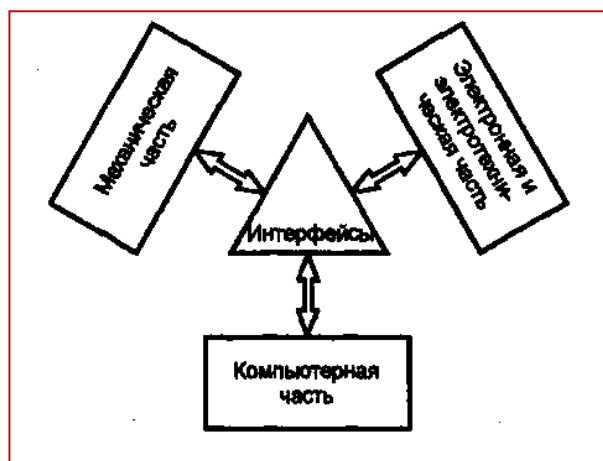
- avtomatlashtirilgan dinamik sistemalarni tahlil qilish; ularni modellashtirish, optimallashtirish va loyihalash;
- sistemalarni virtuallashtirish;
- tezkor boshqaruvni ta`minlash;
- simulyatsiyali modellashtirish.

Va shu asosda Inson-operator bilan inson-mashina interfeysi (HMI) orqali dasturlash rejimlarida va MTlarning harakatlanish jarayonida o`zaro aloqada bo`ladi va tashqi (periferiyadagi) qurilmalar bilan ma`lumotlarni almashinadi.



MTlarning kompyuter boshqarish tizimi odatga boshqarish tizimining yuqori bosqichiga kiradi.

Shunday qilib, tarkibida uchta zaruriy qismi bo`lgan va energetik hamda axborot oqimlar bilan bog`langan - mexanika (aniqrog`i elektromexanika), elektron va kompyuterli qismlar MTlarning boshqa tizimlardan farq qiluvchi birlamchi xususiyati hisoblanadi.



1.3-rasm. Mexatron tizimlarning qismlari komponentlari

Bu komponentlar interfeyslar bilan bir-biriga ulangan.

Interfeys (ing. *Interface* – ajratish yuzasi, to'sin) – ikkita tizim, qurilma va dasturlarni bir-biri bilan hamkorlik qilish usul va uslublari hamda imkoniyatlaridir. Masalan, *USB*, *CAN*, *Ethernet* va h.k.

USB (Yu.-Es.-Bi, ing. *Universal Serial Bus* – universal ketma-ket shina) hisoblash texnikasi atrofidagi qurilmalardan o'rta va kichik tezlikda axborotlarni uzatish uchun ketma-ket interfeys.

Ethernet ([`i:θə nɛt] inglizchadan *ether* [`i:θər] «efir») – kompyuter tarmoqlari uchun axborotni paket shaklida uzatish texnologiyasi.

O'tgan asrning 80-yillarida *BOSCH* kompaniyasi tomonidan tarmoq interfeysining yangi kontseptsiyasi *CAN* – (*Controller Area Network*) taklif qilindi.

CAN – shina bir vaqtning o'zida raqamli axborotlarni qabul qiluvchi va etkazib beruvchi har qanday qurilmalarni ulashni ta'minlab beradi. Bunday shinalar yuqori tezlikda axborotni etkazib bera oladi.

Loyihalashda mexatronik yondoshishning ma'nosi – bu hattoki har xil fizik mohiyatga ega bo'lgan 2 va undan ortiq elementlarni yagona funktsional modulga birlashtirish hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, loyihalash jarayonida mashinaning odatdagi strukturasidan separat qurilma sifatida hech bo'lmasa bitta interfeys uning bajaradigan ishining fizik mohiyatini saqlagan holda olib tashlanadi.

Typical knowledgebase for optimal design and operation of mechatronic systems comprises of:

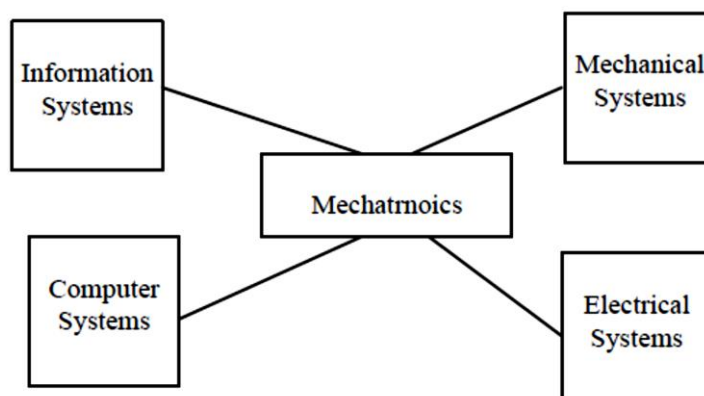
– Dynamic system modeling and analysis

• Thermo-fluid, structural, hydraulic, electrical, chemical, biological, etc.

- Decision and control theory
- Sensors and signal conditioning
- Actuators and power electronics
- Data acquisition
- A/D, D/A, digital I/O, counters, timers, etc.
- Hardware interfacing
- Rapid control prototyping
- Embedded computing

Mexatronik tizimlarni loyihalashtirish va yaratish uchun odatda bilimlar bazasi quyidagilardan iborat:

- Aniq mexanika;
- Dinamik tizimlarni modellashtirish va tahlil qilish, bu tizimlar elektrik, gidravlik, kimyoviy, biologik va h.k. bo`lishi mumkin;
- Qaror qabul qilish va boshqaruv nazariyasi;
- Sensor va signallarni sozlash;
- Aktuatorlar va kuchli elektronika;
- Ma'lumotlarni to'plash;
- A/D, D/A o`zgartirgichlar, raqamli I/O va boshqalar;
- Apparat ta`minoti interfeysi;
- Jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish;
- Dasturiy ta`minot.



Mexatronikaning fan asoslari

Disciplinary Foundations of Mechatronics¹⁰

Balance theory, simulation, hardware, and software

Balans nazariyasi, simulyatsiya, apparat ta`minoti va dasturiy ta'minot

Disciplinary Foundations of Mechatronics

¹⁰ Intro to Mechatronics. p.7

- Mechanical Engineering
- Electrical Engineering
- Computer Engineering
- Computer/Information Systems

4. Mexatronik tizimlarining xususiyatlari

Mexatronik qurilmasi quyidagi xususiy belgilarga ega:

1. Axborot va energiya o`zgartirishni minimallashtirish (masalan, reduktorsiz dvigatellardan foydalanish) – harakatni o`zgartirishni minimallashtirish printsiipi.
2. Bir nechta funktsiyalarni bajarish uchun bitta mexatron elementidan foydalanish – funktsiyalarni birlashtirish printsiipi.
3. Mexatron elementlarni bir korpusga joylashtirish – korpuslarni birlashtirish printsiipi.
4. Elementlarni mustahkam montaj qilish.

Bugungi kunda MTlarning 3 ta avlodlari mavjud.

- I-dasturlashtirilgan mexatron tizimlar;
- II-adaptiv mexatron tizimlar;
- III- intellektual mexatron tizimlar.

I-avlod dasturlashtirilgan mexatron tizimlar. Ularning harakati dastur almashtirilishi bilan o`zgartiriladi. Tashqi muhit holati o`zgarishi haqidagi axborot faqat dastur almashtirish paytida tizimga kiritiladi. Inson aralashuvisiz birinchi avlod mexatronik tizimlar yangi dasturlarni ishlatish va tashqi muhit o`zgarishiga moslasha olmaydi. Hozirgi vaqtda sanoat ishlab chiqarishda foydaladigan mexatronik tizimlarning asosini ushbu tizimlar tashkil qiladi.

II-avlod MTlar tashqi muhit o`zgarishiga moslasha oladi va shuning uchun adaptiv deb ataladi. Ular tashqi muhit haqidagi axborotni qabul qilish tizimiga ega, bu axborotni real vaqt sharoitida boshqarish signallariga o`zgartira oladi. Bu MTlar mikroprotssessor bazasidagi quvvatli hisoblash sistemasiga ega va juda katta funktsional imkoniyatlar va ishlatish samaradorligigiga ega. Hozir vaqtda bunday MTlar ishlab chiqarilmoqda va ulardan foydalanish o`sib bormoqda.

III-avlod MTlar – intellektual tizimlar. Bu tizimlar xuddi birinchi va ikkinchi avlod tizimlar kabi ishlaydi, ya`ni tashqi muhit o`zgarishini sezadi va shunga qarab o`zining harakatini belgilaydi. Boshqa avlod tizimlardan farqi shundaki, ular o`zining harakatini belgilangan mezonlarni baholab, ushbu chegaralar ichida ko`plab yechimlar ichidan eng optimalini aniqlab, ushbu optimal variant asosida vazifasini hal qiladi. Bunday tizimlar ishlab chiqilib, endi ishlab chiqarishga qo`yilmoqda.

An`anaviy avtomatlashtirish vositalari bilan taqqoslaganda mexatronik uskunalarning asosiy afzalliklari:

- Barcha elementlar va interfeyslarni yuqori darajada integratsiyalash, unifikatsiyalash va standartlashtirish natijasida tannarxning pastligi;
- Intellektual boshqarish metodlarini qo`llash natijasida murakkab va aniq harakatlarni amalga oshirishning yuqori sifatiga erishish;
- Yuqori ishonchlilik, uzoq chidamlilik va jarayonga xalaqit qiluvchi ta`sirlardan himoyaning yuqoriligi;
- Kinematik zanjirlarning soddalashtirilishi natijasida mashinaning massasi va gabaritlarini hamda dinamik xossalarini yaxshilash.
- Modullar konstruktsiyalarini mujamsamlashtirish (kompaktlash) (mikromashinalar ishlab chiqish).

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Mexatron tizimning tarkibi.
2. Mexatron tizimning elektrmexanik va elektron qismlari qanaqa funktsiyalarni bajaradi?
3. Mexatron tizimning kompyuterli boshqarish qurilmasi qanaqa funktsiyalarni bajaradi?
4. Mexatron tizimning funktsional sxemasini tushuntiring.
5. An`anaviy avtomatlashtirish vositalari bilan taqqoslaganda mexatronik uskunalarning asosiy afzalliklari.

Ma`ruza №4

Avtomatlashtirilgan texnologik komplekslarda mexatronik tizimlarni qo`llash

Reja:

1. Mexatronik tizimlarini yig'ish operatsiyalarida qo`llash.
2. Mexatronik qurilmalar moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari asosidir.
3. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

Asosiy kalit so'z va iboralar

Yig'ish operatsiyalari; robotlashtirilgan texnologik tizim; yig'uvchi robototexnik komplekslar; moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari; raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

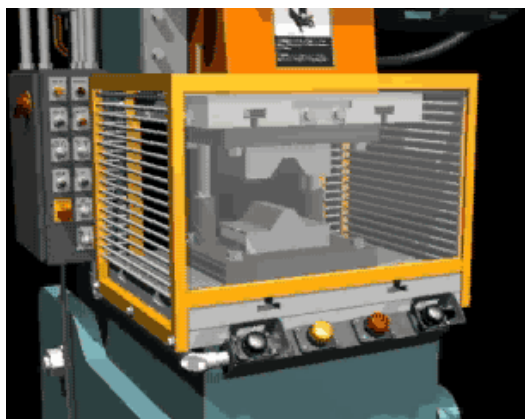
1. Mexatronik tizimlarini yig'ish operatsiyalarida qo`llash

MTlarni qo`llash sohalari yildan-yilga kengayib bormoqda. Bu sohalardan biri sanoatning mashinasozlik va asbobsozlik sohalaridir. Bu sohalarda birinchi avtomatik boshqarish vositalari qo`llanilgan va hozir bu sohalarda umumjahon robototexnik vositalar parkining 80 %-i mujassamlangan.

MTlarni sanoatda qo`llash masalalarini ko`rayotganda asosan texnologik jarayon turini aniqlash kerak (masalan, detallarga mexanik ishlov berish, sovuq shtampovkalash, plastmassalarni presslash, xom ashyoga termik ishlov berish, payvandlash, transport sohasi, nazorat va sinovdan o`tkazish va h.k.).

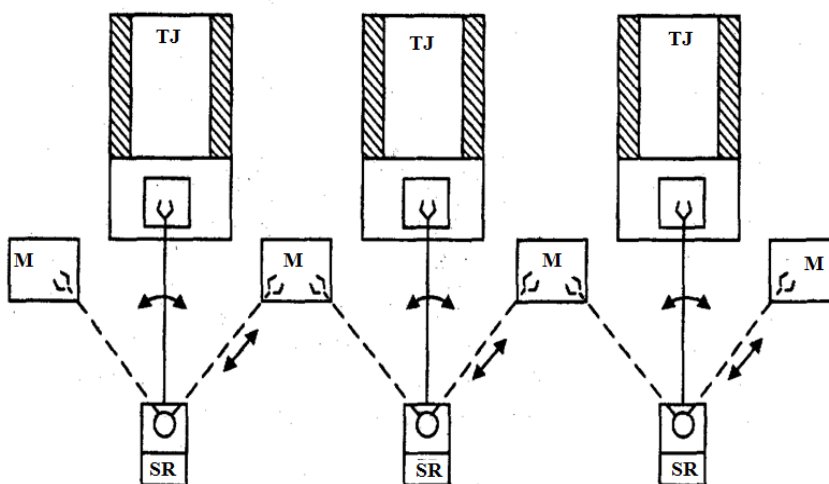
Shtampovkalash — materialni shaklini va o`lchamini o`zgartirish uchun uni plastik deformatsiyalash jarayonidir. Asosan metallardan va plastmassadan yasalgan detallar shtampovkalanadi. Agar shtampovkalash materialni qizdirmasdan bajarilsa, bu *sovuq shtampovkalash* deyiladi. 4.1-rasmda shtampovkalash pressining rasmlari keltirilgan.

4.2-rasmda bir oqimli robotlashtirilgan sovuq shtampovkalash texnologik tizimiga misol ko`rsatilgan.



4.1-rasm. Shtampovkalash presslari

Bu yerda tizimni tashkil etuvchi yacheykalar bir-biri bilan bevosita bog'langan. Shuning uchun bu tizimda operatsiyalararo transport tizimi ishlatilmagan, predmetlar bir yacheykadan ikkinchisiga yordamchi sanoat robotlari yordamida uzatiladi. Bunday tizimlar juda ham sodda, lekin bu yerda asosiy texnologik jihozlar orasidagi masofa juda ham aniq bo'lishi lozim.

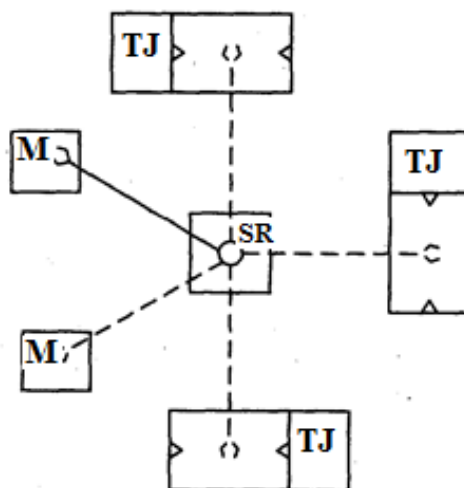


4.2.-rasm. Chizig'li komponovkalangan sovuq shtampovkalash bir oqimli robotlashtirilgan texnologik tizim sxemasi

TJ – asosiy texnologik jihoz; SR-sanoat roboti; M-zagotovkalarni donalab berish magazini

Bunday komponovkalash texnologik jihozlarda detallarga ishlov berishning kichik davrli jarayonlari uchun qo'llaniladi (birlik detallar, 10 soniyali). Bunda misol qilib sovuq yupqa listli shtampovkalashni aytilish mumkin. Texnologik jihozlarda

ko`proq ishlov berish vaqti talab qilinadigan jarayonlar uchun boshqa turda tashkil etilgan komplekslar ishlatiladi, bunda bitta SR bir nechta texnologik jihozga xizmat ko`rsatadi. 4.3-rasmda xuddi shunday komplekslardan biri ko`rsatilgan. Bunda 3 ta texnologik jihoz doira shakli bo`ylab joylashtirilgan bo`lib, ularga oraslarida turgan faqat 1 ta SR xizmat ko`rsatadi.



4.3-rasm. Detallarga mexanik ishlov berishning doiraviy komponovkalangan robotlashtirilgan texnologik tizim sxemasi

MTlarning rivojlanishi natijasida SRLarning asosiy texnologik jarayonlarda qo`llash ulushi ham ortib bormoqda. Bunda kapital xarajat ko`proq bo`lsa ham, baribir ishchi o`rinlari bo`shalishi va ish sifatining oshishi natijasida samaradorlik oshadi. Bundan tashqari, inson uchun zararli bo`lgan operatsiyalarni (bo`yash, payvandlash va h.k.) larni, hamda monoton operatsiyalarni (konveyerda yig`ish jarayoni) MT bajarishi natijasida ijtimoiy samaraga erishiladi.

**Yig`uvchi robototexnik komplekslar.** Bunday komplekslar ahamiyatligi jihatidan alohida o`rinda turadi, chunki mashinasozlikda yig`ish operatsiyalari umumiy operatsiyalarning 40 % gacha, asbobsozlikda – 50-60 % ni tashkil qiladi.

Yig`ish operatsiyalariga mexanik yig`ish, elektrmontaj ishlari, mikroelektron yig`ish va boshqalar kiradi.

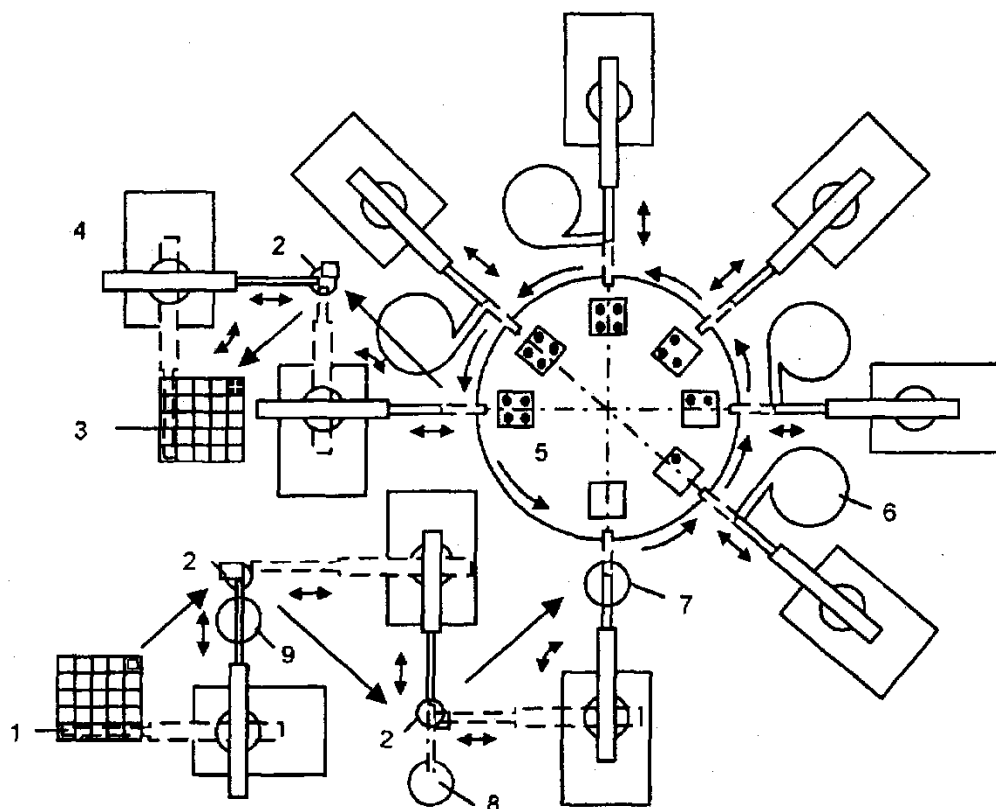
Mexanik yig`ish jarayoni quyidagi ketma-ket keladigan va o`zaro bog`liq operatsiyalardan iborat:

- yig'iladigan detallarni yuklovchi qurilmaga yuklash;
- detallarni yig'ish joyiga harakatlantirish;
- kelgusi yig'ish pozitsiyasiga moslashtirilgan holda detallarni aniq pozitsiyaga joylashtirish;
- yig'ish operatsiyasi, ya'ni detallarni bir-biriga bog'lagan va kerak bo'lganda mahkamlagan holda yig'ish;
- yig'ish davrida o'lchov-nazorat ishlari;
- yig'ilgan uzellarni yig'ish joyidan boshqa operatsiyalarni amalga oshiruvchi joyga yuborish.

4.4-rasmda universal SR asosida qurilgan yig'uvchi robototexnik komplekslarga misol ko'rsatilgan. Kompleks quyidagilarni o'z ichida oladi: ko'taruvchi rama; aylanuvchi stol; yuklovchi va yo'naltiruvchi qurilmalar; mahkamlash vositalari; kabel uzellar; kompleksni boshqarish qurilmasi; muvofiqlashtirish bloklari va EHM bilan bog'lanish qurilmasi.

Bu kompleksda *MII-9C* tipidagi universal pnevmatik SR qo'llanilgan. Kompleks radiopriyomniklar kontur katushkalrini yig'ish uchun mo'ljallangan. U quyidagi operatsiyalarni bajaradi:

- kassetadan katushka karkaslarini olish;
- o'ram (chulg'am)lar chiqish joyini flyuslash;
- chiqish joylarini kavsharlash;
- chiqish joylarini yuvish;
- karkaslarni aylanuvchi stol maxsus joylariga joylashtirish;
- karkasga xalqa kiydirish;
- serdechnikni aylantirib o'rnatish;
- ekranni kiydirish;
- katushkani markirovkalash;
- kassetaga tayyor kontur katushkani joylashtirish.



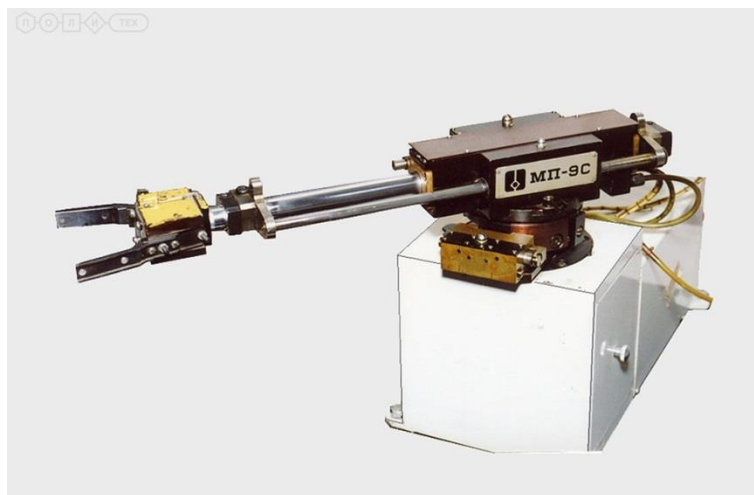
4.4-rasm. Radiopriyomniklar kontur katushkalrini yig'ish uchun robototexnik kompleks

1-yuklovchi qurilma; 2-oraliq joy; 3-yuksizlantiruvchi qurilma; 4-guruhli boshqarish qurilmasi; 5-rotorli stol; 6-yuklovchi qurilma; 7-tozalash uchun vanna; 8-kavsharlash uchun vanna; 9-flyuslash uchun vanna

Bir ish davrida barcha texnologik operatsiyalar parallel-ketma-ket yig'ish printsipi asosida bajariladi.

Kompleksning bir davr ishlash vaqti - 10 s.

Bunday komplekslarni qo'llash ish unumdorligini 10 barobar oshadi, ishlab chiqarish maydonlari qisqaradi, butun yig'ish jarayonini avtomatlashtirishga olib keladi. Bunday komplekslarni boshqa detallar uchun qayta sozlash mumkin. Buning uchun ishchi organlar va boshqaruvchi dasturlar almashtiriladi.



4.5-rasm. Sanoat roboti MHC-9C

2. Mexatronik qurilmalar moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari asosidir

Sanoatda qo'llaniladigan mexatronik qurilmalarni moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari asosi deb qarash mumkin. Moslashuvchan ishlab chiqarishni quyidagicha tushunish mumkin: texnologik tizimni tez va uncha ko'p mehnat va boshqa xarajatlar talab qilmasdan yangi yoki modernizatsiyalangan mahsulot ishlab chiqarish uchun yoki yangi texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun qayta tashkil etish xususiyati tushuniladi. Shu bilan birga ishlab chiqaradigan mahsulotning sifatini va uni ishlatishdagi ishonchliligini oshirish masalasi ham ijobiy hal etilishi kerak.

Moslashuvchan ishlab chiqarish tizimi ko'p bosqichli ierarxik strukturaga ega.

Pastki bosqichi ayrim ob'ektlarning - ma'lumotni tahlil qilish va boshqarish mikroprotsessori bilan ta'minlangan texnologik tizimning bajarish moslamalari (masalan, stanok), hamda ob'ektning holati va texnologik operatsiya parametrlarini o'lchaydigan datchikni dasturiy boshqarishdan iborat.

Ma'lumotlar tahlil qilish va boshqarish uchun mikroprotsessorga yetkaziladi.

Bundan tashqari, bu ma'lumotlar (yoki ularning bir qismi) keyingi bosqichga, ya'ni, bir nechta stanoklar, robotlar va yordamchi mexatronik jihozlarni o'z ichiga olgan moslashuvchan ishlab chiqarish moduliga (MICHM) yuboriladi.

MICHM ning mikroEHMi modulning har bir ob`ektidan ma`lumotlarni oladi, ularni hamkorlikdagi faoliyatini muvofiqlashtiradi, har biri uchun alohida boshqarish tizimini shakllantiradi hamda texnologik jarayonlarning borishi to`g`risida kerakli ma`lumotlarni tizimning keyingi bosqichiga yetkazadi (4.6-rasm).

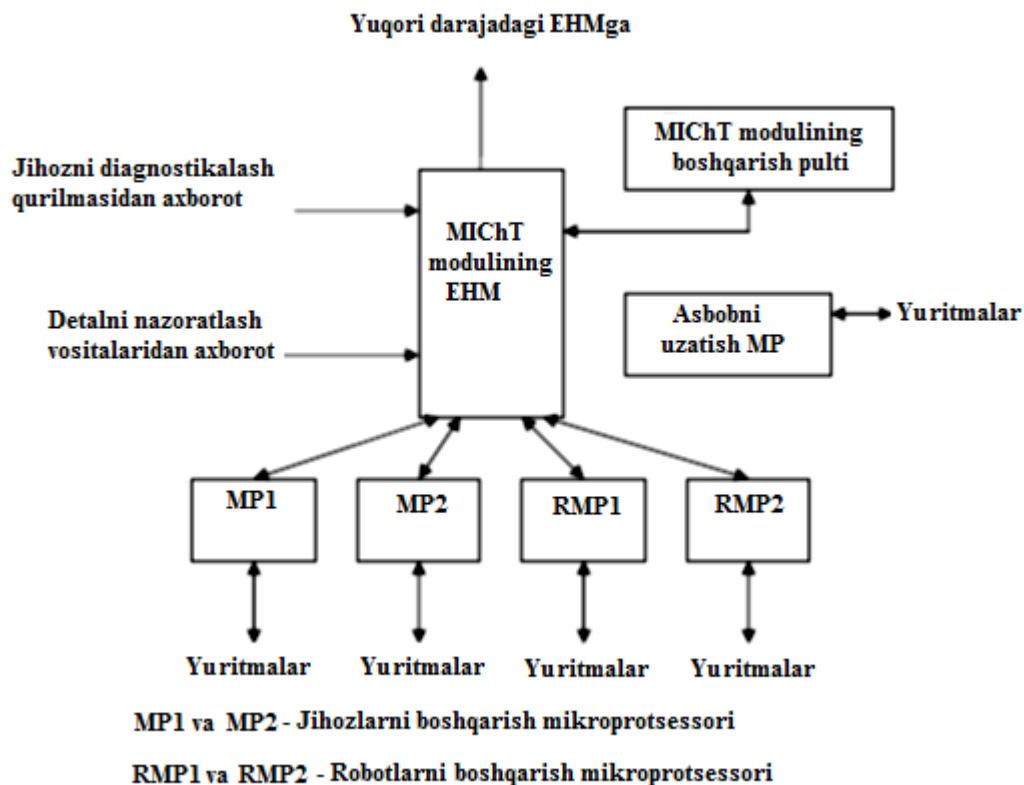
Ba`zi bir modullar moslashuvchan avtomatlashtirilgan uchastkalar (MAU) va moslashuvchan avtomatlashtirilgan texnologik tizimlarga (MATT) biriktiriladi. Uchastka va tizim pastki bosqichdan ma`lumotlarni, yuqori bosqichdan esa topshiriqlarni olib, ularni o`zining EHM yordamida avtomatlashgan tarzda solishtiradi hamda moslashuvchan ishlab chiqarish sistemasining quyi bosqichlariga topshiriq beradi. Texnologik jarayon uchun topshiriqlar EHM xotirasiga avvaldan kiritib qo`yilgan bo`lib, ular tayyorlanadigan mahsulot turiga qarab o`zgartirishga moslashtirilgan.

MAU va MATT tarkibiga ishlab chiqariladigan mahsulot sifatini va qo`shimcha texnologik parametrlarni nazorat qilish uchun avtomatlashtirilgan uskunalari kiritilgan, bunda EHM barcha modullarning berilgan parametrlar va algoritmi bo`yicha hamkorlikdagi ishini muvofiqlashtiradi.

MAU va MATTdan tashqari sexning moslashuvchan ishlab chiqarish sistemasi avtomatlashtirilgan tayyor mahsulotlar, detallar, asboblari va sexning tayyor mahsulotlari uchun omborxona, sex ichida yuradigan avtomatlashtirilgan transport, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi, sex texnologik xizmati, dispetcherlik xizmati, mahsulotni texnik nazorat qilish bo`linmalari va h.k.ni o`z ichiga oladi. Bunda ularning barchasi maxsus dastur bilan ta`minlangan va qayta moslashtirishga mo`ljallangan EHM bilan boshqariladi.

Ishlab chiqarishda o`zida o`lchov-nazorat va diagnostik apparaturani hamda axborotni qayta ishlash mikroprotsessorli vositalarni mujassamlantirgan komplekslarni birlashtirgan texnik nazoratlash va jihozlarni har qanday darajada diagnostikalash muhim rol o`ynaydi.

Dasturlar orqali boshqaraladigan o`lchov moslamalari qayta aloqa vazifasini bajaradi, bunda moslamalar texnologik jarayondan chiquvchi o`lchov natijalarini sifat nazorati talablariga mos holda jarayonni muvofiqlashtirish uchun qayta yuboradi.



4.6-rasm. Moslashuvchan ishlab chiqarish moduli sxemasi

Moslashuvchan ishlab chiqarish sistemasi ichida qurilgan va tizim elementlarini hamda ishlov berish asboblarining avtomatlashgan diagnostikasini amalga oshiradigan texnika texnologik jarayon borish vaqtida avtomatik ravishda sozlash ishlarini bajaradi yoki zarur hollarda operatorning aralashuvi uchun unga signal beradi.

E-BOT 720 robotlashtirilgan yacheyka (4.8-pacm) inson ishtirokisiz uzoq vaqt ishlash rejimida faoliyat ko'rsatishga mo'ljallangan. Bu sistema ishchi kuchini kamaytirib, avtomatlashtirishni kuchaytirish holatlarida ayniqsa samarador bo'ladi.

INTEGREX, INTEGREx-e va VARIAXIS seriyali stanoklarda qo'llanilganda 720 soat (24 soat x 30 kun) uzluksiz ishlatish mumkin.



http://www.victor-cnc.ru/images/stlit/vt_20_001.jpg

4.7-rasm. Moslashuvchan ishlab chiqarish jihozi



<http://www.macros-ht.ru/gibkie-modulnie-sistemi-mazak>

4.8-rasm. E-BOT 720 robotlashtirilgan yacheyka

3. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar tipik mexatron tizimlar hisoblanadi. Ular metallardan, yog'ochdan, plastmassadan ishlangan mahsulotlarga mexanik ishlov

berish uchun ishlatiladi. Harakat modullari ishini dastlab dastur yuklangan stanokning raqamli sistemasi boshqaradi.



a



b

4.9-rasm. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

(a – tokarli; b – frezer-gravyuralash stanogi)

Iqtisodiy va texnik sabablarga ko`ra sarflov materiallar narxining oshib borishi, mavjud tizimlarning ma`naviy va moddiy eskirishi, ishlab chiqarish stanoklarining samaradorligi, aniqligi va ishonchligini oshishi sababli eski raqamli dasturli boshqariladigan tizimlarning zamonaviylariga almashtirish bugungi kunda ko`pgina korxonalar uchun muhim bo`lib hisoblanadi.

Raqamli dasturli boshqariladigan (RDB) tizimlarining tahlili ularning iqtisodiy muvofiqligi va mikrokontrollerlar asosida yaratilgan RBD tizimlariga o'tishga sabab bo'ladi. AtmelATmegal 28 mikrokontroller asosida yaratilgan RBD tizimi tuzilishini ko'ramiz:

Mikrokontrollerning afzalliklari:

- Nisbatan yuqori chastotaga egaligi (16 MGts);
- CISC-arxitekturadan¹¹ farqli o'laroq bir tsikl sinxronizatsiya natijasida topshiriqlarni ajratib olish imkoniyatiga ega bo'lgan va nisbatan yuqori ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan RISC-arxitektura¹² bilan ta'minlanganligi;
- Flash-xotiraga ega bo'lishi, uning kengaytirish imkoniyati mavjudligi. U RBD dasturini binar tizimda saqlash jarayonida uning quvvati 20 ming operatsiyani bajarish imkoniyatini beradi.

Tizim arxitekturasini. RBD tizimi mikroprotsessor qismining apparat ta'minoti quyidagilardan iborat: dasturga ishlov beruvchi asosiy modul (AM), klaviatura moduli (KM), raqamli-analog o'zgartirgichli va signal kuchaytirgichli chiqish moduli (ChM), asosiy modulda boshqarish dasturlarini yozib borishda foydalaniladigan dasturlashning avtonom moduli (DAM) (4.10-rasm).

Asosiy modul foydalanuvchi bilan hamkorlikda ishlash (klaviatura va monitordan foydalangan holda interfeysni ta'minlash) funksiyasini, tahlil qilish, dasturni tayyorlash va interpolatsiyalash vazifasini bajaradi.

U Atmel ATmegal28 mikrokontroller, EEPROM¹³ xotira va Flash¹⁴ kengaytirilgan xotiradan iborat. RBD tizimining bir yoki bir nechta dasturlari DAM yordamida mikrokontrollerning Flash xotirasiga yozib olinadi va u yerdan ijro etish uchun yuboriladi. Yuborilgan topshiriq (dastur) noto'g'ri topshiriqlar berilishi yoki

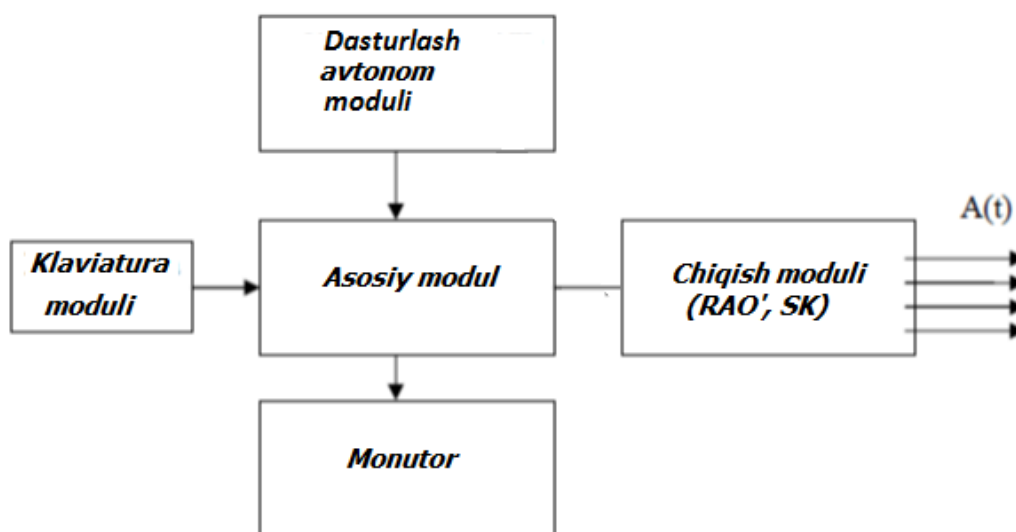
¹¹ CISC (англ. complex instruction set computer) — тип процессорной архитектуры, которая характеризуется следующим набором свойств: нефиксированное значение длины команды; арифметические действия кодируются в одной команде; небольшое число регистров, каждый из которых выполняет строго определённую функцию.

¹² RISC (англ. reduced instruction set computer — компьютер с набором коротких (простых, быстрых) команд) — архитектура процессора, в котором быстродействие увеличивается за счёт упрощения инструкций, чтобы их декодирование было более простым, а время выполнения — меньшим.

¹³ EEPROM (англ. Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) — электрически стираемое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (ПЗУ).

¹⁴ Флэш-память (англ. flash memory) — разновидность полупроводниковой технологии электрически перепрограммируемой памяти (EEPROM).

belgilangan xarakteristikasidan oshirishi (masalan, tezlikni maksimal belgilangandan oshirish) oldini olish maqsadida qayta o`rganib chiqiladi.



4.10-rasm. Atmel mikrokontrolleri bazasidagi RDB sistemaning modulli strukturasi

Menyu tizimi ish parametrlarini moslashtirib sozlash va qo`shimcha xizmat ko`rsatish funktsiyalarini bajarishga imkoniyat beradi. 2 kGts chastotada ishlovchi taymer fazani boshqaruvchi signalni chiqish moduliga berishni ta`minlaydi. Ushbu taymer parallel ravishda boshqa vazifalarni ham bajarishga yordam beradi: klaviatura kontrolleriga so`rov o`tkazish, displeyga ishlov beruvchini chaqirish (interpolyatsiya jarayonida o`zgaruvchan ma`lumotlarni displeyga chiqarish uchun).

Taymer bo`yicha bajariladigan qo`shimcha topshiriqlarning chiqish signalining kechishiga olib kelmasligi uchun interpolyatsiya¹⁵ signali jamlanmalarini buferlash ishlatiladi. Bu ayrim vazifalarni bajarish vaqti, masalan, ma`lumotlarni displeyga kiritish operatsiyasi, interpolyatsiya davridan ko`pligi bilan bog`liq.

Chiqish moduli AMdan chiqadigan raqamli signallarni stanokni boshqaradigan analogli signallarga o`zgartiradigan RAO` jamlanmasidan va kuchlanishni

¹⁵ Интерполяция, интерполирование (от лат. inter-polis — «разглаженный, подновлённый, обновлённый; преобразованный») — в вычислительной математике способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

bo'luvchidan (KB) iborat. Bunday tuzilish ham eski rusumdagi ham yangi boshqaruv tizimidagi stanoklarni ishlatish imkoniyatini beradi.

Interpolyatsiya topshiriqlarini bajarish jarayonida asosiy mikrokontrollarni ishini maksimal yengillashtirish uchun klaviaturali modul oddiy topshiriqlarni bajarishga mo'ljallangan alohida mikrokontrollerga ega. Bu mikrokontroller vaqt vaqti bilan klaviaturani sozlashni so'rab turadi, va bu o'z navbatida bir nechta klavishalardan bir vaqtning o'zida foydalanish imkoniyatini beradi (bu foydali xususiyat instrumentlarni qo'lda harakatlantirishda ishlatiladi) va klavishalarning tebranishi oldini oladi.

Dasturlash moduli *Intel 80486* protsessori asosida qurilgan. Dasturlash moduli avtonom modul bo'lib bir yoki undan ortiq dasturlarni tashqi xotiralardan (disketa, flesh-kartadan) yozib olish imkonini beradi. Yozuv *RS-232* porti orqali amalga oshiriladi.

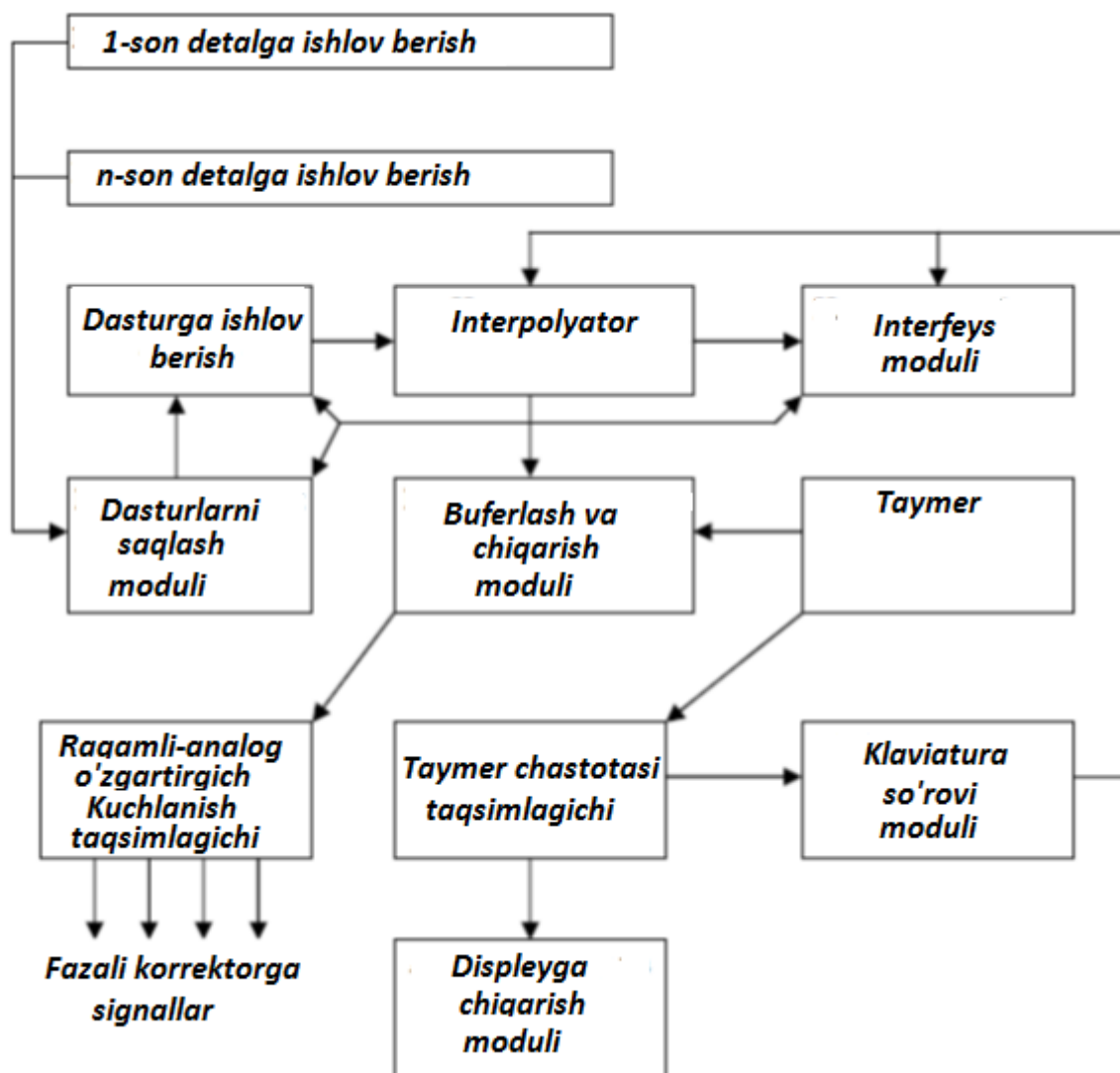
RDB sistemasining dasturlash strukturasi ushbu sistemaning apparat va dasturiy ta'minoti bilan o'zaro muloqot qilishi uchun ma'lumotlar strukturasi va ish olib borish usullariga ega bo'lgan xususiy modullar to'plamdan iborat.

Mikrokontroller ishga tushganda asosiy modulga boshqarish beriladi. U dasturlar bilan ishlash (barcha dasturlarni o'chirish, yangi dasturlarni qo'shish) va dasturni ishga tushirish imkonini yaratadi. 4.11-rasmda asosiy modulning faqat dasturni ishga tushirish va servis vazifalarni bajaruvchi qismi ko'rsatilgan, asosiy modulning o'zi ko'rsatilmagan.

Dasturga ishlov beruvchi dastur manzilini Flash- xotirasidan va uning nomini esa dasturni saqlash modulidan oladi. Dastur o'qiladi va chegaraviy xarakteristikalar to'g'riligi tekshiriladi. Agar chegaraviy xarakteristika qiymatidan ortgan bo'lsa, ogohlantirish xabarini beradi. Shundan so'ng interpolyatsiya davri boshlanadi.

Dasturga ishlov beruvchi navbatdagi topshiriqni olib, kadrning avvalgi va oxirgi tezliklarini (oldingi va keyingi kadrlarning tezligini inobatga olib) hisoblab chiqadi, va interpolyatorning tegishli topshirig'ini chaqiradi. Interpolyator tegishli hisoblash ishlarini amalga oshiradi va interpolyatsiyani boshlaydi. Buferlash modulida buferning o'lchamlari shunday tanlab olinadiki, bunda dastlabki hisoblash ishlarini

olib borish vaqti to'ldirilmay qolgan buferdan tanlab olingan ma'lumotlarni chiqarish vaqtidan oshmasligi kerak. "ilgarilanma harakat", "aylanma harakat" va "to'xtab qolish" komandalari ishlatiladi.



4.11-rasm. RDB sistemasining dasturlash strukturasi

Dasturga ishlov beruvchi quyidagi tezlik rejimlarini ta'minlaydi:

- Zagotovkani uzatish tezligini o'zgartirish;
- ko'rsatilgan tezlikkacha tormozlash.

Shu bilan birga dasturga ishlov beruvchi joriy koordinatalarni aniqlash va instrumentni berilgan kadrning boshlanish nuqtasigacha qaytarish kabi servis funksiyalarni ham bajaradi.

Ma'lumotlarni displeyga chiqarish moduli va klaviaturaning so'rov moduli ishi shunday tuzilganki, interpolator va boshqa modullarning ishi ularni ishi bilan parallel ravishda olib boriladi. Bunga ichiga o'rnatilgan taymer orqali erishiladi.

Ma'lumotlarni displeyga chiqarish moduli joriy chiqarish topshirig'ini tekshiradi va agar shunday topshiriq berilgan bo'lsa, ma'lumotni chiqarib olish uchun uni chaqiradi. Shunday qilib, har bir modul displey bilan aloqa qilmagan holda o'zining ma'lumot yuborish vazifasini bajaradi. Bu o'z navbatida dastur strukturasini oddiylashtirishda va qo'shimcha afzalliklarga (masalan, ma'lumotlarni tez chiqarishda ekranning yonib o'chmasligiga) yordam beradi.

Klaviatura moduli qo'shimcha vazifalarni ham bajaradi- tugmachalar holatini tekshirish funksiyasi, ma'lum bir tugmacha bosilganda kutib turish va boshq.

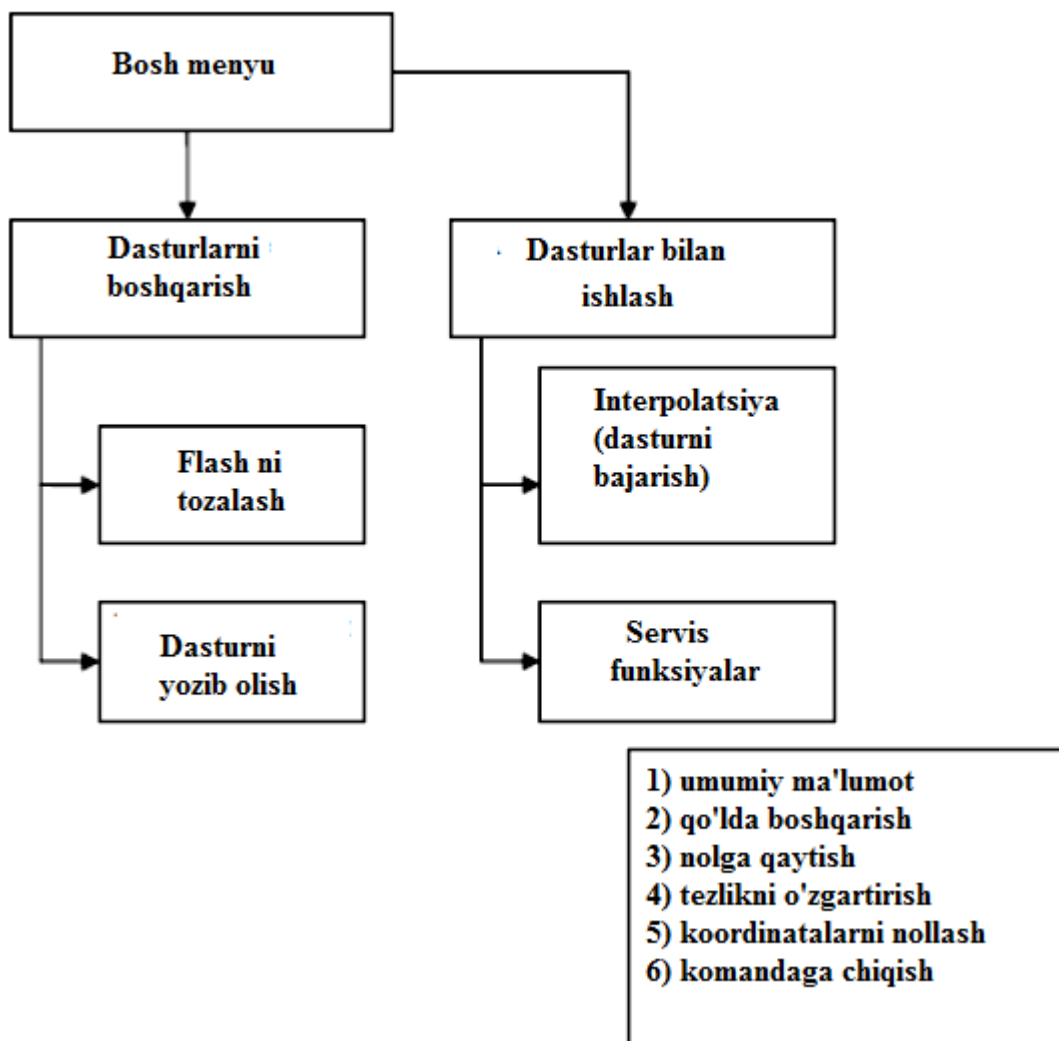
Buferlash moduli interpolatordan ma'lumotlar jamlanmasini oladi va bufer ichida yig'ib turadi.

Buferga bo'lgan asosiy talablar: interpolatsiya davriga (ikkita ketma-ket ma'lumotlar jamlanmasi orasidagi vaqtga) ko'paytirilgan bufer o'lchamihisoblashlar o'tkazilgan uzun uchastka vaqtidan katta bo'lishi kerak. Bu eksperimental tarzda hisoblanadi.

RDB sistema dasturini boshqarish 4.12-rasmda ko'rsatilgan. Boshqarish ishga tushirilganda asosiy modul olinadi ("bosh menyu" ochiladi). Bu yerdan operator dasturlash moduli bilan ishlashi (dasturni yuklash, xotirani tozalash) hamda RDB sistemasini boshqarishi yoki uning servis funksiyalarini bajarishi mumkin.

Mikrokontroller dasturiy ta'minoti tomonidan vazifani bajarish algoritmi yechilishi sababli, bunday ishni tashkil etish sistemani universal bo'lishini va keng miqyosligini ta'minlaydi. Endilikda tizimning ko'pgina o'zgarishlari (masalan, yangi koordinatalarning kiritilishi, yangi tipdagi interpolatsiya, sozlash, qayta aloqa tizimining qo'shilishi) apparat tizimini o'zgartirmasdan erishish mumkin.

Ishni bunday amalga oshirish tizimning servis funksiyasini kengaytirib stanoklarning iqtisodiy va texnik samaradorligini oshirishga imkon beradi. Servis funksiyalar ichida quyidagilar alohida ahamiyatga ega:



4.12-rasm. RDB sistemasining boshqarish oqimlari

- stanokni vaqtincha to`xtatish va to`xtatilgan joydan yoki dasturdagi boshqa komandalardan ishni davom ettirish instrumentlarni almashtirish uchun texnologik pauza yaratish imkoni yaratiladi;
- eng kichik trayektoriya bo`yicha asbobni qo`l yordamida olib kelish imkonining mavjudligi, bunda instrumentni kerakli nuqtaga etib kelish uchun barcha pozitsiyalarni qayta bosib o`tish zaruriyati yo`qotiladi;
- tezlikni sozlash funktsiyasi, bunda ishlov berilayotgan yuza sifatiga ziyon etkazmasan turib tezlikni dinamik ravishda oshirish yoki kamaytirish imkoniyatining mavjudligi;

- asbobni almashtirish uchun “nol” ga qaytarish va to`xtagan joydan davom ettirish funktsiyasi;
- tezlik va koordinatalarni nazorat qilish funktsiyasi, bu texnologik xatoliklar oldini olish, tezlik maksimal belgilangandan oshgan paytda xabar berish yoki instrumentning koordinatalar nol' qiymatiga qaytmasligi xaqida xabar berishi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Mexatron tizimlarning vazifalari.
2. Odatdagi elektr yuritmalar tizimlarining funktsional sxemalarini tushuntiring.
3. Mexatron tizimning funktsionalsxemasi.
4. Mexatron tizimlar va odatdagi elektr yuritmalar tizimlari orasidagi umumiy xususiyatlar va farqlar.
5. Mexatron tizimlarni sanoatda qollash.

Ma`ruza №5.

Ishlab chiqarish va mobil (ommabop) robotlar

Reja:

1. Robotlar haqida tushuncha. Robototexnikaning rivojlanish tarixi.
2. Robot boshqaruviga inson aralashuvi darajasi bo`yicha klassifikatsiyalash.
3. Bajarayotgan vazifasi turi bo`yicha robotlar klassifikatsiyasi.

Asosiy kalit so'z va iboralar:

Robot; robot-manipulyator; biotexnik va avtonom robotlar; ekzoskeletlar; yarimavtomatik robotlar

1. Robotlar haqida tushuncha. Robototexnikaning rivojlanish tarixi

Robot (chesh. “*robot, robota* – majburiy mehnat” yoki “*rob* – qul” degani) – tirik organizm printsipli asosida yaratilgan avtomatik qurilma, vosita.

«Robot» soʻzi chex yozuvchisi Karel Chapek va uning ukasi Yozef tomonidan oʻylab topilgan hamda birinchi marta 1920-yilda Chapekning «R. U. R.» («Rossum universal robotlari») pʻyesasida tilga olingan.

Oldindan joylashtirilgan dastur boʻyicha va (tirik organizmlar sezish organlariga oʻxshash boʻlgan) datchiklardan kelayotgan axborot asosida robot mustaqil ravishda ishlab chiqarish yoki boshqa operatsiyalarni amalga oshiradi. Bunda robot operator bilan aloqaga ega boʻlishi yoki avtonom harakat qilishi mumkin.

Robotlarning tashqi koʻrinishi va konstruksiyasi juda ham har xil boʻlishi mumkin. Hozirgi vaqtda ishlab chiqarish va boshqa sohalarda (texnik va iqtisodiy sabablarga koʻra) inson tashqi koʻrinishidan juda ham farq qiladigan tashqi koʻrinishga ega boʻlgan robot ishlatilib kelinmoqda.

Robototexnikaning rivojlanish tarixi. Tarixan zamonaviy robotlarning oldingi vakillari boʻlib obʼektlarni masofadan turib boshqarishga moʻljallangan uskunalar xizmat qiladi. Bunday inson qoʻli va panjalari harakatini takrorlovchi uskunalar *manipulyator* deb ataladi. Bu uskunalar inson uchun zararli moddalar bilan ishlashda qoʻllaniladi (m.: zaharli, radioaktiv va h.k. muhitlar).

Robot deganda manipulyatorga (inson qoʻlining mexanik analogiga) va manipulyatorni boshqarish sistemasiga ega avtomatik qurilmaga tushuniladi. Ushbu ikkita tashkiliy qism har xil tarkibga ega boʻlishi mumkin – eng oddiydan eng murakkabgacha. Inson qoʻli suyaklardan tuzilib va suyaklar boʻgʻinlar orqali bogʻlangandek manipulyator bir-biri bilan sharnirli birikkan qismlardan tuzilgan. Bu qismlar inson qoʻl kaftiga oʻxshash ishchi organ bilan tugaydi.

muallifi nomi bilan “Ernst qo`li” (*Heinrich Ernst*) deb ataldi. “Ernst qo`li” stol ustida sichilib yotgan kubiklarni yig`ib yashikka terib qo`yardi. Eng birinchi sanoat robotlari 1962 yilda AQShda yaratildi. Bular "*Unimation Incorporated*" firmasining "*Unimate*" sanoat robotlari edi. Bu robotlar ishlash jarayonida o`zgarmaydigan dasturlar asosida harakatlangan va holati o`zgaras muhitlarda uncha murakkab bo`lmagan operatsiyalarni avtomatlashtirish uchun foydalanilgan.



5.2-rasm. “Unimate” birinchi sanoat roboti

Bunaqa robotlar uchun boshqarish qurilmasi sifatida, misol uchun, “dasturlanadigan baraban” xizmat qilishi mumkin. Ishlash printsipli quyidagicha: elektrodvigatel yordamida aylanadigan silindrda manipulyator yuritmalarning kontaktlari joylashtirilgan. Baraban atrofida tok o`tkazuvchi metall plastinkalar o`rnatilgan. Silindr kontaktlari baraban plastinkalariga tekkanda kontakt yopiladi. Kontaktlar joylashuvi shunday bajarilganki, baraban aylanganda manipulyator yuritmasi kerakli paytda yoqiladi va robot dasturlangan operatsiyalarni kerakli ketma-ketlikda bajaradi. Xuddi shunday perfokarta yoki magnit lentasi yordamida boshqarish amalga oshiriladi. Unimate roboti avtomobil kuzovlarini kontaktli nuqtali payvandlash jarayonini avtomatlashtirish uchun yaratilgan edi.

Robotlar ishlab chiqarishning rivojlanish xronologiyasi quyidagicha:

- 1967 y. AQSh litsenziyasi bilan Angliyada va GFRda robotlar ishlab chiqarish yo`lga qo`yildi;

- 1968 y. Shvetsiya va Yaponiyada robotlar ishlab chiqarish yo`lga qo`yildi (AQSh litsenziyasi bilan);

- 1972 y. Frantsiyada;

- 1973 y. Italiyada.

XX asrda dunyoda robotlar ishlab chiqarish dinamikasi: robotlar ishlab chiqarish yiliga o`rtacha 20-30% ga ortib bordi va 1998 yilda 1 mln. taga yetdi. XX asrning oxirgi o`n yilida sanoat robotlarining narxi 5 barobarga tushdi, ularning texnik xarakteristikalari esa yaxshilandi. Buning natijasida robotlardan foydalanish samaradorligi oshdi.

Hozirgi vaqtda dunyoda robot ishlab chiqarish bo`yicha birinchi o`rinni Yaponiya egallagan. Bu yerda dunyo robot parkining ko`p qismi mujassamlangan.

Keyingi o`rinlarni AQSh, Italiya, Frantsiya va Shvetsiya egallaydi. Robotlar parkining ko`p qismi sanoatda ishlatiladi. Shularning yarmisidan ko`pi murakkab robotlar kerak bo`lgan asosiy texnologik operatsiyalarni bajaradi.

Robotlar ishlab chiqarish rivojlanishining texnik progress asosan ularni boshqarish tizimlarini mukammallashtirishga qaratilgan.

Birinchi sanoat robotlaridagi boshqarish dasturlari raqamli dasturli boshqariladigan stanoklarnikiday edi. Bu robotlar *birinchi avlod robotlari* deb ataldi. *Ikkinchi avlod robotlar* – bu hissiyotga ega robotlar, ya`ni ular sensor sistemalari bilan qurollangan edi. Ularning asosiysi – texnik ko`rish sistemasi edi.

Birinchi sensorli va mikroprotssessorli boshqariladigan robotlar bozorda 1980-1981 yillarda paydo bo`lishdi. Ular asosan yig`ish operatsiyalarida, elektr-yoy payvandlashda, mahsulot sifatini konveyerda tekshirish va nosifatlarini konveyerdan olishda ishlatildi. Bularga misol, texnik ko`rish sistemasiga ega “Puma”, «Yunimeyt», «Auto-plyus», «Sintsinnati milakron» robotlari, “Hitachi”, «Vestingauz» («Apas» sistemasi), «Djeneral motors» («Konsayt» sistemasi) kompaniyalarining yig`uvchi robototexnik sistemalari. Dasturli boshqariladigan robotlarga nisbatan narxi baland va ishlatish murakkabliliga qaramay bunday robotlarning umumiy robotlar ichidagi ulushi ortib bormoqda. Chunki bunday robotlarning funktsional imkoniyatlari va qo`llash darajasi juda ham katta bo`lgani uchun ular xarajatlarini qoplaydi.

XXI asr bo'sag'asida robototexnika keyingi rivojlanish bosqichiga yetdi – intellektual robotlar yaratish bosqichi.

Intellektual robot – bu konkret maqsadda ishlatiladigan robot bo'lib, funktsional sistemalarida sun'iy intellekt metodlaridan foydalaniladi. Bu esa robot texnikasidan foydalanish doirasini kengaytirib, inson faoliyatining har qaysi sohasida ishlatiladi.

Shu bilan birga robototexnikaning yana bir yangi maxsus oblastida ishlar olib borildi. Bu ishlar inson oyoq va qo'li faoliyatiga o'xshash qadamlab yuruvchi mashinalarni yaratish bilan bog'liq. Bu mashinalar printsiptal yangi turdagi transport turi bo'lib, oddiy mashina o'ta olmaydigan joylarda yura oladi. To'rt va olti oyoqli transport vositalari yaratilyapti. Bundan tashqari inson qo'li va oyog'i protezlari (ekzoskeletlar) ishlab chiqilyapti. Bular haqida pastroqda tanishib olamiz.

XX asr oxirida *robot-androidlarga* qiziqish kuchaydi. Hozirgi robot-androidlar zinapoyaga chiqa oladi, boshqa to'siqlardan o'ta oladi, murakkab manipulyatsiyalarni bajaradi va hattoki, inson bilan dialog qila oladi. Ular uy ishlarini bajara oladi, gid yoki ekskurovod vazifasini bajaradi va h.k.

Robototexnikani intellektuallashtirish bilan birga uning rivojlanishining boshqa yo'nalishi mavjud. Bu robotlarni miniatyurlashtirishdir. Bu ikkita yo'nalish mexatronikaning rivojlanish yo'nalishi bilan bog'liq. Miniatyurlashtirish mikroelektronika bazasida axborot-boshqaruv sistemalarini qo'llashdan boshlandi. Keyinroq XXI asr boshida sensorli va ijrochi (kuchli) sistemalarni mikroelektromexanik sistemalari bazasida miniatyurlashtirish boshlandi. Robototexnikada bu tendentsiya mikrorobotlar yaratishda ko'rinyapti.

2. Robotlar boshqaruviga inson aralashuvi darajasi tavsifi (klassifikatsiyasi)

Robotlar asosan boshqaruviga inson aralashuvi darajasi bo'yicha, bajarayotgan vazifasiga ko'ra, konstruktiv tuzilishiga ko'ra, tezkorligi va harakatining aniqligi va boshqalar bo'yicha klassifikatsiyalanadi. Bizlar robotlarning birinchi 2 ta xususiyatiga ko'ra sinflanishini ko'rib chiqamiz.

1. Robot boshqaruviga inson aralashuvi darajasi bo'yicha 2 turdagi robotlar ajratiladi:

- biotexnik;
- avtonom (yoki avtomatik).

Biotexnik robotlar:

- masofadan turib boshqariladigan (harakatni takrorlovchi) barcha robotlar,
- ekzoskeletlar,
- inson tomonidan boshqarish pulti orqali boshqariladigan robotlar,
- yarimavtomatik robotlar.

Harakatni takrorlovchi robotlar quyidagi boshqarish strukturasiga ega:

- ijrochi mexanizmga o'lchami va ishlatadigan kuchi bo'yicha masshabli o'xshashs organ (odatda, manipulyator);
- to'g'ri va teskari aloqa signallarini etkazish vositalari;
- robot faoliyat korsatadigan muhitni operatorga ko'rsatuvchi vosita.

Operator tomonidan ishlab chiqilgan harakat ijrochi organ tomonidan ikki tomonlama nazorat tizimlari yordamida masshtabli koeffitsient aniqligida takrorlanadi.



5.3-rasm. “Telerobot” (Italiya) firmasining *Maskot* harakatni takrorlovchi manipulyatori

Ekzoskeletlar – bu antropomorf konstruktsiyalar boʻlib, ularni inson qoʻliga, oyogʻiga yoki tanasiga “kiyib”, inson harakatini masshtab koeffitsientini hisobga olgan holda takrorlash uchun qoʻllaniladi. Ekzoskeletlar koʻpincha bir necha oʻnlik harakat erkinligiga ega boʻladiyu. Takrorlovchi robotlar singari ikki tomonlama nazorat tizimlari orqali boshqariladi.

Mexanikada erkinlik darajasi — bu tizim yoki jismlarning muhitdagi vaziyati va ularning mustaqil harakatlanish (aylanish) koordinatlari toʻplamidir.



Power unit for upper limb+Angle sensors

Yuqori qoʻllar uchun energiya taʼminlash bloki+burchak datchigi

Battery pack Akkumulyator batareyasi

Power unit for lower limb+Angle sensors

Pastki oyoqlar uchun energiya taʼminlash bloki+burchak datchigi

Control unit on back orqadagi boshqaruv blogi

bio-electric signal sensors bioelektrik signal datchiklari

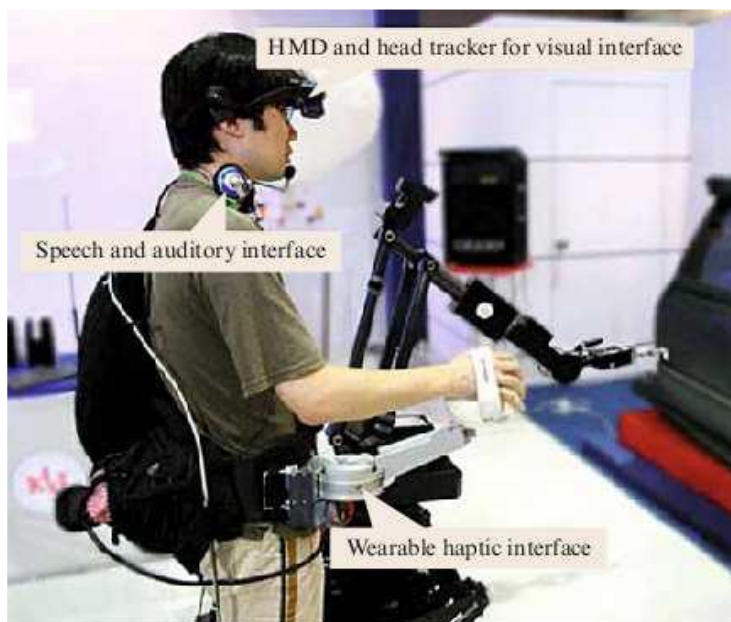
floor reaction force sensor polga taʼsir qiluvchi kuchlarni oʻlchovchi datchik



5.4-rasm. Ekzoskelet «HAL 9000» ichidagi inson

Ekzoskelet «*HAL 9000*» inson qoʻli va oyoqlarini “simulyatsiyalovchi” vazifasini bajaradi va inson yurganda va biror ishni bajarganda paydo boʻladigan zoʻriqlarni oʻz zimmasiga oladi. Komplekt ogʻirligi 40 kg , lekin bu ogʻirlikni va ichidagi inson ogʻirligini ekzoskelet oʻzi koʻtaradi. *HAL-9000* ichidagi insonlarga hech qanaqa jismoniy ishni bajarish kerak emas, barcha boshqaruv ishlari maxsus pultlar yordamida bajariladi.

Ishlanma 3 toifa guruhlariga moʻljallangan: ogʻir jarohat olgan insonlar salomatligini tiklash uchun; qari insonlarning jismoniy ishlarni bajarishi uchun; ogʻir jismoniy ishlarni bajaruvchi insonlar uchun.



HMD and head tracker for visual interface

HMD va koʻrish interfeysi uchun boshga kiyadigan treker - (*Head Mounted Display*) shlem-display – virtual sistemalarda qoʻllaniladigan maxsus tashqi qurilma

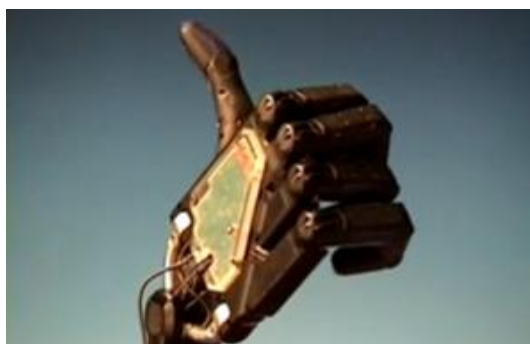
Treker yoki **tracker** (ingl. *to rack* «kuzatish, iz qoldirish, harakatni yoʻnaltirish»)

speech and auditory interface gapirish va eshitish interfeysi

wearable and haptic interface olib yuradigan va taktil interfeys.

Taktililik — obʻektning paypaslab oʻrganish xususiyati

5.6-rasm. HMD va koʻrish interfeysi



5.7-rasm. Shadow Robot Company (Buyuk Britaniya) tomonidan yaratilgan mexanik qoʻl

“*Dexterous Hand*” deb nomlanadi, qurilma 24 erkinlik darajasiga ega, “barmoqlari” uchida teskari aloqasi boʻlgan maxsus sensorlari bor. Bu “qoʻl” sunʼiy intellekt bilan emas, balki qoʻlga kiyilgan maxsus qoʻlqop yordamida inson tomonidan boshqariladi.

Inson tomonidan boshqarish pulti orqali boshqariladigan robotlar. Pultda klavishalar yoki dastaklar tizimi va axborotni koʻrsatish vositalari mavjud.

Robot uchun harakatga daʼvat inson tomonidan boshqarish pultidan ijrochi yuritmalar tizimi orqali beriladi.

Yarimavtomatik robotlarda qoʻl yordamida va avtomatik boshqarish birgalikda olib boriladi. Bunday robotlar sunʼiy intellekt qoʻllanishi maqsadga muvofiq boʻlmaganda yoki mumkin boʻlmaganda ishlatiladi.

Avtonom (yoki avtomatik) boshqariladigan robotlar.

Bunday robotlar maxsus ravishda sozlangandan keyin inson boshqaruvisiz ham faoliyat koʻrsatadi. Bunga misol – sunʼiy intellekt elementlariga ega robotlar, androidlar.

3. Bajarayotgan vazifasi turi boʻyicha robotlar klassifikatsiyasi.

Bajarayotgan vazifasi turi boʻyicha robotlar 2 sinfga boʻlinadi:

- ishlab chiqarish robotlari;
- tadqiqot robotlari.

Ishlab chiqarish robotlari. Jismonan ogʻir, zaharli va xavfli hamda monoton ishlarni bajarish uchun moʻljallangan. Bu robotlar uchun avtomatik ijrochi qurilmalarning (inson qoʻli harakatini takrorlovchi manipulyatorlar, har turdagi shassiga ega oʻziyurar telejkalar va h.k.larning) boʻlishi xarakterlidir.

Ishlab chiqarish robotlari, oʻz navbatida, bir necha turlarga boʻlinadi:

- sanoat;
- qurilish;
- qishloq xoʻjalik;
- transport;

- turmushda ishlatiladigan;
- harbiy.

Sanoat robotlari asosan qoʻl mehnatini va transport operatsiyalarni avtomatizatsiyalash uchun har xil sanoat sohalarida qoʻllaniladi. Asosan ular mashinasozlik va asbobsozlikda, togʻ-kon sanoatida, avtomobilsozlikda, neft va kimyo sohasida, metallurgiya, atom sanoati va h.k.larda ishlatiladi.

Masalan, avtomobilsozlikda robottexnik komplekslar elektrokonstli payvandlashda keng qoʻllaniladi. 5.8-rasmda Sank-Peterburgdagi avtomobil yigʻish zavodida *Hyundai Solaris* kuzovini payvandlash sexi koʻrsatilgan.



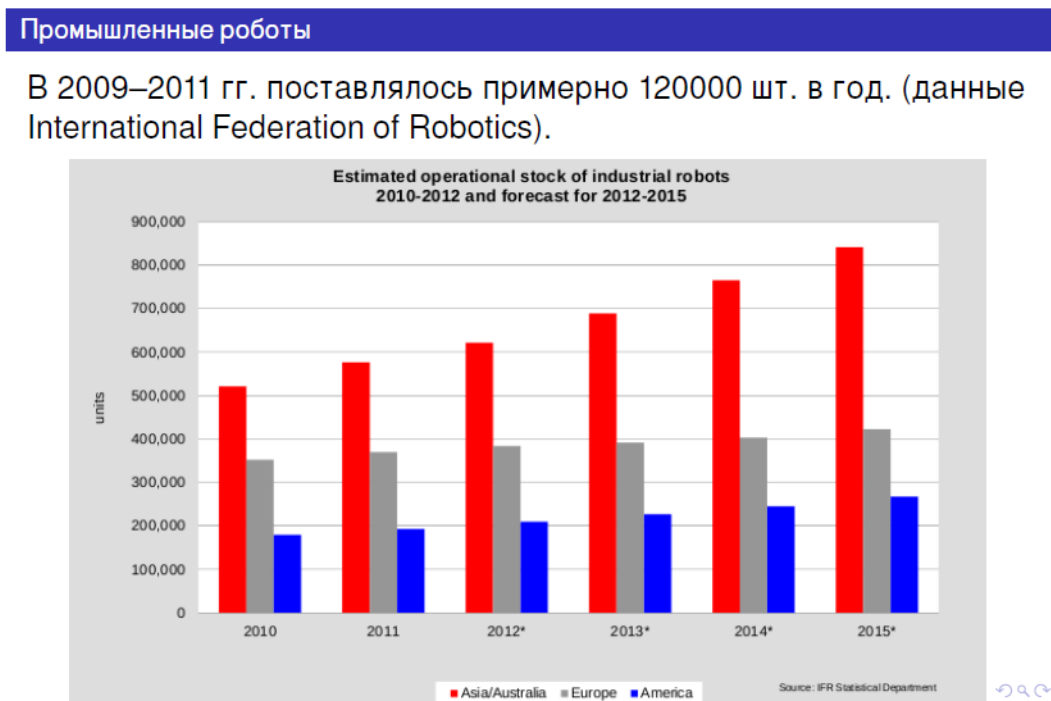
5.8-rasm. Avtomobil yigʻish zavodida avtomobil kuzovini payvandlash sexi

Bajaradigan operatsiyalari turi boʻyicha barcha sanoat robotlari texnologik va yordamchi robotlar turiga boʻlinadi.

Texnologik robotlar asosiy texnologik operatsiyalarni bajaradi, yordamchilari esa asosiy texnologik jihozlarga xizmat koʻrsatish ishlarini bajaradi. Yordamchi robotlarni avtomatlashtirish vositalariga kiritadilar.

Operatsiyalarni bajarish imkoniyatiga qarab sanoat robotlari maxsus, maxsuslashtirilgan va universal turlarga boʻlinadi. Maxsus SRLari bitta konkret vazifani bajaradi (m., payvandlash, maʼlum yigʻish operatsiyasi yoki boʻyash va h.k.). Maxsuslashtirilgan SRLari bir nechta bir-biriga oʻxshash ishlarni bajaradi (m., ishchi

asboblari almashtiriladigan yig'ish robotlari, ma'lum turdagi texnologik jihozlarga xizmat ko'rsatish robotlari va h.k.). Universal robotlar o'zlarining texnik imkoniyatlari darajasida har xil asosiy va yordamchi operatsiyalarni bajaradi.



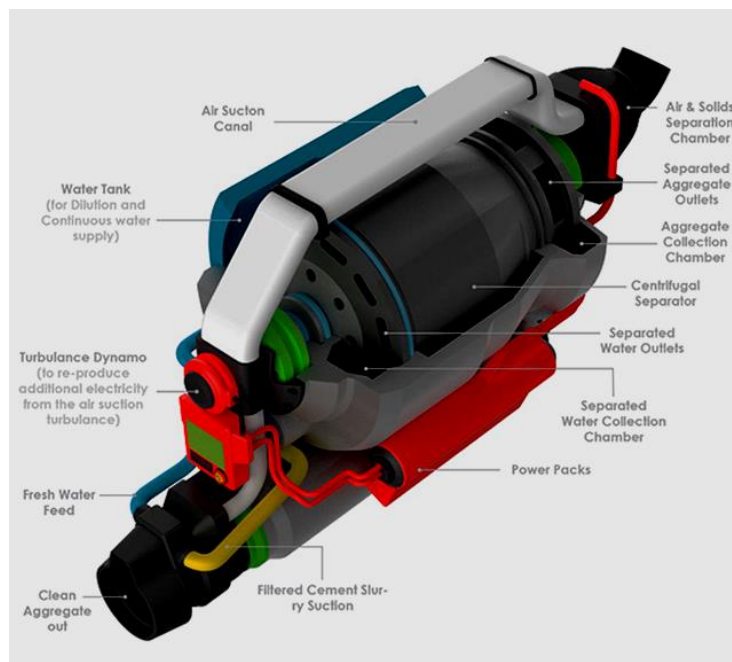
5.9-rasm. SRLarni ishlab chiqarishda qo'llash hajmlari

Qurilish robotlari qo'l me'natini va og'ir ishlarni avtomatlashtirishda ishlatiladi. Hozir bu juda dolzarb masala hisoblanadi.



5.10-rasm. Robot demontaj ishini bajaryapti

Robot *ERO Concrete Recycling Robot* (betonni qayta ishlash roboti) beton inshootlarni tez va samador demontaj qilish uchun yaratilgan. O`zining unikal texnologik yechimlari evaziga robot bu ishni chiqindisiz, changitmasdan bajaradi, ajratib olingan ko`pgina materiallarni ikkinchi marta uy qurish uchun ishlatish mumkin. Betonni buzish katta bosim ostidagi suv oqimi ta`sirida bajariladi. Shu vaqtda vakuum sistemasi hosil bo`lgan substantsiyani so`rib yig`ib oladi. Robot separatori sement, suv va boshqa chiqindini ajratadi. Shunday qilib, ho`l beton qorishmasi germetik taraga upakovkalanadi, suv filtrdan o`tib, qaytib sistemaga beriladi, chiqindilar maxsus qoplarga solinadi.



5.11-rasm. Robot *ER*Oning ishchi kallagi



5.12-rasm. Robot *Brokk 400*

Brokk 400 robotining texnik xarakteristikasi:

- Elektrodvigatel quvvati – 30 kVt;
- Mashina og'irligi -4100 kg;
- Gidravlik bolg'asi SB302;
- Zarba energiyasi – 610 Jdan ortiq;
- Chastotasi – 600-1400 zarba/minut;
- Bazasining aylanishi – 20 sek/360°;
- Yurish tezligi – 3 km/soat;
- Maksimal egilish burchagi – 23°;

Gidravlika sistemasi:

- Gidrosistema hajmi – 130 l;
- Nasos turi – aksial-porshenli;
- Gidrosistemadagi bosim – 20 MPa;
- Gidrooqim – 150 l/min;

Boshqarish sistemasi:

- Signal kodi – raqamli;
- Signal uzatish – kabel/radio;
- Amal qilish radiusi – 200 m.



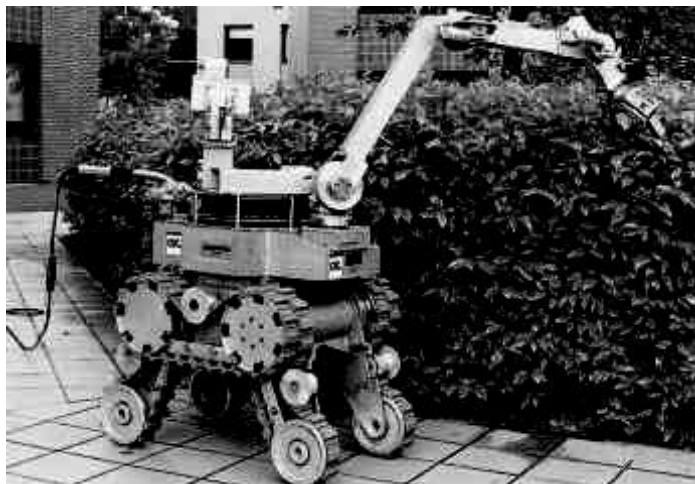
5.13-rasm. 3D-printerda qurilish inshootlarini yasash

Olimlarning ta'kidlashicha, yaqin orada uy-inshootlarni 3D-printerida yasash imkoniyati bo'ladi: oldingan dasturlangan arxitektura plani bo'yicha kompyuter bilan boshqariladigan mashina uy inshootini quradi.

Lekin katta uyni qurish uchun juda ham katta o'lchamdagi "printer" kerak bo'ladi. Shuning uchun hozir uyni o'zini emas, balkim uning elementlari "pechat"

qilinyapti. Misol uchun, hozirgi vaqtda Kataloniyadagi zamonaviy arxitektura instituti (IAAC) tadqiqotchilari mobil «Minibuilder» («Mini-quruvchi») 3D-printerini ishlab chiqishdi. Bu printer uyni bosqichma-bosqich “pechat” qila oladi.

Transport robotlari transport vositalari ishini avtomatik boshqarish uchun mo'ljallangan. Bular o'ziyurar telejkalar, mashinalar, traktorlar, qadamlab yuruvchi qurilmalar, avtopilot va avtorullardir.



5.14.-rasm. Mobile robot Andros Mk V A (REMOTEC, USA), adaptiv zanjirli harakatlanish qismiga ega.

Bu qismning old va orqa bo'limlari o'z vaziyatini o'zgartirib, mashinaga yuqori o'tuvchanlikni (проходимость) ta'minlaydi.

Yurish qismi moslashuvchan robotlar (5.14-rasm) yurish sharoitiga qarab o'z parametrlarini optimal yurishni amalga oshirish maqsadida o'zgartirish qobiliyatiga ega.

Robotni boshqarish tizimi tarkibiga quyidagilar kiradi:

- Mobil robotda joylashtirilgan axborot-boshqaruv qismi (robotni boshqarish apparaturasi, datchiklar, texnik ko'rish tizimi, axborotga dastlabki ishlov berish mikroprotsesori);
- Mobil robot operatori posti (boshqarish pulti, video ko'rish qurilmasi, axborotni tahlil qilish uchun EHM);

- Robotdan operator postiga axborotni va boshqarish komandalarini operator postidan robotga etkazish uchun qabul qilish-etkazish apparaturasi komplekti (5.15-rasm).



5.15-rasm. Mobil robot *RODE* (Unimex, Germaniya) operatori posti



5.16-rasm. *Quinetiq* kompaniyasining *Maars* harbiy-transportli roboti

Quinetiq kompaniyasi harbiy robotlashtirilgan *Maars (Modular Advanced Armed Robotic System)* sistemasini yaratdi. Uning elektrodvigatel yuritmalı zanjirli platformasi 7 km/soatgacha tezlikni ta'minlaydi va og'irligi 165 kg.

U kichkina harbiy mashina bo'lib, 7,62 mm kalıbrli M240B pulemyot va 40-mm li granatomyot bilan jihozlangan. Uning minorasi 360⁰ga 155⁰/sek tezlik bilan aylana oladi. Optik-elektron stantsiyasi 360⁰ga aylana bo'yicha ko'rishni ta'minlaydi. Tunda va og'ir tabiat sharoitlarida ham to'g'ri otishni ta'minlaydigan optik kameralari va lazerli dalnomeri mavjud.

Tadqiqot robotlari. Tadqiqot ob'yektlari haqida axborotni qidirish, yig'ish, qayta ishlash va uzatish vazifalarini bajaradi. Ob'yekt bo'lib kosmos, planetalar yuzasi, suvosti havzalari, yerosti qavatları (g'or, shaxtalar), Arktika va Antarktika, cho'llar, zaharlangan va boshqa odam faoliyat ko'rsatishi qiyin bo'lgan hududlar.

Robot-dasturlar, ularni odatda *Bot* deyishadi. Ular bir xil ko'p hajmli ishlarni avtomatlashtirish uchun mo'ljallangan va ko'proq Internetda ishlatiladi: qidiruv robotlari, chat-botlar va h.k.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. «Robot» tushunchasiga ta'rif bering?
2. Robot boshqaruviga inson aralashuvi darajasi bo'yicha qaysi guruhlarğa bo'linadi?
3. Bajarayotgan vazifasi turi bo'yicha robotlar qaysi guruhlarğa bo'linadi?
4. Sanoat robotlari.
5. Biotexnik robotlar.
- .

Ma`ruza №6.

Mexatronika tizimlarini avtomobil transportlarida qo`llash

Reja:

1. Mexatronika tizimlarni avtomobil transportida qo`llash.
2. Avtomobillarning aktiv xavfsizlik tizimlari.
3. Avtomobillarning passiv xavfsizlik tizimlari.

Asosiy kalit so`z va iboralar:

Avtomobil ; avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimi (AVSM); aktiv va passiv xavfsizlik tizimi; tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS); intellektual kruiz-kontrol tizimi (ICCS); ob- havo datchigi; avtomobil xavfsizlik podushkasi (airbag)

1.Mexatronika tizimlarni avtomobil transportida qo`llash

Yerusti transport vositalari ichida eng kompyuterlashgani bu avtomobil transportidir (transportlovchi robotlar bu yerga kirmaydi).

Avtomobil (yunon. *autos* - o`zim va lot. *mobilis* - harakatchan) o`z dvigateli bilan oson harakatlanadigan g`ildirakli yoki yarim gusenitsali rel ssiz transport mashinasidir .

Hozirgi vaqtda yengil avtomobilning 40% narxini elektron komponentlar va dasturiy ta`minot egallaydi. Avtomobillarda texnik yangiliklar kiritishning 90% ni elektron sistemalar tashkil qiladi. Preiyum klassdagi yengil mashinalarda 70 tagacha protsessorlar mavjud, elektron tizimining 50 dan 70% xarajatini dasturiy ta`minot tashkil qiladi. Amalda zamonaviy avtomobil - bu kompyuter, faqatg`ildirakli.

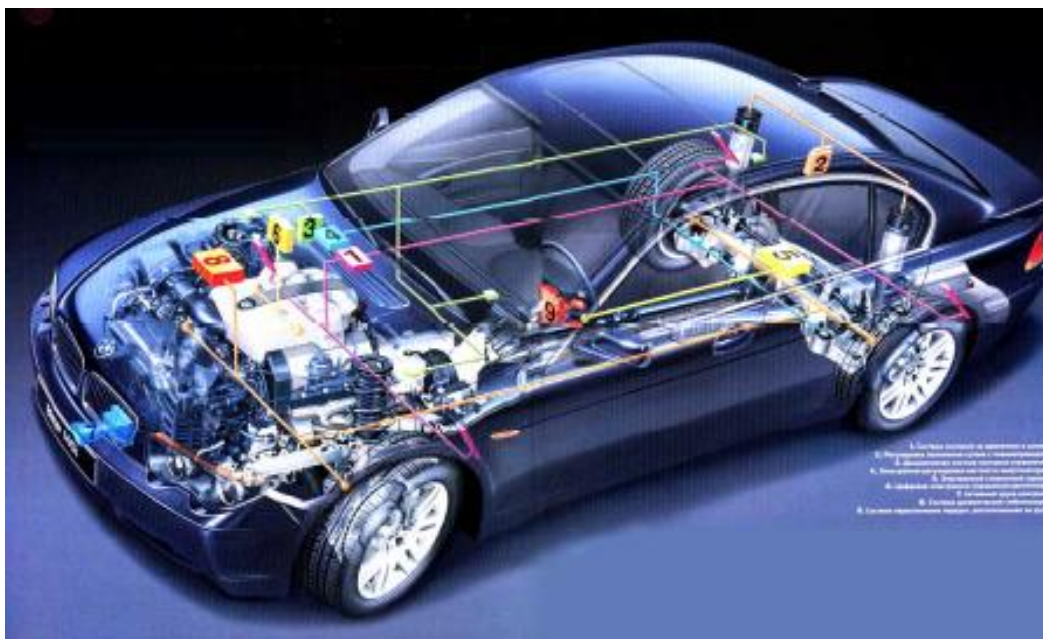
6.1-rasmda zamonaviy avtomobil va uning asosiy boshqarish tizimlari ko`rsatilgan.

Ana shu elektron tizimlarning asosini mexatronika tizimlari (MT) tashkil qiladi.

Avtomobil bozorida kuchli raqobat mutaxassislarni yangi zamonaviy texnologiyalarni qo'llashga majbur etadi.

Zamonaviy avtomobil MTlari quyidagi funktsiyalarni bajaradi:

- Dvigatelni boshqarish;
- Uzatmalar korobkasini boshqarish;
- Harakat xavfsizligini ta'minlash (tormoz, diagnostika, xavfsizlik podushkalari, kruiz-kontrol, navigatsiya tizimi va h.k.)
- Qulaylikni yaratish (klimat-kontrol, audio- va videotizimlarni avtomatik boshqarish) va h.k.



6.1-rasm. Zamonaviy avtomobilning umumiy ko`rinishi

1- shinalardagi bosimni nazorat qilish tizimi; 2-pnevmoymuritmal kuzov holatini rostlash tizimi; 3-boshqaruvni nazorat qilish dinamik tizimi; 4-amortizatorlarning qattiqligi (tarangligi)ni rostlaydigan elektron tizim; 5-tormozni antiblokirovkalash tizimi; 6-dvigatelni boshqarish raqamli elektron tizimi; 7-aktiv kruiz-kontrol; 8-dinamik stabilizatsiyalash tizimi; 9-ruldagi uzatmalarni almashtirish tizimi.

Lekin, avtomobillarga asosiy qo'yiladigan talab – ularning xavfsizligidir. Shuning uchun, quyida avtomobillarning xavfsizlik sistemalarini ko'rib chiqamiz.

Hozirgi vaqtda avtomobil ixtirochi-olimlarning asosiy maqsadi yo`l-transport hodisalar

(YTH) ni kamaytiruvchi “aqlli” elektron qurilmalarni ishlab chiqarish hisoblanadi. Bu ishlarning natijasi - *avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimi (AXB)*ning yaratilgani bo`ldi. Inglizchada (*AVSM - Advanced vehicle safety management*). Bu tizim avtomatik ravishda mashinalar orasidagi kerakli oraliqni saqlay oladi, mashinani sfetofoming qizil signalida to`xtatadi, haydovchiga burilish uchastkasida mashina tezligining katta ekanligi haqida xabar beradi va h.k. Hatto, yangi tizimlar to`qnashish bo`lganda maxsus datchiklarning radiosignalizatori yordamida tez yordam mashinasi chaqirish imkoniyatiga ega.

Avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimining 2 ta turi mavjud.

1. Avtomobilning aktiv xavfsizlik tizimi.
2. Avtomobilning passiv xavfsizlik tizimi.

Avtomobilning aktiv xavfsizlik tizimi –YTHni oldini olish va avtomobilning konstruktiv xossalariga bog`liq holda ular kelib chiqish sabablarini yo`qotishga qaratilgan avtomobilning konstruktiv va ishlatish xususiyatlari yig`indisidir. Boshqacha qilib aytganda AAXT – avariya sodir bo`lish sabablarini yo`qotib, avtomobilni xavfsiz ishlatishga qaratilgan barcha tizimlari yig`indisidir¹⁶.

Eng ko`p ma`lum bo`lgan va eng ko`p qo`llanidigan aktiv xavfsizlik tizimlari quyidagilar:

- Tormozni antiblokirovkalash tizimi (TAT) - *antilock braking system (ABS)*;
- Etakchi g`ildiraklarni probuksovkalashdan himoyalash tizimi - *anti-slip system (ASS)*;
- Favqulodda tormozlash tizimi - *emergency braking system (EBS)* va boshqalar.

Yuqorida keltirilgan tizimlar avtomobilning tormozlash va dvigatelni boshqarish tizimlari bilan konstruktiv bog`langan, ular bilan birga o`zaro aloqada bo`ladi. Bu esa ushbu tizimlarning samadorligini oshirishga imkon beradi.

Bundan tashqari zamonaviy avtomobillarda quyidagi aktiv xavfsizlik tizimlari o`rnatilmoqda:

- adaptiv kruiz-kontrol ;
- avtomatik parkovkalash tizimi;

¹⁶ <http://systemsauto.ru/active/active.html>

- aylana bo'yicha nazorat qilish tizimi va b.

Avtomobilning passiv xavfsizlik tizimi – YTHsi ro'y berganda, haydovchi va passajirlarning shikastlanishidan himoyalashga qaratilgan avtomobilning konstruktiv va ishlatish xususiyatlari yig'indisidir¹⁷.

Ular qatoriga quyidagilar kiradi:

- xavfsizlik kamarlari - *seat belts*;
- xavfsizlik podushkalari - *airbags*;
- xavfsizlik kamarlarini tarang tortish qurilmasi - *seat belt tensioners* va b.

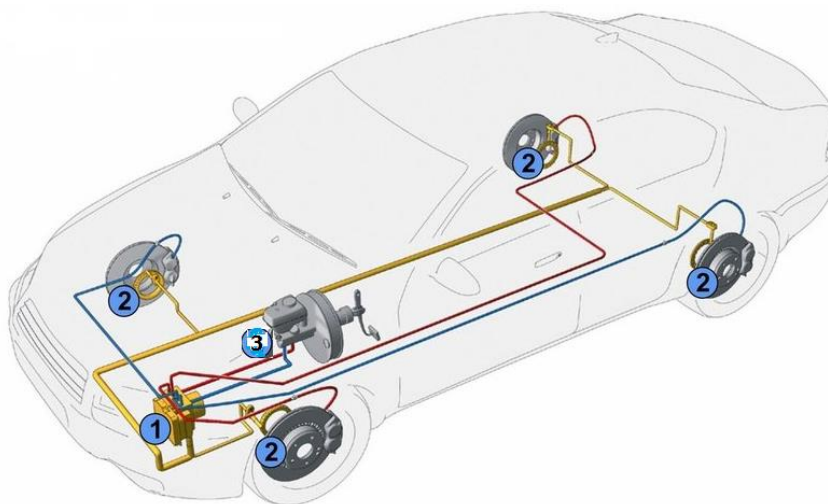
2. Avtomobillarning aktiv xavfsizlik tizimi (AAXT)

AAXTning asosiy vazifasi avariya vaziyatlarning oldini olish hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, AAXTning vazifasi xavfli vaziyatlarni “his qilish” va to'qnashuvlarning oldini olish, yoki, minimum, tezlikni kamaytirishdir.

AAXTning asosini **tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS)** tashkil qiladi. Yangi avtopilotlar qo'llanilayotgan bir paytda ABS juda oddiy bo'lib va uning himoyalash xususiyati juda past bo'lib ko'rinishi mumkin. Lekin bu xato fikr hisoblanadi. Shu kunlarda ABSning boshqarish tizimi va datchiklari boshqa elektron tizimlarning asosi bo'lib kelmoqda. Yillar bo'yicha ABS yangi qo'shimcha modullar bilan ta'minlanib kelinmoqda, chunki aktiv xavfsizlik ABSdan boshlanadi.

Tormozlashda g'altaklarning blokirovkasi bilan 100 yil oldin kurashish boshlangandi. Bu muammoni boshlanishida temir yo'llarda sezilar (g'altagi blokirovkalangan vagonlar rel sdan tushib ketish holatlari bor edi). XX asr o'rtasida tormozlashda g'altaklar blokirovkalashini oldini olish sistemalari aviatsiyada keng tarqaldi. Birinchi marta seriyali ishlab chiqarilgan elektronli ABSi bo'lgan avtomobil 1978 yilda S-klassdagi Mercedes (W116) avtomobili bo'ldi.

¹⁷ <http://systemsauto.ru/passive/passive.html>



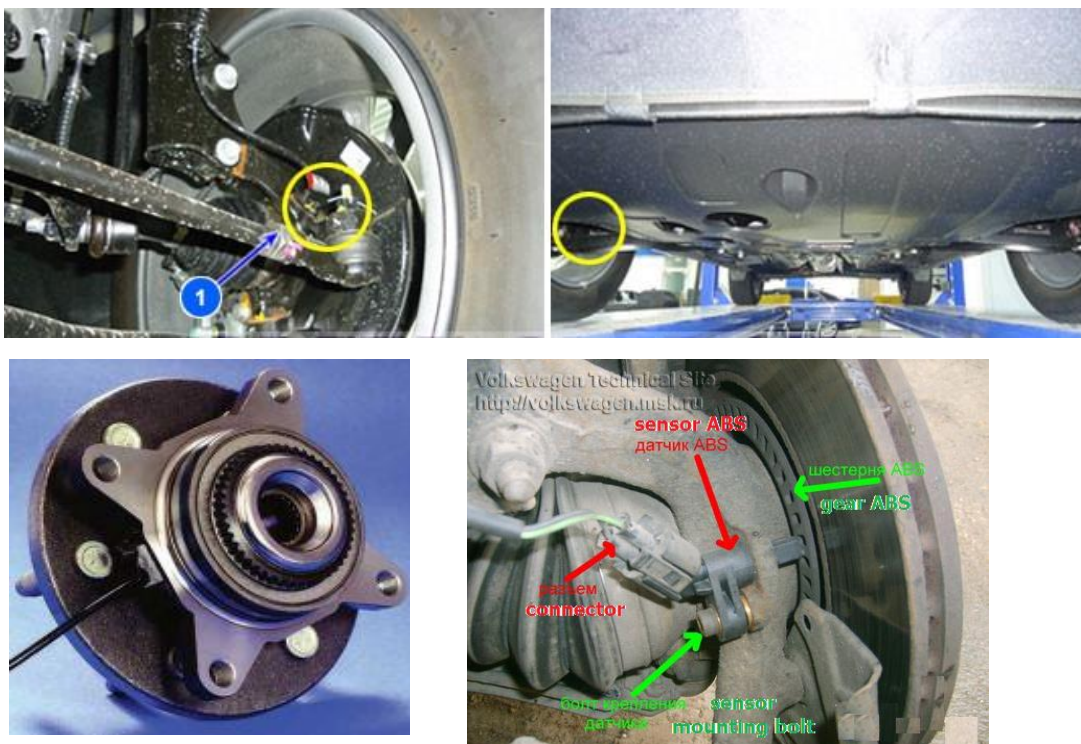
6.2-rasm. Mercedes (W116) avtomobilining tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS)

1 – elektr yuritmalı gidravlik nasos; 2 – g’altaklar aylanish tezligi datchiklari; 3- boshqarish bloki

ABS lar quyidagi komponentlardan iborat: g’altaklar aylanish tezligi (chastotasi) datchiklari, boshqarish bloki (elektron protsessor), servoklapanlar, elektr yuritmalı gidravlik nasos va bosim akkumulyatori.

Intensiv tormozlashda g’altaklar aylanishdan to’xtaydi, avtomobil sirpana boshlaydi va rul bilan boshqarish imkoniyati bo’lmaydi, tormoz yo’li uzunligi esa bunda juda o’sishi mumkin. Bu quyidagicha ro’y beradi: g’altak aylanayotganida protektor va yo’l orasidagi kontaktda qovushqoqlik ishqalanishi (трение сцепления) paydo bo’ladi, uning kuchi blokirovkada paydo bo’ladigan sirpanish ishqalanishi (трение скольжения) kuchidan katta bo’ladi. Qovushqoqlik ishqalanishisiz g’altaklar yon tomon kuchlanishlarni qabul qilolmaydi, shuning uchun avtomobil inertsiya ta’sirida sirpanishni davom ettiradi: bunda to’siqlarni aylanib o’tish yoki burilishga qaytish mumkin bo’lmaydi.

ABS bunday vaziyatga yo’l qo’ymaydi: g’ildirakdagi datchiklar aylanish tezligini sekundiga 10 marta o’lchab, g’ildiraklar blokirovkalanganda g’altaklarning yana aylanishini ta’minlash uchun gidromodul bir yoki bir nechta tormoz magistrallarida bosimni tushiradi.



6.3-rasm. Aylanish chastotasi datchigini o`rnatish joyi

Zamonaviy avtomobillarda asosan konstruktsiyasi sezgir element va uzatish elementlaridan tashkil topgan *magnitrezistorli (магниторезистивные) aylanish chastotasi datchiklari* va *Xoll datchiklari* qo`llaniladi. Magnitrezistorli datchiklarda magnit maydoni o`zgarishi natijasida qarshilik o`zgaradi. Xoll datchiklarida magnit maydoni o`zgarishi natijasida kuchlanish o`zgaradi.

Barcha zamonaviy ABSlar to`rt kanalli hisoblanadi, ya`ni elektronika har bir g`altakni alohida boshqaradi.



6.4-rasm. ABSning samaradorligini ko`rsatuvchi foto

Adaptiv (moslashuvchan) kruiz-kontrol tizimi - *Adaptive Cruise Control (ACC)*. Harakat paytida oldingi mashina orasidagi distantsiyani nazorat qiladigan tizimlar 90-yillar o`rtasida paydo bo`ldi: 1995 yilda *Mitsubishi sedan “Diamante”* ni bozorga olib chiqdi. 1999 yilda S-klassdagi *Mercedes W220* da ABS bilan birga ishlovchi distantsiyani boshqaruvchi *Distronic* tizimi yaratildi. Shundan keyin bu tizim yildan yilga rivojlanib ketmoqda. Bu tizimning asosiy funktsiyalari quyidagi rasmda ko`rsatilgan.



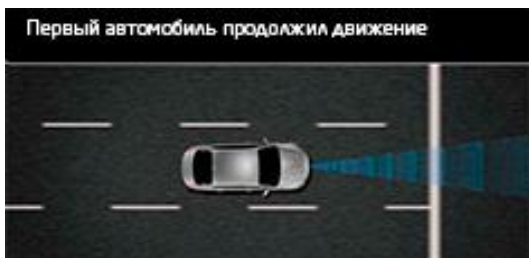
Haydovchi tomonidan belgilangan tezlikda harakatlanish.



Bir xil distantsiyani saqlagan holda oldingi avtomobil tezligi bo`yicha harakatlanish.



*Oldindagi avtomobil to`xtaganda
berilgan distantsiyani saqlagan holda
avtomatik to`xtash*



*Oldingi mashina yurganidan 3 sek
o`tgandan keyin harakatlanish.*



*Harakat paytida orqa va yon tomondagi
“o`lik” zonalarini nazorat qilish*

6.5-rasm. Adaptiv kruiz-kontrol tizimining asosiy vazifalari

ACC tizimi tarkibiga masofa datchiklari, boshqarish bloki va ijro qurilmalari kiradi. Masofa datchiklari oldinda harakatlanayotgan avtomobilning tezligi va ungacha bo`lgan masofani o`lchash uchun xizmat qiladi. Masofa datchiklari sifatida radar va lidarlar ishlatiladi.

Radar (ingl. *Radar, Radio Detection and Ranging* – radioaniqlash va masofani o`lchash)<sup>18</sup> – ob`ektga elektrmagnit to`lqinlarni yuboradi va qaytish signali - aks-sado (exo)ni qabul qilib oladi. Oldinga ketayotgan avtomobilning tezligi qaytgan to`lqinning chastotasi o`zgarishi bo`yicha, avtomobilgacha masofa esa - signal qaytish vaqti bo`yicha aniqlanadi. Olingan parametrlar elektrik signalga o`zgartiriladi va boshqarish blokida yuboriladi.

Lidarda (ingl. *Lidar, Light Identification Detection and Ranging* –nur yordamida masofani aniqlash va o`lchash)¹⁹ infraqizil lazer nurlaridan foydalaniladi. Ular ishlash

¹⁸ Bowen, Edward George. Radar Days. — CRC Press, 1998.

¹⁹ Middleton, W. E. K, and Spilhaus, A. F., Meteorological instruments, University of Toronto, 3rd ed.-2002, 402 p.

printsipi radarga o`xshash va radarga nisbatan arzon turadi, lekin ish faoliyati aniqligi ob- havo sharoitiga bog`liq, shuning uchun premium-klass avtomobillarda radarlar ishlatiladi. Masofa datchiklari asosan oldingi bamperda yoki radiator panjarasida o`rnatiladi. Faoliyat radiusi 150 m ni tashkil qiladi.

Parkovkani nazorat qilish –*Parking distance control (PDC)*. Akustik parkovkalash tizimi ultratovushli datchikli tizim bo`lib, asosiy maqsadi parkovka vaqtida avtomobil va to`siqlar orasidagi distantsiyasini nazorat qilishdir. Ultratovushli datchiklar mashina va yaqin turgan to`siqlar orasidagi distantsiya o`lchaydi va bu distantsiya kamayishi bilan akustik signallar xarakteri o`zgaradi va displeyda haydovchi uchun ogo hlantirish signali paydo bo`ladi.

2003 yilda parallel parkovkalash imkoniyatiga ega avtomobil chiqdi. Birinchi bo`lib bu ishni Toyota Prius uddaladi.

Zamonaviy avtomobillarda avtomatik parkovkalash tizimlari mavjud. Ular quyidagicha ishlaydi:

1) ultratovushli datchiklar (*ultrasonic sensor*) mashina perimetri bo`ylab joylashtiriladi. Ular soni qancha ko`p bo`lsa, shuncha yaxshi. Ular atrof-mu hit haqidagi vaziyatni skanirlab boshqaruv blokiga signalni etkazishadi. Faoliyat masofasi o`rtacha 4 m dan ko`proq. elektr energiyani ultratovush to`lqinlariga (chastotasi 20 kGts dan ortiq bo`lgan mexanik tebranishlarga) o`zgartirib beruvchi sensorli qurilma ultratovushli datchik deyiladi. Uning ishlash printsipi radarga o`xshash;

2) sistemaning “bosh miyasi” bo`lgan boshqarish bloki ultratovushli datchiklardan signallarni qabul qilib olib, qayta ishlaydi va samarali parkovkalash uchun kerakli barcha boshqa boshqaruv tizim va modullarni ishga tushiradi;

3) mashinaning kurs bo`yicha barqarorlik sistemasi avtoparkovka rejimida boshqarish blokidan nazorat qilinadi va mashinani berilgan traektoriyada saqlab turish uchun javob beradi;

4) dvigatel to`liq avtoparkovka rejimi nazoratiga o`tadi. Bunda aylanishlar soni rostlanib, yonilg`i berish jadalligi nazorat qilinadi;

5) rul boshqaruvi – rul g`altagi aylanishi ultratovushli datchiklardan olingan signallar asosida amalga oshiriladi. Uning aylanish jadalligi real vaqt

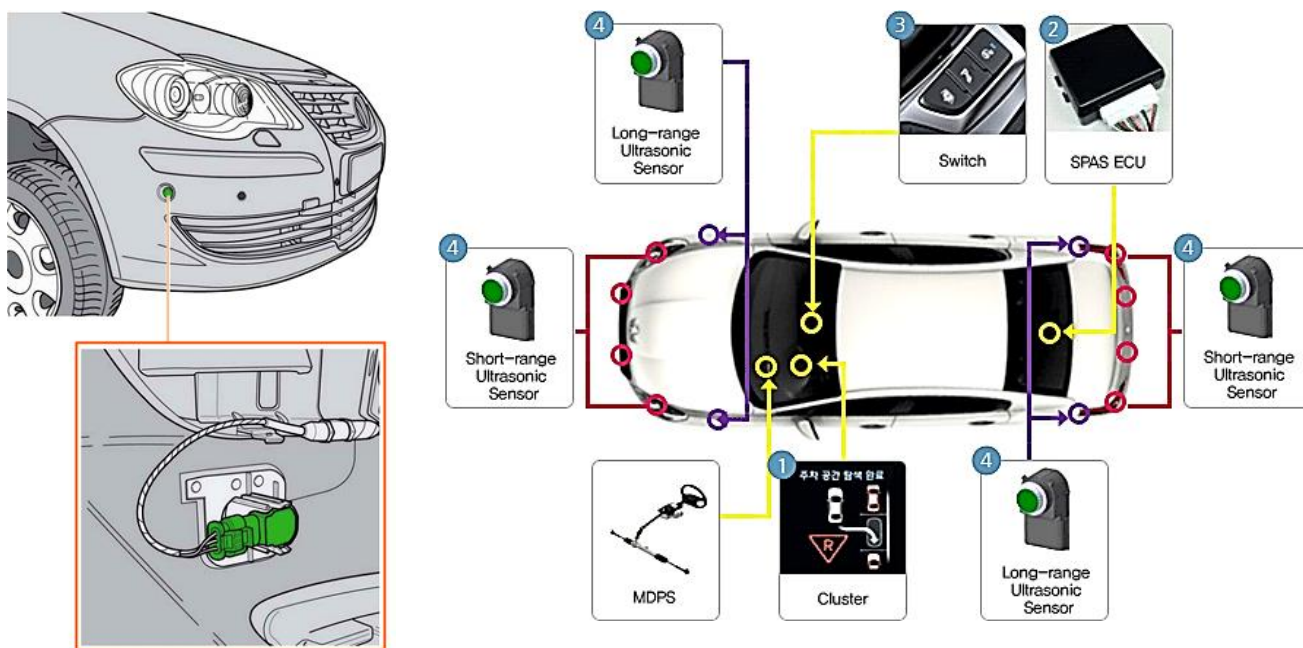
rejimidagi avtoparkovka sistemasi tomonidan boshqariladi. Haydovchi ishtiroki kerak bo'lmaydi.

6) uzatmalarni avtomatik korobkasi avtoparkovka nazoratiga olinadi. “*parking*” va “*to drive*” rejimlarini o'zaro almashtirish elektronika boshqaruvi bilan bajariladi.

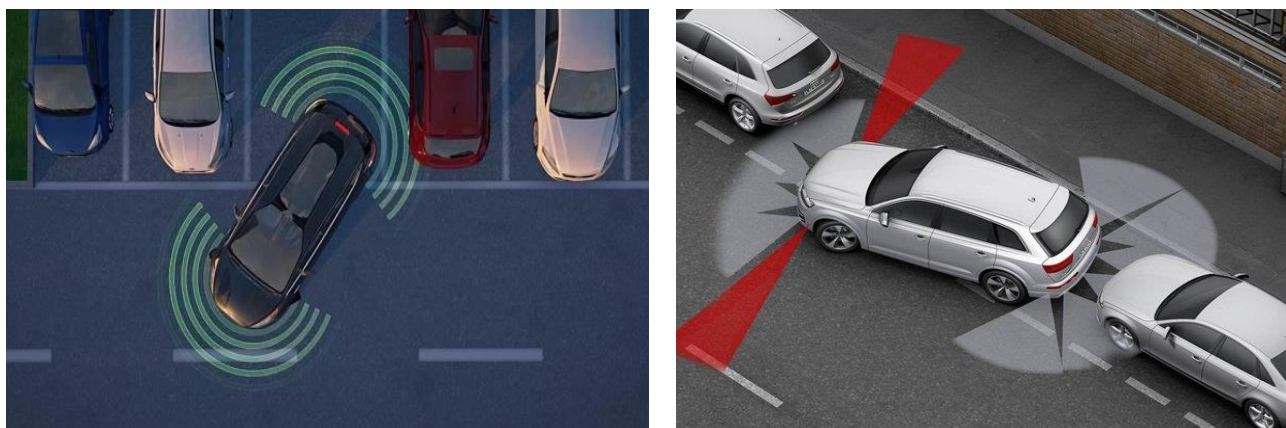
Xavfsizlik va avariya holatini yo'qotish maqsadida haydovchi xoxlagan vaqtda parkovkalashni o'z qo'lga olish imkoniyatiga ega. Lekin oxirgi yillardagi ko'plab testlar bu tizimni ishonchli ekanligini ko'rsatdi. Bu tizimlar xavfsiz va ishlatish uchun qulaydir.

Keyingi qadam – avtomobilni butunlay avtonom boshqarish sistemasiga o'tish. 2015 yil kuzida *Tesla* kompaniyasi *Autopilot* dasturiy ta'minotini yaratdi. Bu butunlay pilotsiz harakatlanish bo'lmasdan, balki rivojlangan kruiz-kontroldir (adaptiv kruiz-kontrol). Bunday ishlarni *Volvo S90 Pilot Assist* sistemasi bilan va E-klasdagi yangi *Mercedes Drive Pilot* jihozi bilan birga bajardi.

Avtomobilni boshqarish uchun har tomonga qarab turuvchi ko'proq “ko'rish organlari” – radarlar va datchiklar kerak bo'ladi. Bu asboblardan kelayotgan ma'lumotlarni “sun'iy intellekt” qabul qilib, harakat yo'lidagi barcha ob'ektlarni, yo'l chiziqlarini, burilishlarni, yo'l belgilarni “ko'ra oladi”, va bu ma'lumotlar asosida elektronika yo'l marshruti va rejimlarini belgilaydi va ularni bajarish uchun ijro mexanizimlariga komanda beradi.

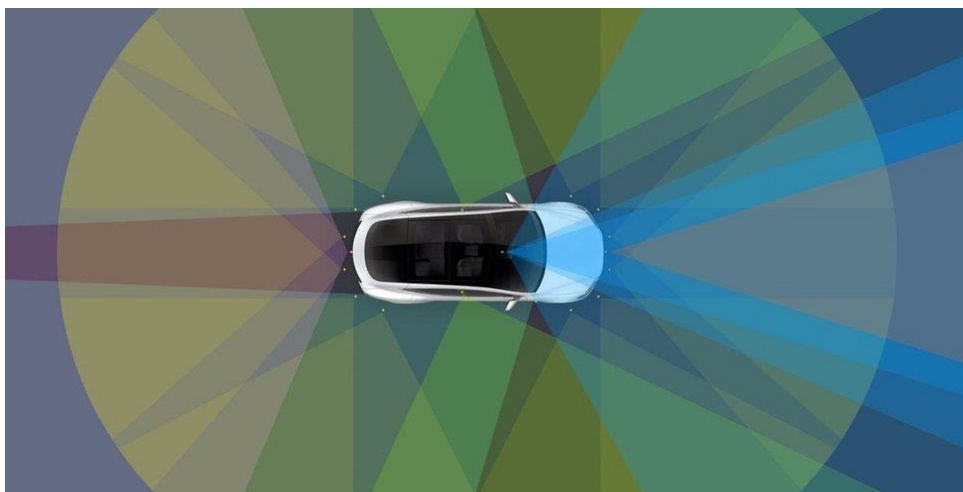


6.6-rasm. Ultratovushli datchiklarni o`rnatish sxemasi



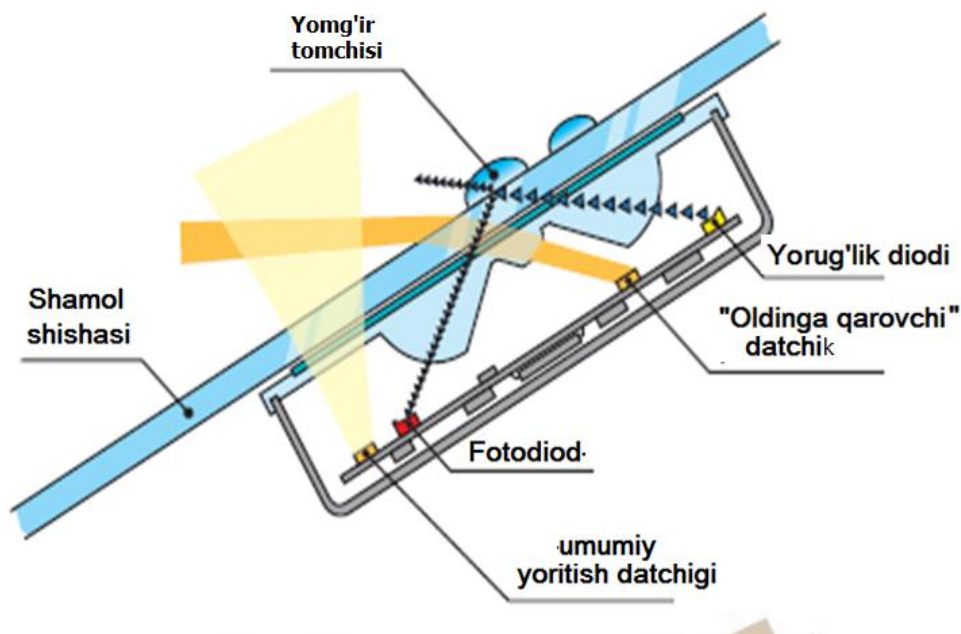
6.7-rasm. Avtomatik parkovkalash sxemalari

Xo`sh avtomobilda ideal holatda qancha “ko`rish organlari” bo`lishi kerak? Eng rivojlangan tizim hozircha *Tesla* avtomobillarida mavjud. Unda aylana bo`yicha ko`rish uchun 8 ta videokamera (uchtasi oldinga qaraydi: asosiysi mashinadan 150 m masofani ko`radi, ikkinchisi – 250 m ni va uchinchisi katta burchakni ko`radigan kamera 60 m ni ko`ra oladi). Yon va orqa tomonlarda yana 5 ta kamera joylashgan. Bundan tashqari 160 m masofani ko`ra biladigan asosiy radar va mashina atrofi bo`yicha joylashgan 12 ta ultratovushli datchiklar bor.



6.8-rasm. Tesla avtomobilining atrofni “ko`rish” imkoniyati

6.9-rasmda “Bosh” firmasining **ob-havo datchigi** ko`rsatilgan. Mashina modeli turiga qarab ichkarida bitta IQ yorug`lik diodi va 1-3 ta foto qabul qiluvchi joylashtiriladi. Yorug`lik diodi ko`z ko`rmas nurni mashina shamol shishasi yuzasiga nisbatan o`tkir burchak ostida tarqatadi. Agar ob- havo quruq bo`lsa barcha nurlar tesqariga qaytarilib foto qabul qiluvchiga tushadi (shunday optik tizim ishlangan). Nurlar impuls shaklida berilganligi sabab datchik boshqa nurga reaksiya qilmaydi. Agar shamol shishasi yuzasiga tomchi yoki suv qatlami bo`lsa, nurlarning shishadan qaytish sharoiti buziladi va nurning bir qismi atrof-muhitga tarqaladi. Buni sensor sezadi va kontroller shisha yuvuvchi uchun ishlash rejimini tanlab, uni ishga tushiradi. Agar kerak bo`lsa, bu qurilma mashina tomidagi elektrolyukni ham yopadi, eshiklardagi shishalarni ko`taradi. Yana 2 ta fotodiod bu tizimda mavjud. Ulardan biri faralarni avtomatik tarzda yoqadi (kech tushganda yoki mashina tunnelga kirganda), ikkinchisi “dalniy” va “blijniy” faralarni o`zgartirib turadi. Bu funktsiyalarning ishlashi mashina modeliga bog`liq.

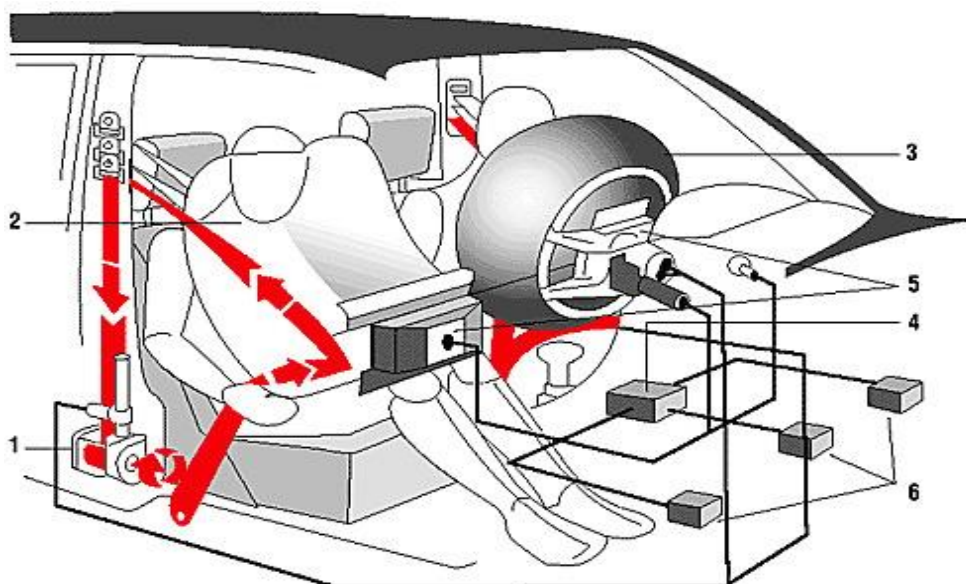


6.9-rasm. "Bosh" firmasi ob- havo datchigining ishlash printsipti

3. Avtomobilning passiv xavfsizlik tizimlari

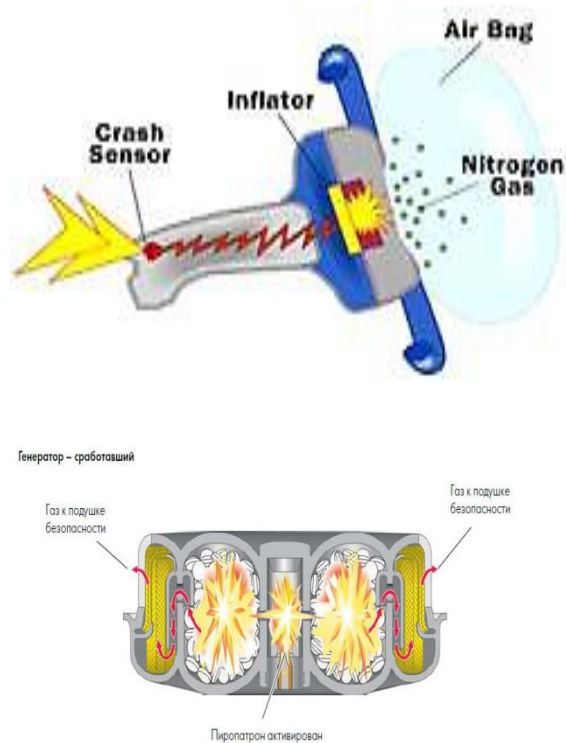
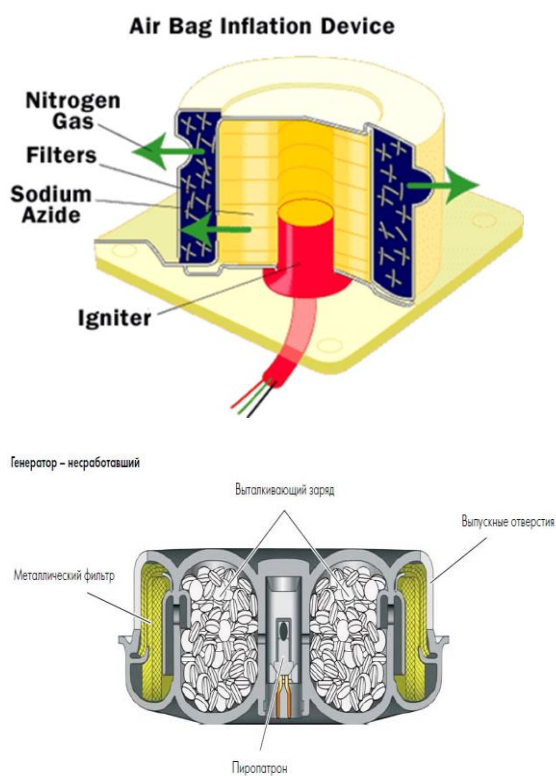
Avtomobil xavfsizlik podushkasi (airbag). Uning elementlari: inertsiya datchiklar mashina modeliga qarab, mashina bamperida, motor to'sig'i oldida, haydovchi tirsak osti joyida joylashgan bo'lib, avariya paytida boshqarishning elektron blokiga signallarni yuboradi (6.10-rasm). Zamonaviy AXBT da frontal datchiklar 50 km/soat dan yuqori tezlikdan paydo bo'lgan zarbada ishlaydi. Yon tomondagilar bundan kichikroq zarbada ishlaydi.

Elektron blokdan signal gazogenerator bilan ulangan asosiy modulga uzatiladi. Asosiy modul diametri 10 sm va balandligi 1 sm li tabletka shaklida bo'lib, azot generatsiyalovchi moddadan iborat. Elektr impuls tabletkaning patronini yondiradi va kristallar portlash tezligida gazga aylanadi. Ana shu jarayon juda tez amalga oshiriladi va podushka 25 ms ichida gazga to'ladi (6.11-rasm). Keyin podushka 200-300 km/soat tezlikda insonning ko'kragi tomon o'tilib keladi.



6.10-rasm. Avtomobil xavfsizlik podushkasi.

1 - xavfsizlk kamarini tarang tortish qurilmasi; 2 – yo`lovchi uchun xavfsizlik podushkasi;
3 - haydovchi uchun xavfsizlik podushkasi; 4 - boshqarish bloki va markaziy datchik; 5 - ijrochi
modul; 6 - inertiya datchiklari.



6.11-rasm. Gazogeneratorning ishlash printsipti

Avtomobillardan tashqari katta ahamiyat yengil transport vositalari (ETV) ga qaratilgan. Ular asosan elektr yuritmada ishlaydi. Bularga misol: elektrvelosiped, giroskuter, elektroskuter, monog'ildirak, elektromobillar va boshqalar. Bularning ta'minot manbai avtonom (elektrobatareyalar) bo'ladi.

ETV ichki yonuv dvigatellar bilan ishlaydigan transportga alternativ bo'lib, asosan hozirgi vaqtda davolash maskanlarida, turistik va xiyobon komplekslarda va x.k.da ishlatiladi.

14 dyumli monog'ildirak *Hoverbot S2* ning texnik parametrlari quyida keltirilgan: quvvati 800 Vt, maksimal tezligi 18 km/soat, bitta zaryadkada o'tish yo'li 20 km, gabarit va yoritish lampalari mavjud.

ETV yaratishning asosini katta momentli elektrdvigatel bazasidagi "motor-g'ildirak" tipidagi mexatronik modullar tashkil qiladi.

6.1-jadvalda ETV uchun harakatning mexatronik modullarining texnik xarakteristikalari keltirilgan.

6.1-jadval.

Elektryuritmal ETV	Texnik ko'rsatkichlar					
	Maksimal tezlik, km/soat	Ishchi kuchlanish, V	Quvvat, kVt	Nominal moment, Nm	Nominal tok, A	Massa, kg
Kreslo – Kolyaska	6	24	0,15	25	8	10
Elektr-Velosiped	15	24	0,3	20	15	12
Giroskuterlar	20	24	0,5	15	20	12
Minielektromobillar	80	110	2,5	30	28	25

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimiga tushuncha bering.
2. Tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS)ning ishlash printsipi.
3. Adaptiv kruiz-kontrol haqida tushuncha bering.
4. Ob- havo datchigi va akustik parkovkalash tizimining ishlash printsipi.
5. Avtomobil xavfsizlik podushkasining ishlash printsipi.

Ma`ruza №7.

Mexatronika tizimlarini qo`llash amaliyoti

Reja:

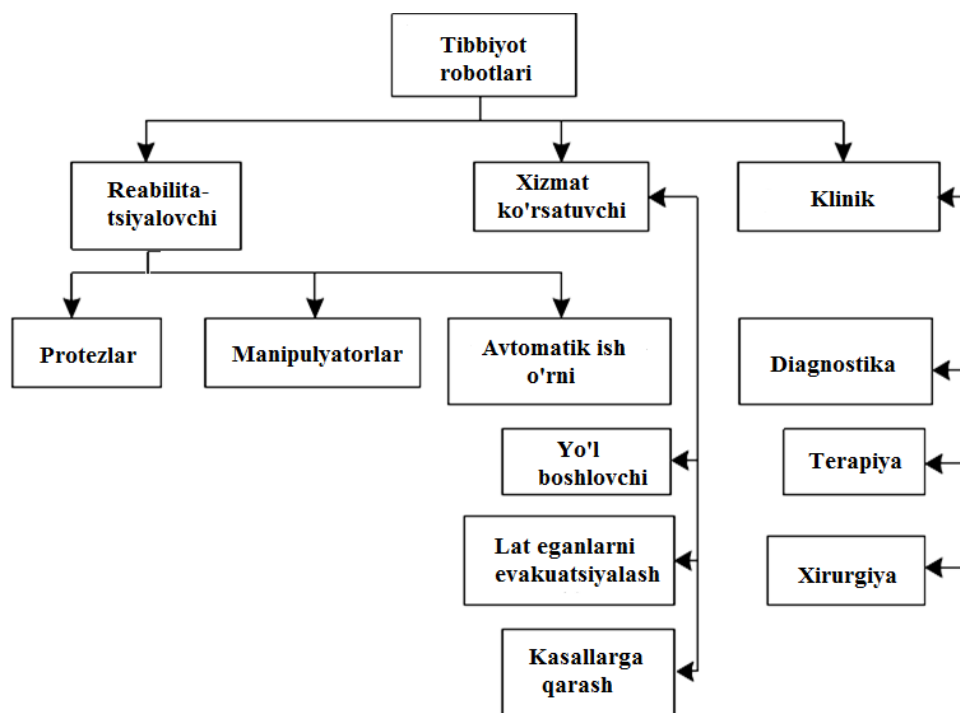
1. Mexatronikaning tibbiyotda qo`llanishi.
2. Kompyuterlar tashqi qurilmalari mexatronik ob'yekt sifatida.
3. Maishiy turmushda ishlatiladigan mexatron tizimlar.

Asosiy kalit so`z va iboralar:

Tibbiyot robotlari: rehabilitatsiyalovchi, xizmat ko`rsatuvchi, klinik; robotlashtirilgan “qo`l”; yo`lboshlovchi mobil robot; kompyuter tomografiyasi; robot-jarroh; sun`iy yurak; kompyuterning periferik (tashqi) moslamalari; kompakt-disklar yuritmasi; klaviatura; printerlar

1.Mexatronikaning tibbiyotda qo`llanishi

Hozirgi vaqtda tibbiy yuqori texnologiyalar shiddat bilan rivojlanmoqda. Ko`p davlatlarda tibbiyot sohasida ishlatiladigan mexatronik qurilmalarni ishlab chiqarish borasida izlanishlar olib borilmoqda. Tibbiy mexatronikaning asosiy yo`nalishlari –bu nogironlar rehabilitatsiyasi uchun qurilmalar, servis operatsiyalarni bajarish, hamda klinik qo`llash uchun ishlatiladi. Tibbiy mexatronika rivojlanishining asosiy yo`nalishlari 7.1- rasmda aks ettirilgan.



7.1-rasm. Tibbiy mexatronika rivojlanishining asosiy yo`nalishlari

Nogironlar reabilitatsiyasi uchun robotlar. Tibbiy reabilitatsiya uchun robotlar ikkita vazifani bajarish uchun mo`ljallangan: yo`qotilgan oyoq va qo`llar funksiyasini bajarish hamda to`shakda qolgan nogironlar (ko`zi ojizlar, tayanch tizimi yoki boshqa og`ir xastaliklar natijasida yotib qolganlar) hayot tarzini yaxshilash.

Protezlash tarixi bir necha yuz yilliklarga ega, ammo mexatronika kuchaytirilgan protezlar bilan ishlaydi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan protezlar uning konstruktsiyasining qiyinligi va ishlatish samarasining pastligi, robot sifatida ishi sifati pastligi sababli keng miqyosda qo`llash imkoniyatini bermaydi. Bugungi kunlarda protezlar konstruktsiyasiga yangi materiallar va elementlarni kiritish orqali ularning xarakteristikasini yaxshilash borasida qator ishlar olib borilmoqda (m-n, plyonkali tenzodatchiklar yordamida qo`l protezlarida barmoqlar harakati va kuchini yaxshilashi, ko`z orqali qo`l protezini boshqaradigan ko`zoynakka biriktirilgan elektron-optik datchiklar va b.).

Yaponiya davlatida olti erkinlik darajasiga va boshqarish tizimiga ega bo`lgan mexanik qo`l yaratilgan (7.2-rasm).



7.2-rasm. Robotlashtirilgan “qoʻl”

Oksfordda (Buyuk Britaniya) oldindan dasturga kiritilmagan topshiriqlarni bajarishga moʻljallangan protez uchun ishlatiladigan manipulyatorlarga moʻljallangan boshqaruv tizimi yaratilgan. Ular sensor, jumladan, nutqni aniqlash tizimini amalga oshiradi. Oyoq va qoʻlsiz qolgan bemorlar uchun boshqaruv signallarini tashkil qilish muammo boʻlib hisoblanadi. Ikki yoki toʻrt oyoq-qoʻli amputatsiya qilingan, falajga uchragan bemorlar uchun bosh mushaklarining qisqarishi hisobidan elektrik signal beruvchi moslamalar mavjud. Bosh yoki qoshlarning harakatiga reaksiya qiladigan va mikroprotsessorga beradigan signal hamda manipulyatorning ijrochi organlariga boshqaruv signallarini yetkazadigan bemorning boshiga oʻrnatilgan datchiklar bilan jihozlangan mexanik qoʻl konstruksiyasi yaratilgan.



7.3-rasm. Oldindan dasturga kiritilmagan topshiriqlarni bajarishga moʻljallangan protez uchun ishlatiladigan manipulyator

To`shakda yotib qolgan bemorning hayot tarzini yaxshilash maqsadida turli xildagi robotlashtirilgan tizimlar yaratilgan. Nogironlik aravachasiga o`rnatilgan va EHM orqali boshqariladigan manipulator - antropomorf qo`l sifat jihatdan yangi konstruktiv yechim bo`lib hisoblanadi. Bu tizim qo`l-manipulyator yordamida fiziologik ehtiyojlarni qondirish, telefonni ishlatish kabi boshqa vazifalarni bajarishga yordam beradi.

Nutq komandalari yordamida topshiriqni shakllantiradigan, markaziy nazorat posti yoki boshqaruv uskunolari yordamida o`z funktsiyasini amalga oshiradigan tibbiyot robotlashtirilgan komplekslar ma`lum. Bu tizim manipulyator – antropomorf qo`l, boshqaruv apparaturasi, topshiriqlar uskunasi, televizion monitor hamda avtomatlashtirilgan transport telejkani o`z ichiga oladi. Bemor xohishiga ko`ra televizor va radioni, yoritish lampalarini yoqib o`chirishi, to`shakdagi o`z holatini o`zgartirishi, manipulyatorni ishga solishi mumkin.

Yaponiyada ko`zi ojizlar uchun *Meldog* yo`lboshlovchi mobil robot ishlab chiqarilgan bo`lib, u texnik ko`rish va EHM bilan ta`minlangan boshqaruv tizimga ega to`rt g`ildirakli aravachadan iborat (7.4-rasm). EHM xotirasiga ma`lum hudud bo`yicha harakat yo`nalishi kiritilgan. Bir datchiklar bino devorlari va tanlangan nuqtalarga asoslanib ko`cha chorrahalarini belgilab bersa, ikkinchisi yo`ldagi to`siqlar to`g`risida ma`lumot beradi. Datchiklarning signaliga qarab robotdagi EHM to`siqlarni o`tish strategiyasini ishlab chiqadi.

Yo`l boshlovchi robot ko`zi ojiz bemorning beliga bog`langan kamarda o`rnatilgan aloqa elementlari bilan boshqariladi. Ushbu kamardan chiqadigan impulslar robotni chapga, o`ngga yoki to`xtatishga topshiriq beradi. Robot bemor tezligini nazorat qiladi, va bemordan 1-2 m oldinda to`xtaydi. Kelajakda mazkur robotlarni ehtimollik mantig'i printsipligiga asoslangan boshqarish tizimlar bilan jihozlangan variantlarini ham ishlab chiqarish rejalashtirilgan.



7.4 –rasm. Yoʻl boshlovchi robot

Helpmate tibbiy roboti texnik koʻrik tizimi bilan jihozlangan boʻlib, bir nechta rangli TV kamera, akustik lokatorlar hamda yoʻldagi toʻsiqlarni ajrata biladigan, toʻsiqqacha boʻlgan masofani oʻlchaydigan va yoʻnalishni belgilab beradigan kontaktsiz datchiklardan iborat (7.5-rasm). Robotning old qismida shoshilinch toʻxatish uchun elektr oʻchirgich (orqa devorda ham qoʻshimcha ravishda oʻrnatilgan), signal chiroq va burilish signallari joylashtirilgan.

Robotning orqa devoriga hududning xaritasini oʻqish moslamasi – klavishli panel, ovqat uchun lotoklar va akkumulyator uchun tokcha oʻrnatilgan.

Hududdagi toʻsiqlarni aylanib oʻtish strategiyasi EHM yordamida hal etiladi. Olingan birlamchi maʼlumotlar mantiqan oʻrganib chiqiladi va xaritaga joylashtiriladi. Robotning oldidagi datchiklar yoʻlni oʻrganadi, toʻsiqni aniqlaydi, robot EHMga esa toʻsiq agar harakat qilayotgan boʻlsa, uning uzoqlashishini kutadi, agar harakatsiz boʻlsa, uni aylanib oʻtish yoʻlini belgilab beradi. Barcha harakatlar va amallar mashina xotirasiga yozib olinadi. Agar xatoliklar aniqlansa, barcha amallar va turli xil

variantlar qayta ko`rib chiqiladi va boshqaruv tizimida korrektsiya qilinadi. Mobil robotni avtonom rejimda harakatlanishini o`rgatish muddati marshrutning murakkabligi, shifoxona eshiklari va yo`laklari kengligiga bog`liq.



7.5-rasm. *HelpMate* tibbiy roboti

Tirsak bo`g`imi uchun bilak bilan yoki bilakni qo`shmagan holda passiv xarakatini avtomatik korrektsiyalashga mo`ljallangan *Kinetec 6080 elbow CPM* trenajyori. Bu trenajyor ishlatish uchun yengil va qulay bo`lib, krovatda ham, kresloda o`tirgan vaqtda ham ishlatish mumkin. Trenajyor operatsiyadan keyingi bo`g`im harakatlarining cheklanishi oldini oladi.



7.6-rasm. *Kinetec 6080 elbow CPM* trenajyori

Klinik robotlar. Klinik robotlar asosiy uchta masalani yechishga mo'ljallangan: *kasalliklarni tashhishlash, terapevtik va jarrohlik davolash*. EHM bilan boshqariladigan turli xil tibbiy uskunalarning ommaviy ishlab chiqarilishi vrachlik amaliyotiga katta ta'sir ko'rsatdi.

Ekranida tekshirilayotgan inson organini ko'rsatib turuvchi (m-n: EHM bilan boshqariladigan tomografli) diagnostik tizimlarda mexatronika va robotexnika elementlari ishlatilib kelinmoqda.

Ichki organlar tasvirini olish uchun ishlatiladigan energiya turiga qarab kompyuter tomograflarning bir necha xil turlari mavjud. Quyida rentgenli tomograf ishini ko'rib chiqamiz.

Kompyuter tomografiyasi — *. 1972 yilda *Godfri Xaunsfild* va *Allan Kormak* tomonidan taklif qilingan va bu ishlanma uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan.



7.7-rasm.Kompyuter tomografiyasi

Tomograf bemor atrofida aylanayotgan rentgen trubkasidan chiqayotgan nurlarning tanadan o'tayotgan miqdorini raqamli tarzda ifoda etadi. Ob'ektdagi yoysimon o'tayotgan rentgen nurlarining yutish koeffitsienti bir necha yuz yoki bir necha ming qattiq kristalli rentgen detektorlari yordamida o'lchanadi. Detektorlar har bir proektsiyadan ma'lumotlarni yig'ib, raqamli shaklga keltiradi va kompyuter yordamida tahlil qilinadi. Olingan ma'lumotlar asosida kompyuter organning ko'ndalang kesimini konstruksiyalaydi. Bu o'z navbatida oddiy rentgen

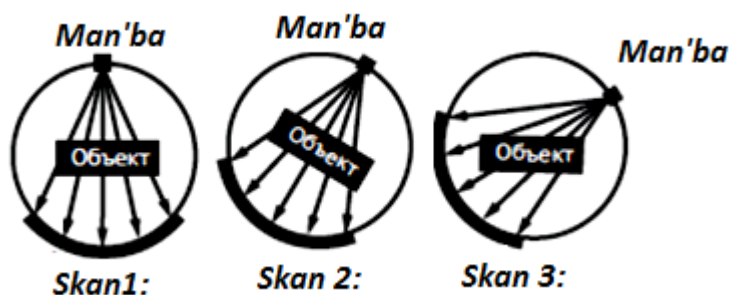
ma'lumotlaridan ko'ra afzalroq bo'lib, organ yoki to'qimaning xoxlagan proektsiyadagi rasmini olish hamda past kontrastli ob'ektlar to'g'risida ma'lumotlar berish imkonini beradi.

Rentgen tomograflar quyidagi asosiy qismlardan iborat: *skanerlaydigan moslama, rentgen tizimi, rentgen trubkasini aylantirish moslamasi, boshqarish pult va EHM*.

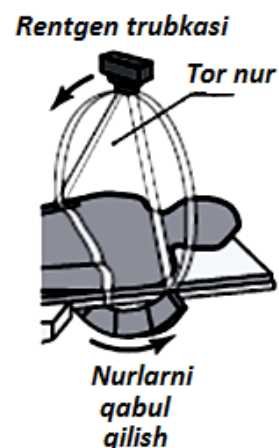
Skanerlaydigan uskuna aylana ramadan iborat bo'lib, o'z ichiga aylanadigan rentgen trubkasi va bir qancha qabul qiluvchi detektorlarni oladi. Bir joyda turgan ob'ektni tomografiya qilish jarayonida maxsus yuritma yordamida rentgen trubkasi rama ichida aylanma harakat qiladi, bunda rentgen nurlarining tebranayotgan dastasi turli burchaklar ostida ob'ekt ichidan o'tadi. Yumshoq to'qimalardan o'tgan rentgen nurlari qabul qiluvchi datchiklar tomonidan qabul qilinadi va ma'lumotlar tahlil uchun EHMga yuboriladi. Bunda har bir kesim nuqtasidan o'tgan rentgen nurlarining singish koeffitsienti hisoblanadi. Murakkab matematik hisoblashlar natijasida tekshirilayotgan organ kesimining yassi ko'rinishi olinadi. Rentgen tizimi trubka va generatoridan iborat. Rentgen trubkasi 50 Gts impulsli rejimda va 100-130 kV kuchlanishda ishlaydi.

Trubka ikkita sovitgich tizimiga ega: trubkaning o'zi moy bilan sovutiladi, moyning o'zi esa suv yoki ventilyator yordamida sovutiladi. Trubka impulsli rejimda ishlaydigan yuqori voltli generator orqali tok bilan ta'minlanadi.

RKT jarayonida yuborilgan rentgen nurlari ob'ekt orasidan o'tadi, nurning so'nishi bir vaqtning o'zida priyomnikda qayd etiladi (7.8-rasm). Shundan so'ng tizim bemor atrofida bir necha gradusga aylanadi va yangi skanerlash jarayonini olib boradi. Bu ish barcha talab qilingan burchaklar qamrab olguncha bir necha marta qaytariladi (7.9-rasm).



7.8-rasm.



7.9-rasm.

Boshqaruv pulti kompyuter tomografning asosiy qismi bo`lib hisoblanadi. U skanerlash tizimi va EHM bilan bevosita bog`liqdir. Boshqaruv pulti tarkibiga ikkita videomonitor kiradi: biri matnli, ikkinchisi esa kesimlarni ko`rsatishga mo`ljallangan. Skanerlash dasturi kesimlar qalinligi va sonini, skanerlash tezligi va tomograf qadamini, suratlar sonini belgilab beradi. Yorug`lik nuri yordamida vrach raqamlar sifatida o`rganilayotgan ob`ektning optik zichligi to`g`risida ma`lumot oladi, patologiya hajmi yoki organ o`lchamlari to`g`risida berilgan nuqtalar orasidagi masofani aniqlaydi.

Yuqori malaka va tajribaga ega bo`lgan jarrohlarning kamligi ayrim yuqori aniqlik bilan bajarilishi talab qiladigan operatsiyalarni bajarilmasligiga sabab bo`ladi. M-n: ko`z mikroxirurgiyasida yaqinni ko`ra bilmaslik holatlarida ko`z fokusini yaxshilash maqsadida ko`z shox pardasidagi radial kesishlarni amalga oshirish. Bunda shoh parda kesish chuqurligi 20 mkm dan oshmasligi kerak, malakali mutaxassis esa 100 mkm dan kamni kesish chuqurligini amalga oshira olmaydi. Kanadada tibbiy robototexnik kompleks yaratilgan bo`lib, bu uskuna ko`z shoh pardasida yuqori aniqlikda kerak bo`lgan chuqurlik va qiyalikda kesimlarni amalga oshirish imkoniyatiga ega.

Yana bir misol qilib mikroneyroxirogiya sohasini olish mumkin. Buyuk Britaniyada miyada mikroxirurgik operatsiyalarni bajarish uchun tibbiy robotlar yaratilgan.



7.10-rasm. Robot ishtirokida jarrohlik operatsiyasi

Robotlashtirilgan tibbiyotning bir kamchiligi, bu jonli aloqa yo`qligidir, xirurg asbobning qanchalik kuch bilan ishlatishni nazorat qila olmaydi. Bu muammoni yechish uchun Eyndxoven Texnologiyalar Universiteti (*Eindhoven University of Technology*) mutaxassisi Linda van den Bedem tomonidan yangi SOFIE (*Surgeon's Operating Force-feedback Interface Eindhoven*) tizimi yaratilgan.

SOFIE nazorat panelida joylashtirilgan joystiklar yordamida boshqariladi, asbobga berilgan kuch orqali to`qimalarga beriladigan kuch muvofiqlashtiriladi. Bu tizim manipulyatorning ipni tortish kuchini nazorati qilishi tufayli, operatsiyadan keyingi choklarni qo`yishda juda qo`l keladi (7.11- rasm).



7.11-rasm. Innovatsion robot-jarroh SOFIE

Gollandiya olimi tomonidan yaratilgan SOFIE boshqa robotlarga nisbatan o'lchamlarining kichikligi va operatsiya stolida o'rnatilishi bilan ajralib turadi. Bu o'z navbatida stol balandligi yoki qiyaligini o'zgartirganda, "jarrohni" qayta moslashtirish zaruriyati tug'ilmaydi.

Sun'iy yurak – inson yashashi uchun lozim bo'lgan geodinamika parametrlarini ta'minlab beruvchi texnologik qurilma.

Bugungi kunda mavjud donor yuraklar zarur bo'lgan ehtiyojni qondira olmaydi, shuning uchun avtonom, implantatsiya qilinadigan "sun'iy yurak" kabi portativ uskunalarni yaratish juda muhim bo'lib hisoblanadi. Bu uskunalar ta'minot manbasi, ishchi yoki ijrochi organga energiyani etkazib beruvchi harakat o'zgartirgich, komp'yuterli boshqaruv tizimidan iborat.

Bugungi kunda sun'iy yurak o'z ichiga ikki guruh texnik moslamalarni oladi.

Birinchisi – gemooksigenatorlar (sun'iy qon aylanish apparatlari). Ular qonni tortib oladigan arterial nasos va qonni kislorod bilan to'yintiradigan oksigenator blokidan tashkil topgan. Bu apparatlar kardioxirurgiyada yurakda operatsiya qilish jarayonida keng qo'llaniladi.



7.12-rasm.Arterial nasos «*CardioWest*»



7.13-rasm.«*AbioCor*» sun'iy yurak qurilmasi

Ikkinchi guruhga kardioprotezlar, ya'ni, odam organizmiga yurak mushagini o'zgartirish, bemorning hayot tarzini yaxshilash maqsadida implantatsiya qilinadigan uskunalar. Bugungi kunda bu kabi protezlar eksperimental ravishda klinik sinovlardan o'tkazilmoqda.

AbioCor – og'ir yurak etishmovchiliklarida qo'llaniladigan sun'iy yurak apparati bo'lib hisoblanadi. *AbioCor* Massachusettsning Abiomed kompaniyasi tomonidan yaratilgan. Apparat odam organizmining ichida to'liq joylashtiriladi, tashqi tomondan teri orqali zaryad oladigan ichki akkumulyatori bor, bu bemorga turli xil o'tkazgich simlarni ulash oldini oladi, shu bilan infeksiyalar bilan zararlanishdan xalos etadi.

AbioCor faqat ma'lum vazn va bo'yga ega bo'lgan bemorlarda ishlatilishi sababli, klinik sinovlar davrida faqat erkaklarda qo'llanilgan. Apparatning ishlash davomiyligi 18 oyni tashkil qiladi. AQSHda dori va oziq-ovqat vositalari boshqarmasi (*FDA*) tomonidan apparatga 2006 yilda ruxsat berilgan.

Boshqa an'anaviy mexatronik sohalariga nisbatan tibbiy mexatronika sohasi shiddat bilan rivojlanmoqda. Shu bilan birga tibbiy mexatronikani qo'llashni saqlab turuvchi faktorlarni ham eslab o'tish lozim. Psixologik faktor ular orasida eng asosiysi bo'lib, u bemor va tibbiyot xodimlari orasidagi munosabatlarga bog'liq. Psixologik faktor mexatronikani odam organizmi uchun muhim bo'lib hisoblangan aralashuvga ishonchsizlikka olib keladi. Bu munosabatlarni o'zgartirish uchun, mexatronikani tibbiyot instrumenti, vrachning aralashuvi deb qabul qilish kerak, bemorga mexatronikaning ahamiyati va zararsizligini tushuntirish lozim..

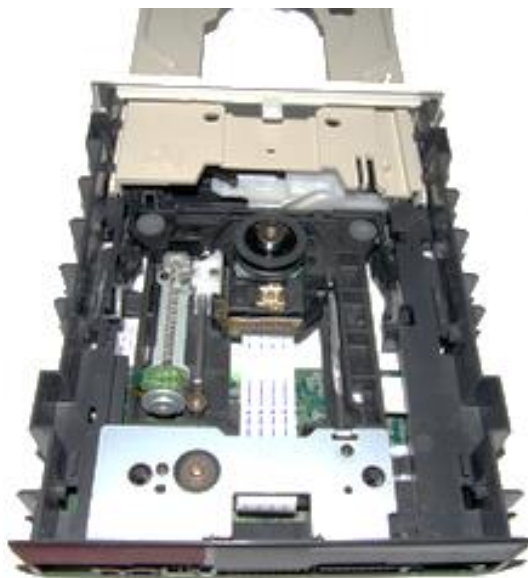
Texnika va tibbiyot sohasidagi mutaxassislarning o'zaro fikrlashlari va bu boradagi kelishmovchiliklar yana bir faktor bo'lib hisoblanadi. Bu holat nafaqat muhandislik bilimlari, balki tibbiyot texnologiyalari bilan ham tanish bo'lgan yangi soha mutaxassislarni tayyorlashni talab qiladi. Bugungi kunda biotexnik metodologiyaga tizimli yondoshadigan mexatron tibbiy tizimlarni loyihalashtirish yo'nalishi hali yaratilmagan.

2. Kompyuterning tashqi qurilmalari mexatron ob`ekt sifatida

Kompyuterning periferik (tashqi) moslamalari deb EHM yordamida tahlil uchun ma`lumotlarni kiritish, oraliq va yakuniy ma`lumotlarni inson uchun tushunarli tarzda chiqarib berish va ob`ektni boshqarish uchun belgilangan moslamalarga aytiladi.

Bu moslamalar protsessoridan tashqarida turgan bloklardir. Ayrim tashqi moslamalar faqat elektron uzal va uning komponentlaridan (monitor, modem, ovozli kartalar, operativ xotira uchun qo`shimcha bloklar, boshqarish uchun interfeyslar) iborat. Ayrimlari elektron uzaldan tashqari oddiy mexanik uzallarni (klaviatura, sichqoncha) o`z ichiga oladi, yana boshqalari esa mikroprotsessorli boshqaruvga ega bo`lgan murakkab mexanik tizimdan (printerlar, plotterlar, disk moslamalari, optik diskli ma`lumot to`plagich) tashkil topgan. Oxirgilari mexanik uzallarning tez va aniq ishlashi uchun analogli va raqamli datchiklar va aqlli boshqaruv tizimlari bilan ta`minlangan. *Bu uskunalarining hammasi tipik mexatron ob`ektlar bo`lib hisoblanadi.*

Kompyuterning tashqi qurilmalari ichida murakkablaridan biri bu *CD (DVD)* diskovod bo`lib, u mexatron ob`ekka misol bo`la oladi. Diskovod elektronika platasidan, shpildelli dvigateldan, optik o`qiydigan qurilmaniing mexanik tizimi va diskni yuklash mexanizmidan iborat (7.14-rasm).



7.14-rasm. Kompakt-disklar yuritmasining ichki tuzilishi

Elektron platada diskovodni boshqaruvchi barcha sxemalar –interfeys kontroller bilan, interfeys raz`yomlari va tovushli signal chiqish joyining ikki kontaktli raz`yomi joylashgan.

Shpindelli dvigatel doimiy yoki o`zgaruvchan chiziqli tezlik bilan diskni aylantirishga mo`ljallangan. Doimiy chiziqli tezlikni saqlab turish uchun **optik golovkaning** holatiga qarab diskning aylanish burchak tezligini o`zgartirish talab qiladi.

Fragmentlarni qidirish jarayonida optik golovka fragmentlarni o`qishga nisbatan tezroq aylanadi, shuning uchun dvigatel yuqori dinamik xarakteristikaga ega.

Shpindel' o`qiga ferromagnit taglik o`rnatilgan bo`lib, uning yuzi kompakt-disk siljib ketmasligi uchun rezina yoki yumshoq plastik bilan qoplangan. Disk o`rnatilgandan so`ng, u yuqorida joylashgan doimiy magnitli shayba yordamida taglikka qistiriladi.

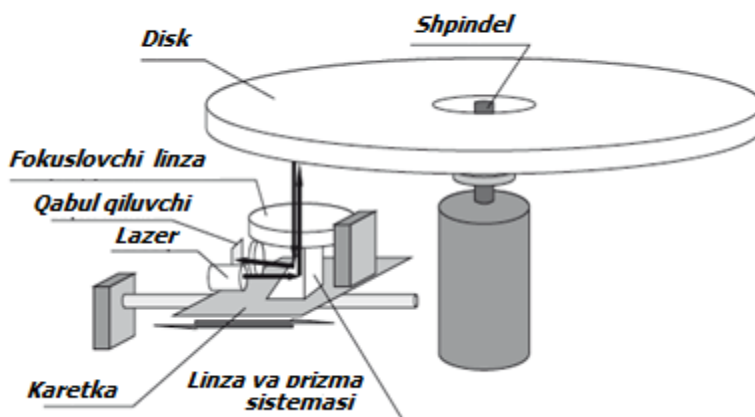
Optik golovka sistemasi tarkibiga golovkaning o`zi va uni harakatlantiradigan mexanizm kiradi. Golovkada infraqizil lazerli svetodiod asosida ishlangan nurlagich, fokuslash uchun moslama, fotopriemnik va dastlabki kuchaytirgich joylashtirilgan. Fokuslash uchun moslama bo`lib elektromagnit g`altak yordamida harakatlantiriladigan linza xizmat qiladi. Magnit maydoni kuchlanishi o`zgarishi bilan linza harakatlanadi va lazer nurining fokusi o`zgaradi. Kam inertsialiy bo`lganligi sababli bu tizim diskning vertikal urilishlarini samarali kuzatib boradi. Fokuslash aniqligi ± 1 mkm (nur dog'i diametri 0,9 mkm bo`ladi).

Optik golovkani harakatlantirish mexanizmining o`z dvigateli bor, u karetkani tishli yoki chervyakli uzatma orqali harakatlantiradi. Lyuft oldini olish maqsadida oldingi kuchlanish bilan bog`langan (chervyakli uzatma uchun bu ergashuvchi shesternyaning prujinalari bo`lib hisoblanadi). Treking koordinatasi bo`yicha harakatlantirish aniqligi (radius bo`yicha) -0,1 mkm.

Diskni kiritish moslamasi o`zi yurar lotok yordamida amalga oshiriladi, nakopitelning qabul qilish tirqishiga to`g`ridan to`g`ri o`rnatish bilan ham amalga oshirish mumkin. Barcha hollarda nakopitel lotokni kiritish-chiqarish dvigateliga hamda ramani harakatlantiruvchi moslamaga ega. Bu ramada shpindel va optik

golovkaning yuritmasi bilan mexanik qism o`rnatilgan, disk joyiga tushganda u ishchi holatga keltiriladi.

Boshqarish tizimi bir kristalli mikro EHM asosida yaratilgan bo`lib, *CD-ROM* ning barcha qismlari ishini muvofiqlashtiradi, oldingi operatsiya to`liq bajarilgandan so`ng, yangi topshiriqni bajarish komandasini beradi.

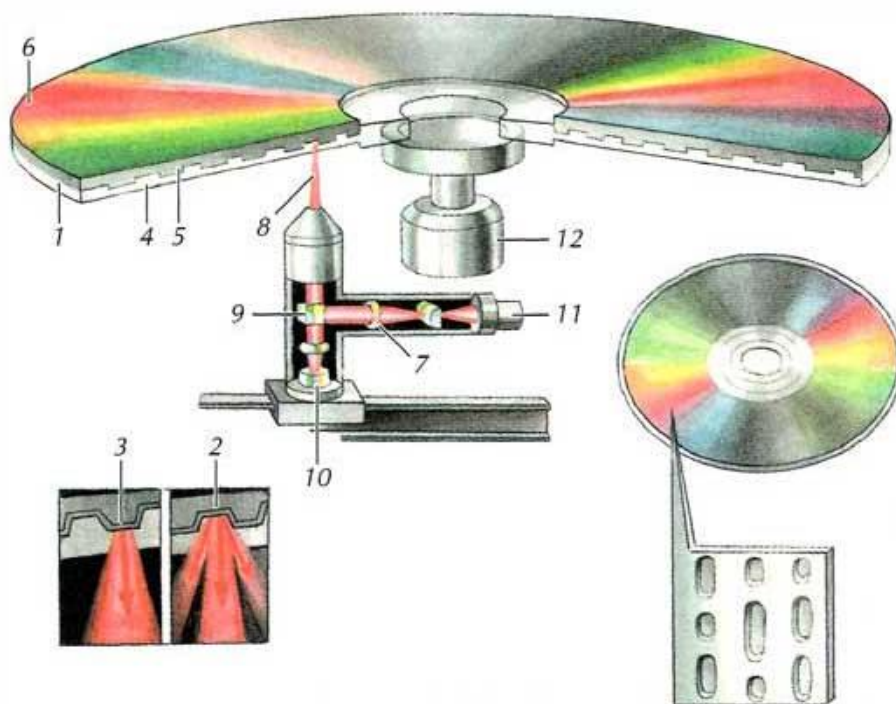


7.15-rasm. CD-ROM diskovodning ishlash printsiipi.

Kompakt diskning yuritmasida bir nechta asosiy elementlarni ajratish mumkin: lazerli diod, servomotor, optik tizim (nur tarqatuvchi prizmasi bilan) va fotodetektor. Kompakt diskdagi ma`lumotlarni o`qish va unga yozib olish lazer nur orqali olib boriladi. Optik diskning yuzasi lazer golovkaga nisbatan o`zgarmas chiziqli tezlikda aylanadi, burchak tezlik esa golovkaning radial joylashuviga qarab o`zgarib boradi. Shunday qilib, tashqi yo`lakchalardagi ma`lumotlarni o`qish kattaroq, ichki yo`lakchalardagi ma`lumotlarni o`qish esa kichikroq aylanishlar soni bilan amalga oshiriladi. Aynan shu xossa kompakt diskdagi ma`lumotlarni vinchesterlarga nisbatan past tezlikda o`qishga sabab bo`ladi. Servomotor ichki protsessorning topshirig`iga asosan nur qaytaruvchi oynani siljishga olib keladi. Bu lazer nurni aynan kerakli yo`lakchaga yo`naltirishga imkon beradi. Nur plastikning himoya qobig`idan o`tib, disk yuzasidagi alyuminiy, kumush yoki oltin yugurtirilgan qavatiga yetib keladi.

Nur qavariqlikka kelib tushsa, detektorda akslanadi, prizmadan o`tib yorug`likka ta`sirchan diodga kelib tushadi. Agar nur botiqlikka (pitga) kelib tushsa, u tarqaladi va kam qismi qaytarilib svetodiodgacha etib keladi. Diodda yorug`lik impulslari elektr

impulslariga o'zgartiriladi: yorqin nurlar birga, past nurlar esa zaiflashib – nolga aylanadi. Shunday qilib, botiqliklar diskovod tomonidan mantiqan nol deb, tekis yuza esa mantiqan bir deb qabul qilinadi. Lazer nurlar bilan tashkil qilingan pitlar o'lchamlari juda ham kichik, 30-40 pitlar odam sochi qalinligiga teng (taxminan 50 mkm).



7.15-rasm. Kompakt-diskdan ma'lumotni o'qish

1-kompakt-disk; 2-botliqlik; 3-orolcha; 4-CD-diskdagi axborotni himoya qiluvchi yorug'lik o'tkazuvchi qatlam; 5-qaytaruvchi qatlam (yozuvchi yuza); 6-himoya qatlami; 7-fokuslovchi ob'ektiv; 8-lazer nuri; 9-nurni sindiruvchi prizma; 10-fotodetektor; 11-lazer qurilmasi; 12-diskni aylaytiruvchi dvigatel

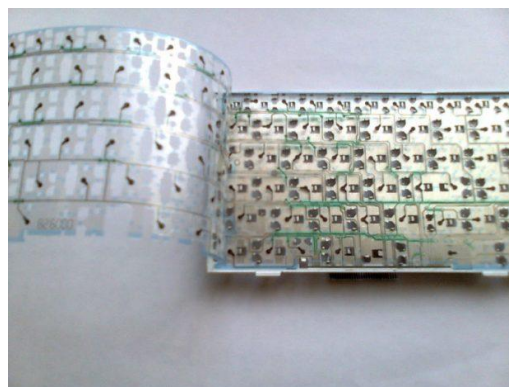
Klaviatura. Kompyuter klaviaturasi aksariyat hollarda alohida moslama bo'lib, kompyuterga kabel orqali ulanadi. Kichik gabaritli *Lap-Top* kompyuterlarda ichiga joylashtirilgan klaviatura ishlatiladi. Zamonaviy *PC/AT*-klaviaturalar 101 ta klavishaga ega bo'lib, ba'zi noutbuklarda bir necha klavishalar yoki klavishalar guruhi o'rnatilmagan. Klaviaturaning ish printsipini o'rganib chiqamiz.

Barcha klaviaturalar funktsional klavishalar, alfavit-raqamli klavishalar, raqamli panel klavishalari, kursorni boshqarish hamda ishchi va boshqaruv klavishalardan iborat (7.16-rasm, a).

F1-F12 funktsional klavishalar yuqori qismda gorizontal ravishda joylashgan bo`lib, u yoki bu funktsiyani tez bajarishga mo`ljallangan. Ishlatilayotgan ilovaga qarab ularning vazifasi o`zgarishi mumkin.



a



b

7.16-rasm. Kompyuter klaviaturasi

Alfavit-raqamli klavishalar funktsional klavishalardan pastda joylashgan bo`lib, to`rt qatorni tashkil qiladi, bu asosiy klavishalar bo`lib xisoblanadi. Raqamli panelda hisoblash qulayligi uchun raqamlar va boshqaruv klavishalari qo`shimcha ravishda o`rnatilgan. Bu klavishalarni bloklash yuqorida o`ngda joylashgan. Noutbuklarda bu klavishalar joyni iqtisod qilish uchun nazarda tutilmagan.

Raqamli va alfavit-raqamli blok orasida joylashgan boshqaruv klavishalari yordamida (*Home*, *End*, strekklari klavishalar va b.) kursorni belgilangan pozitsiyagacha olib borish mumkin.

Kompyuter klaviaturasining ishlash printsipti. Agar klaviaturani panjara tarzida ko`radigan bo`lsak, unda klavishalar gorizontal va vertikal simlari kesishmasida joylashgan.

Ishlash printsipti quyidagicha: gorizontal chiziqlar bo`yicha elektr toki o`tadi. Oddiy holatda (klavisha bosilmaganda) chiziqlar birlashmaydi, gorizontal chiziqlarda

mantiqiy birlik bo`ladi (chiziqlarda kuchlanish bor). Vertikal chiziqlarda navbat bilan mantiqiy nol beriladi (7.16-rasm, b).

Klavisha bosilgan paytda, gorizontal va vertikal chiziqlar yopiladi, bunda gorizontal chiziq vertikal chiziqdan mantiqiy nol signalini oladi. Qaysi vertikal chiziqqa nol berilgani va qaysi gorizontal chiziqdan bir signali olingani asosida qaysi klavisha bosilgani aniqlanadi. Bu funktsiyani klaviatura kontrolleri bajaradi. U olingan signalga skan-kod beradi, markaziy protsessorga ushbu skan-kodni qaysi klavisha bosilganini aniqlash maqsadida so`rov yuboradi.

Klaviaturada bosilgan klavishalarning skan-kodini saqlash uchun o`zining buferi bor. Bu bir nacha klavishalar birdaniga bosilganida yordam beradi. Bu bufer protsessorga bir nechta klavishalar bir vaqtda bosilganda ularni aniqlash imkonini yaratadi.



7.17-rasm. Noutbuk klaviaturasi

Noutbuk klaviaturasining ishlash printsipti bir muncha boshqacha. Noutbuk yaxlit mahsulot bo`lganligi uchun, uning klaviaturasi muhim ahamiyatga va bir qancha xususiyatlarga ega. Noutbuk ekraniga shikast yetmaslik uchun, uning klavishalari yupqa qilib ishlangan, ularning qattiq bosishini oldini olish maqsadida slim - moslama o`rnatilgan.

Klaviaturalar yuzasini kamaytirish uchun uning o`lchamlari kichik qilib olinadi. Ayrim modellarda o`ng tomonidan raqamli blok o`rnatilmagan. Ayrim klavishalar, m-n, ishchi va boshqaruv kursorlari, yaxlit guruhga qo`shilgan.

Printerlar. Bosuvchi qurilmalar (printerlar) - bu qiymatlarni EHM dan chiqarish qurilmasi bo`lib, u ma`lumotning ACCII kodlarini ularga mos kelgan grafikli belgilarga (harflar, raqamlar, ishoralarga va sh.k.) o`zgartiradi va bu belgilarni qog`ozda qayd etadi.

Printer PC TQsining eng rivojlangan guruhidir, ularning 1000 tagacha turli hil modifikatsiyalari bor. Printerlar o`zaro quyidagi tavsiflar bo`yicha farqlanadi:

- rangliligi (oq-qora va rangli);
- belgilarni shakllantirish usuli (belgilarni bosuvchi va belgilarni sintezlovchi);
- ish tamoyili (matritsali, termik (qizdirishga oid), purkagichli, lazerli);
- bosish (zarbli va zarbsiz) va satrlarni shakllantirish (ketma-ket va parallel) usullari;
- karetk kengligi (375 450 mm li keng va 250 mm li tor karetkali);
- bosish satri uzunligi (80 ta va 132-136 ta belgi);
- belgilarni terish (ACII belgilarini to`liq terishgacha);
- bosish tezligi;
- o`tkazish qobiliyati va h.k.

Lazerli printerlarda tasvirni shakllantirishning elektrografik usuli ishlatilib, bu usul shu nomdagi nusxa ko`chiruvchi apparatlarda ishlatiladi. Lazer o`ta ingichka yorug`lik nurini yaratish uchun xizmat qiladi, bu nur oldindan tayyorlab qo`yilgan yorug`likka sezgir baraban sirtida ko`rinmaydigan nuqtali elektron tasvir konturini chizadi - elektr zaryad lazer nuri bilan yoritilgan nuqtalardan baraban sirtiga oqib tushadi.

U elektron tasvir tushgandan keyin razryadlangan uchastkalarga yopishib qolgan bo`yoq (toner) kukuni bilan bosish bajariladi - tonerni barabandan qog`ozga olib o`tiladi va tasvirni qog`ozda tonerni qizdirib, u erib ketguncha qotiriladi.



7.17-rasm. Lazerli printer

Lazerli printerlar millimetrda 50 tagacha nuqtalarni va sekundiga 1000 tagacha belgilarni bosuvchi tezlik bilan o`tkazish qobiliyatli eng yuqori sifatli bosishni ta`minlaydi. Rangli lazerli printerlar keng ishlatiladi. Masalan, Tektonik (AQSH) firmasining *Phaser 550* lazerli printeri gorizontaal bo`yicha ham, vertikal bo`yicha ham millimetrda 48 nuqtali o`tkazish qobiliyatiga ega; rangli bosish tezligi - minutiga A4 o`lchamli 5 bet, monxromli bosish tezligi - minutiga 14 bet.

PC larga printerlar ham parallel, ham ketma-ket portlar orqali ulanishi mumkin.

Parallel portlar Centronics tipidagi adapterlar orqali parallel ishlovchi (ma`lumotni birdaniga baytlab qabul qiladigan) printerlarni ulash uchun (odatda bir vaqtning o`zida 3 tagacha printerni ulash mumkin) ishlatiladi.

Ketma-ket portlar (2 dona) RS 232C (C2 birikish joyi) tipidagi adapterlar orqali ketma-ket ishlaydigan (ma`lumotni ketma-ket 1 bitdan qabul qiladigan) printerlarni ulash uchun xizmat qiladi. Ko`pchilik tez ishlovchi printerlar parallel portlarni ishlatadi.

Tezkor printerlar shaxsiy buferli xotiraga ega bo`ladi, ular ShK bilan ma`lumotlarni almashishda ham, yuklanadigan shriftlarni saqlash uchun ham ishlatiladi.

4.Maishiy turmushda ishlatiladigan mexatron tizimlar

Maishiy turmushda ishlatiladigan mexatronik tizimlar odamning kundalik hayotida hamda xizmatlar ko`rsatish sohasida ishlatiladi. Bu tizimlar odamning ma`naviy ozuqa olishi uchun kundalik ishlarini yengillashtirish uchun mo`ljallangan.

Maishiy turmushda ishlatiladigan tizimlar –murakkab va ilmiy muhandislik masalasidir, chunki bu hollarda intellekt elementiga va inson sezgi organlariday sezish sensorlariga ega bo`lgan robotlardan tashkil topgan universal tizimlardan foydalaniladi. Ular o`zi ayrim yengil ko`ringan, lekin ma`lum bir reglamentlarga ega bo`lmagan uy yumushlarini, m-n, ovqat pishirish, uylarni tozalash, kiyimlarni tikish va ta`mirlash, bolalarga qarab turish va boshqalarni bajarishi lozim. Uy xavfsizligi va nazoratini olib borish uchun mo`ljallangan (“aqlli uy”) robototexnik va kibernetik tizimlar muhim ahamiyatga ega.



7.18-rasm. “Aqlli” kir yuvish mashinasi strukturasi

Yaxshi ishlangan va bizning hayot tarzimizga kirib kelgan mexatron tizimlardan biri – bu mikroprotsessorli kir yuvish mashinalaridir. Ular tahlillar natijasida kirning

kirlik darajasiga qarab yuvish rejimini belgilaydi. Ularga turli xil servis xizmatlarga ega bo'lgan musiqa markazlari, kun davomida rejimni xonadagi odamlar soni, ko'chadagi harorat va sutkaning vaqtiga qarab o'zi belgilaydigan mantiqiy konditsionerlar, zamonaviy fotoapparatlar ham misol bo'la oladi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Tibbiyotda mexatronikaning qo'llanishi.
2. Rentgen tomogrofaning ishlash printsipini tushuntiring.
3. Sun'iy yurakning ishlash printsipi.
4. Kompyuterning tashqi qurilmalari mexatron ob'ekt sifatida.
5. CD-ROM ning tuzilishi va ishlash printsipi.
6. Turmushda ishlatiladigan mexatronik tizimlar.

Modul 2.

Mexatronika tizimlari yuritmalari

Ma'ruza №8.

Mexatronika elektryuritmalari

Reja:

1. Mexatronika tizimlarda qo'llaniladigan yuritmalar.
2. Elektr yuritmalar.
3. Elektrdvigatel quvvatini hisoblash.

Asosiy kalit so'z va iboralar:

Yuritma; elektryuritma; o'zgarmas tok dvigatellari; o'zgaruvchan tok dvigatellari; qadamli dvigatellar; servodvigatellar; chiziqli elektrdvigatellar

1. Mexatronika tizimlarda qo'llaniladigan yuritmalar

Yuritma, asosan dvigatel, harakatni o'zgartiruvchi va uzatuvchi mexainzmlar hamda uni boshqaruvchi qurilmadan tuzilgan.

Yuritmalarni mexatron tizimlarning "muskuli" deyish mumkin. Ular boshqarish komandalarini (asosan elektr signallarni) boshqaruv qurilmasidan olib, fizik qismida o'zgartirish kiritadilar va ishchi organda kuch va harakat hosil qiladilar. Harakatni o'zgartiruvchi va uzatuvchi mexainzmlar dvigatel va ishchi organ orasidagi interfeys sifatida amal qiladi. Ular tarkibiga reduktorlar, tishli, tasmali, reykali va h.k. uzatmalar, tormozlar va muftalar kiradi.

MT lar kuchli modullarida barcha mavjud yuritmalar amalda qo'llaniladi:

- elektrik;
- gidravlik;
- pnevmatik;
- p'yezoelektrik;
- kombinatsiyalashgan (elektrgidravlik, elektrpnevmatik va h.k.).

MTlarda qo'llaniladigan yuritmalarga maxsus talablar qo'yiladi:

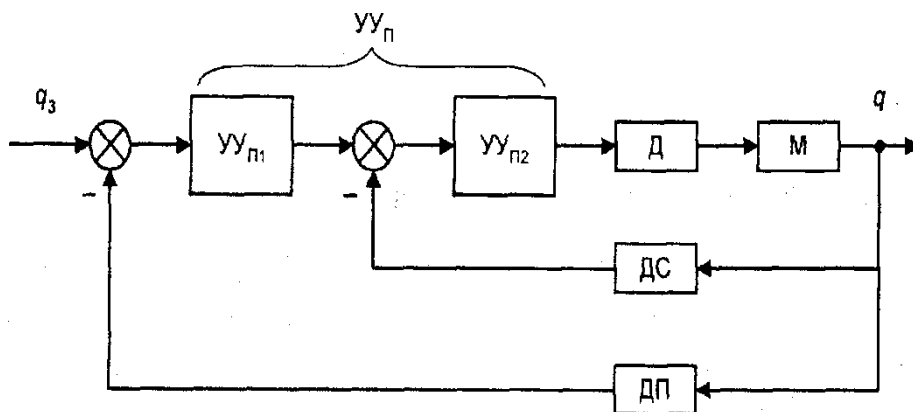
- ular massasi va gabarit o'lchamlari minimal bo'lishi;
- tezharakatchan va aniq ishlashi;
- turg'un bo'lmagan rejimda ishlashiga qaramay o'tish jarayonlari amalda tebranishsiz bo'lishi;
- ishonchli, arzon va ishlatishga qulay bo'lishi kerak.

Gabarit o'lchamlarini kichik bo'lishi ularni manipulyator va boshqa harakat tizimlari tarkibida bo'lishidan kelib chiqadi. Harakatning aniqlik darajasi yuritmalarning chiqish vallarida tezlik bir necha ulushdan bir necha m/s bo'lishiga qaramay bir necha millimetr ulushiga teng bo'lishi kerak.

Bunday yuritmalar ilgarilanma yoki aylanma harakatlanuvchi, rostlanuvchi va rostlanmaydigan, yopiq (teskari aloqali) va ochiq, uzluksiz yoki diskret harakatlanuvchi bo'lishi mumkin.

8.1-rasmda manipulyator yuritmasining tipik sxemasi keltirilgan. Bu sxemada

holat haqidagi axborotni yetkazish bilan birga tezlik haqidagi tesqari aloqalar ham mavjud. Boshqarish qurilmasi releli, impulsli va raqamli bo'lishi mumkin.



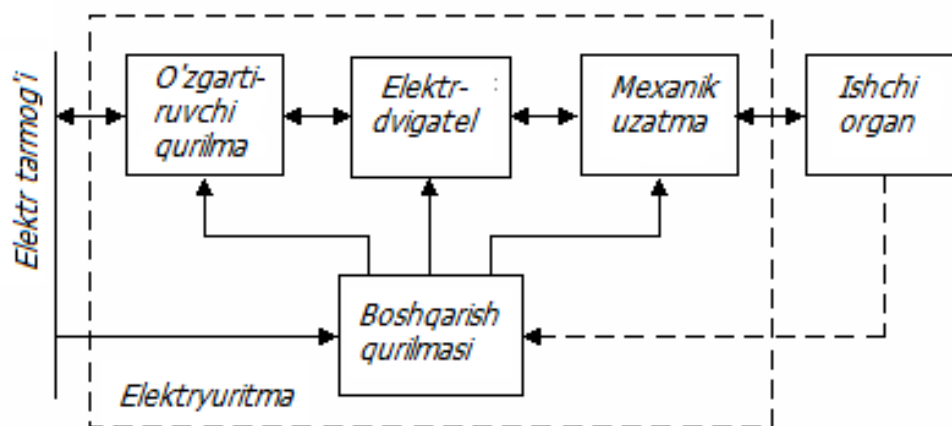
8.1-rasm. Manipulyator yuritmalarining tipik sxemasi:

Д — dvigatel; М — harakatni o'zgartirish va uzatish mexanizmi; ДП, ДС — holat va tezlik datchiklari; YY_{n1} , YY_{n2} — YY_n boshqarish qurilmasining tarkibiy qismlari

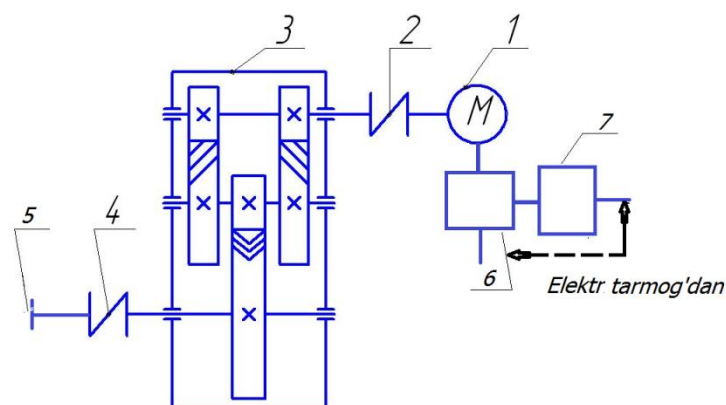
2.Elektr yuritmalar

Elektryuritmalar yosh yuritmalar turiga kiradi, u XIX asrning ikkinchi yarmida elektrdvigatel yaratilgandan bir necha o'n yil o'tgandan keyin paydo bo'ldi. Bunday yuritmalar dvigatel valining aylanma harakatini ijrochi mexanizmning ilgarilanma-qaytarma harakatiga o'zgartirib beradi.

Elektryuritmalar faqat harakat qilgan vaqtda energiya iste'mol qiladi, bu esa uni ayniqsa kam xarajatli qiladi.



8.2-rasm. Elektryuritmaning strukturali sxemasi



8.3-rasm. Elektryuritmaning kinematik sxemasi

1-elektrdvigatel; 2,4-mufta; 3-reduktor; 5-ijrochi mexanizm; 6- kuchli o'zgartiruvchi qurilma; 7-boshqaruvchi qurilma

Afzalliklari:

1. Energiya narxining pastligi;
2. Gidravlik va pnevmatik yuritmalarga nisbatan konstruksiyasining oddiyligi;
3. Ishlash vaqtida stabil tezlikni ta'minlash;
4. Energiyani masofaga ko'p yo'qotishsiz uzatish;
5. Boshqa yuritmalar ichida eng ko'p F.I.K.;
6. Bajaradigan ishning yuqori aniqligi;
7. Aniq pozitsiyalash va silliq rostdash imkoniyati;
8. Avtomatizatsiyalashning oddiyligi;
9. Minimal texnik xizmat ko'rsatishni talab qiladi;
10. Shovqin darajasi pastligi;

11. Ekologiya va tashqi muhitga ta'siri yo'qligi;

12. $\pm 50^{\circ}\text{C}$ yuqori va past haroratda stabil ishlashi.

Ularni MTlarga ko'proq qo'llashga sabablar:

- robotlar uchun mo'ljallangan elektr yuritmalar yaratish oxirgi yillarda juda tez rivojlanib ketdi;
- kompakt, boshqa yuritmalar bilan komplekt yuritmalar yaratishga imkon beradi.

Kamchiliklari:

1. Yong'inga va portlashga xavfli zonalarda hamda nam joylarda ishlatishning qiyinligi, bu kamchilik himoyalangan yuritmani ishlatish bilan yo'qotiladi;

2. Narxining qimmatligi;

3. Ko'p vaqt uzluksiz ishlatganda dvigatelning isib ketishi va ishqalanadigan detallarning yeyilishi;

4. Yonidan o'tadigan boshqa boshqarish tarmog'lariga elektromagnit maydon g'alayon hosil qiladi;

5. Gidravlik va pnevmatik yuritmalarga nisbatan yomon massogabarit xarakteristikalariga ega.

Hozirgi vaqtda mexatronikada elektryuritmalarni qo'llash sohalari:

- juda sifatli boshqariluvchi yengil MTlar;
- kichik massali (10-100 kg li) og'irlik ko'taruvchi qurilmalar;
- mobil robotlar.

XIX asrning 30-yillarida *Faradey* o'zining tajribalarida doimiy magnit atrofida o'zidan tok o'tayotgan o'tkazgichning aylanishini isbotlab bergan vaqtdan elektrdvigatellar davri boshlandi. Shu printsip asosida *Tomas Devenport* tomonidan birinchi o'zgarmas tok elektrodvigateli yasaldi va sinovdan o'tkazildi. Ixtirochi o'zining qurilmasini ishlab turgan poezdga qo'lladi va shu bilan elektrmotorning ishga yaroqliligini isbotlab berdi.

Maktab fizikasidan bizga ma'lumki, kuchlanish ostida bo'lgan o'tkazgichni magnit qutblari ichida o'rnatib o'tkazgich atrofida uning butun uzunligi bo'ylab

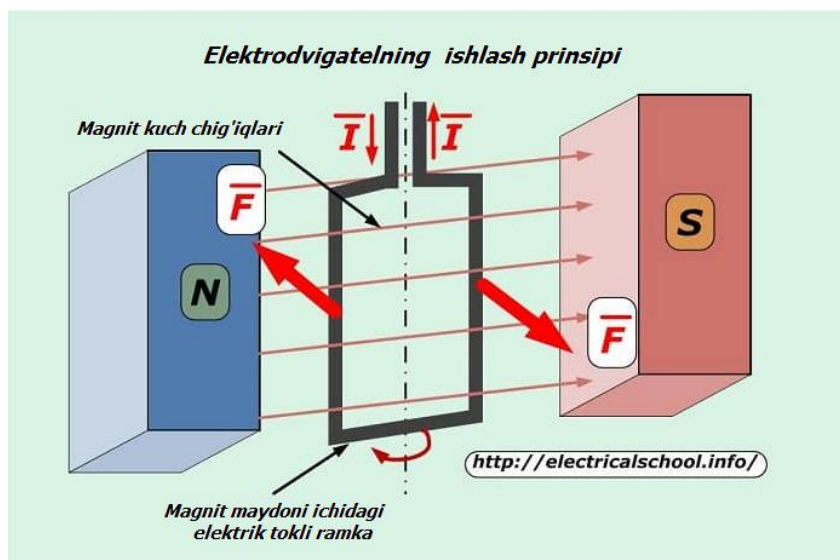
magnit maydoni hosil bo`ladi va magnit maydonlar o`zaro ta`sirlashuvi natijasida natijaviy “Amper” kuchi hosil qilinadi:

$$F=B \times I \times L,$$

bu yerda B - magnit maydoni induktsiyasi, I – tok kuchi, L – o`tkazgich uzunligi

“Amper” kuchi vektori hamma vaqt magnit qutblari orasidagi magnit chiziqlariga perpendikulyar bo`ladi. Quyidagi 8.4-rasmda sxematik ravishda elektrdvigatelning ish printsipi ko`rsatilgan.

Agar kuchlanish yo`nalishi o`zgartirilsa, yakorning aylanish yo`nalishi ham o`zgaradi. Shuning uchun shyotkalarining qutblarini o`zgartirib, elektrmotorni boshqarish mumkin.



8.4-rasm. Elektrdvigatel ish printsipining sxematik ko`rinishi



8.5-rasm. Elektrdvigatel tuzilishi



8.6-rasm. Har xil quvvatli elektrdvigatellar

750 Vt, 250 Vt, CD-pleyer dvigateli, o`yinchoq dvigateli, diskovod dvigateli (batareya "krona" o`lchamni taqqoslash uchun ko`rsatilgan)

Hozirgi vaqtda elektrdvigatellarning juda ko`p turi mavjud.

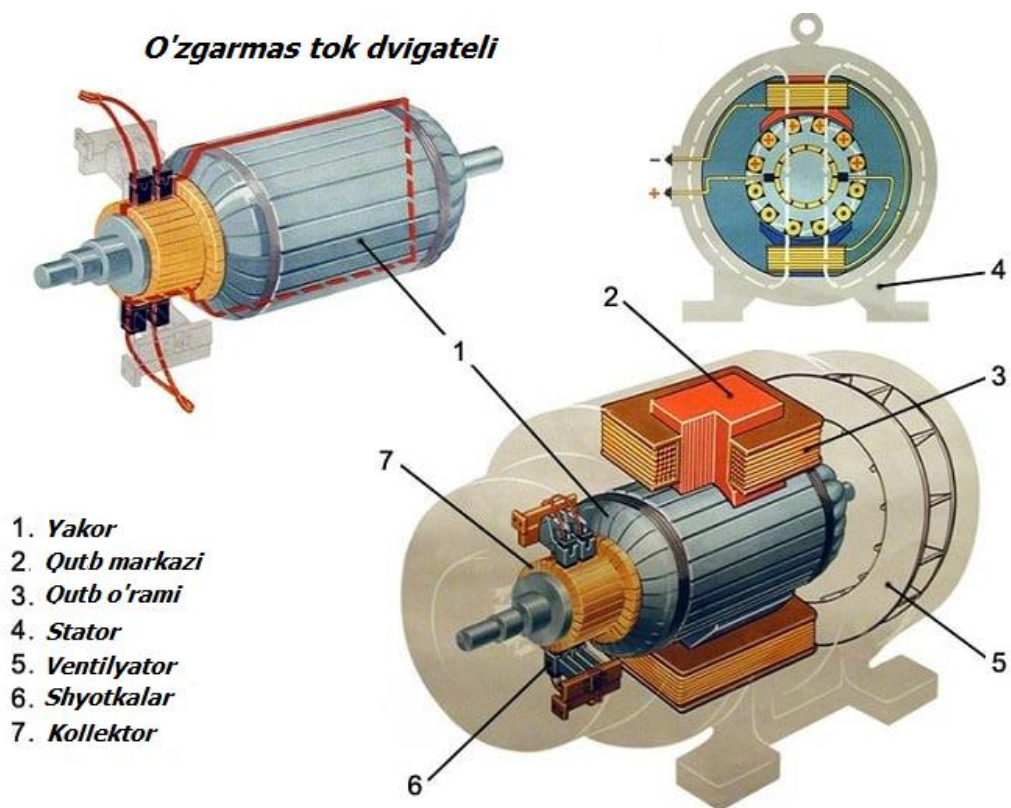
Bular:

- o`zgaras tok dvigatellari,
- o`zgaruvchan tok dvigatellari,
- qadamli dvigatellar,
- servodvigatellar va h.k.

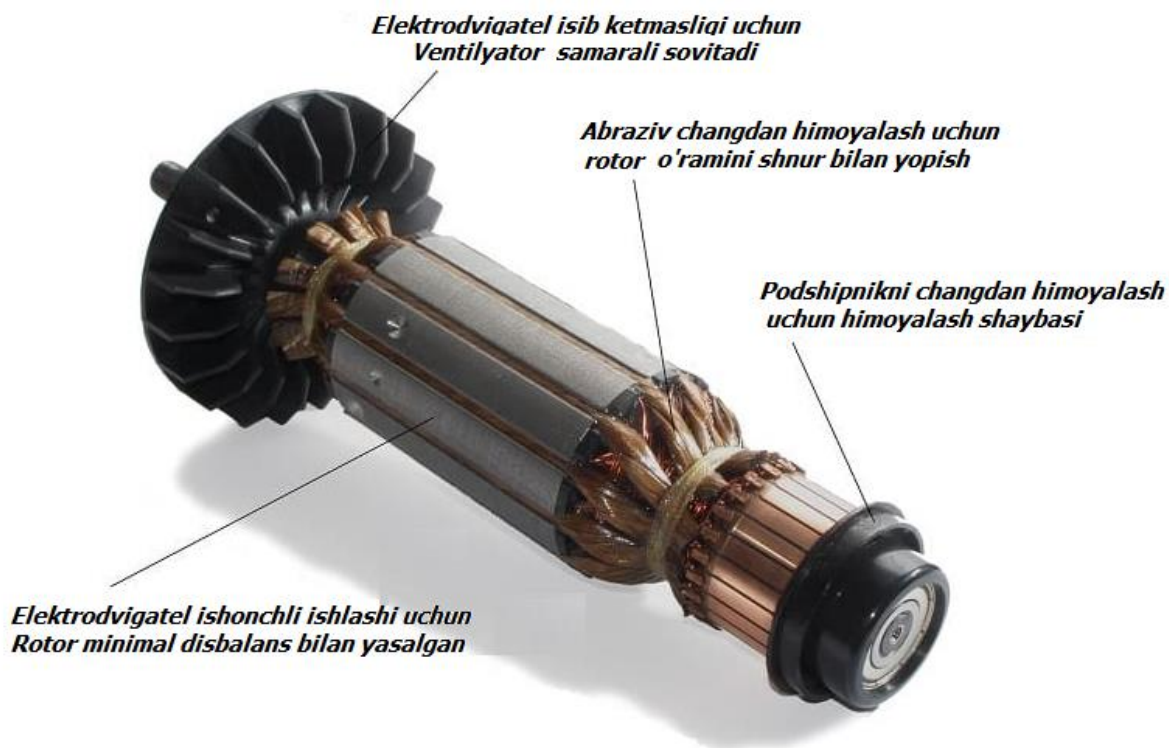
**O`zgaras tok elektrdvigatellari. Stator (induktor).** Elektrdvigatellarda serdechniklarda o`ralgan katushkalar ko`rinishidagi stator (induktor)lar ishlatiladi. Elektr zanjir berkitilganda paydo bo`ladigan elektrmagnit induktsiyasi ta`sirida magnit maydoni chiziqlari paydo bo`ladi.

Rotor (yakor). Rotorlar sim o`ramlar bilan o`ralgan bo`lib, magnit kuchlari ta`sirida aylanma harakatga keladi. 8.7-rasmda elektrdvigatel tuzilishi ko`rsatilgan. Kuchli elektrdvigatellarda ko`p o`ramli rotor ishlatiladi. Shunday rotor 8.7-rasmda ko`rsatilgan.

<https://www.youtube.com/watch?v=kYuowXDTQDU>



8.7-rasm. Elektrdvigatel tuzilishi



8.8-rasm. Ko`p o`ramli rotor

Kollektor. Agar rotor o`ramlari chiqish joyida o`zgarmas tok manbai ulansa, rotor yarim aylanib, to`xtab qoladi. Aylanishni davom ettirish uchun tokning qutubini o`zgartirish kerak bo`ladi. O`ramlar chiqish joyidagi tok qutbini o`zgartiruvchi moslama *kollektor* deb ataladi.

Qo`llanilishi:

- sanoat va maishiy xizmat elektr asboblari;
- avtomobilsozlikda oynako`targichlar, ventilyatorlar va boshqa avtomatika;
- tramvay, trolleybus, elektrkara, ko`tarish kranlari va tortish kuchi katta bo`lgan mexanizmlar va h.k.

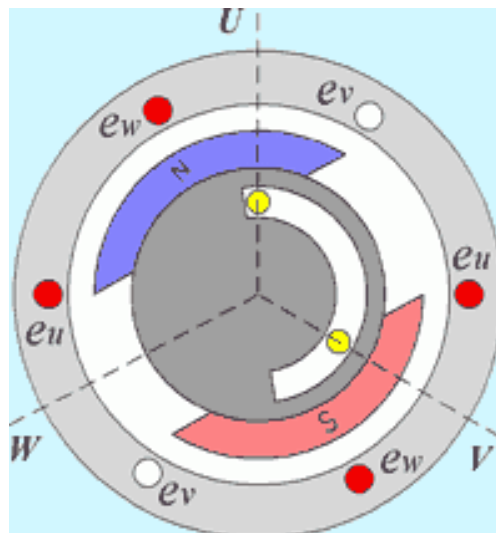
Afzalliklari:

- boshqarishni osonlashtiradigan o`zgarmas tok elektrodvigatellari xarakteristikalarining chiziqli bog`liqligi;
- aylanish chastotasining oson rostlanishi;
- yaxshi ishga tushirish xarakteristikalari;
- kompakt o`lchamlari.

Kamchiliklari:

- kollektor va shyotkalarining cheklangan resursi;
- asosan o`zgaruvchan tok tarmog`idan foydalanishimiz uchun, uni to`g`rilash kerakligi;
- rotorlarni yasash qimmatligi.

Ventilli elektrdvigatel (VD) — o`zgarmas tok elektrdvigatelining bir turi bo`lib, unda shyotkali-kollektorli uzul rotor holati datchigi yordamida boshqariladigan yarim o`tkazgichli kommutator bilan almashtirilgan. Bu “Ventilli”, “kuchli kalitlar (ventillar) yordamida boshqariladi” deganini anglatadi. Uning tok fazalari sinusoidal shaklga ega. Kuchaytirgich vazifasini keng-impulsli modulyatsiyali (*широотно-импульсная модуляция ШИМ*) avtonom kuchlanish invertori bajaradi.



8.9-rasm. Ventilli elektrdvigatel

**O`zgaruvchan tok elektrdvigatellari.** O`zgarmas tok dvigatellariga nisbatan ko`proq ishlatiladi. Chunki ularni ishlab chiqarish arzonroq, konstruksiyasi soddaroq va ishonchliroq, ulardan foydalanish osonroq. Amalda barcha uyda ishlatiladigan maishiy texnika o`zgaruvchan tok elektrdvigatellari bilan jihozlangan: yuvish mashinalari, oshxona vityajkalari va h.k. Sanoatda stanokli jihozlarda, lebyodkalarda, kompressorlarda, gidravlik va pnevmatik nasoslarda va ventilyatorlarda qo`llaniladi.

Ularning 2 turi mavjud: *sinxron* va *asinxron dvigatellar*.

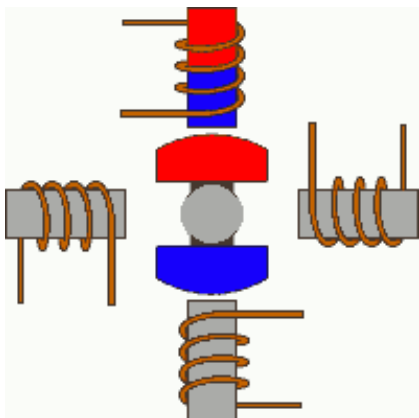
Sinxron dvigatellarda rotorlarning aylanish chastotasi magnit maydonning aylanish chastotasiga teng (sinxron). Ularning aylanish tezligi o`zgarmas bo`lganligi sabab kompressorlarda, katta ventilyatorlarda, nasoslarda va o`zgarmas tok generatorlarida ishlatiladi.

Asinxron dvigatellarda rotorlarning aylanish chastotasi stator o`rami hosil qiladigan magnit maydonning aylanish chastotasidan farq qiladi (asinxron). Ular qisqa ulangan rotorli va fazali rotorli bo`ladi. Bular konstruksiyasi bir xil, orasidagi farq ularning o`rash usulidadir. Asosan uch fazali asinxron dvigatellar ko`p tarqalgan: stanok va jihozlarda, avtomatikada, telemexanika va h.k.larda ishlatiladi.

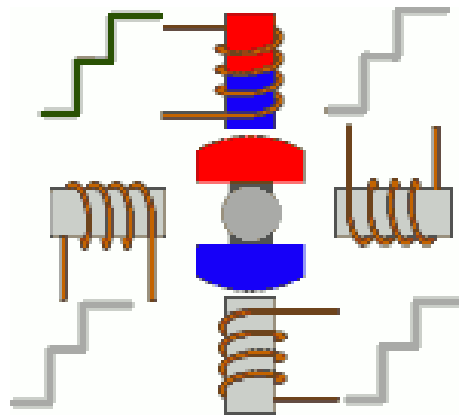
Qadamli elektrdvigatellar. Elektr impulslarni diskret xarakterdagi mexanik

harakatga o'zgartirish printsipli asosida amal qiladi. Ko'pchilik ofis va kompyuter texnikasi ushbu dvigatellar bilan jihozlangan. Ular o'lchami kichik va yuqori samaradorli hisoblanadi.

Boshqa dvigatellardan farqi shundaki, ularning rotori uzlukli qadam bo'yicha aylanadi. Har qaysi qadam to'liq aylanishning bir qismini tashkil qiladi. Qadamlar kattaligi motorning mexanik tuzilishiga va motorni boshqarish usuliga bog'liq bo'ladi. Bu turdagi dvigatellar rotorida doimiy magnit o'rnatilgan, stator tarkibiga katushkalar (o'ramlar) kiradi. Umumiy holda qadamli dvigatellar quyidagi ko'rinishda bo'ladi (8.10-rasm):



8.10-rasm. To'liq qadamda ishlaydigan dvigatel o'ramlarini ulash sxemasi



8.11-rasm. Mikroqadamda ishlaydigan dvigatel o'ramlarini ulash sxemasi

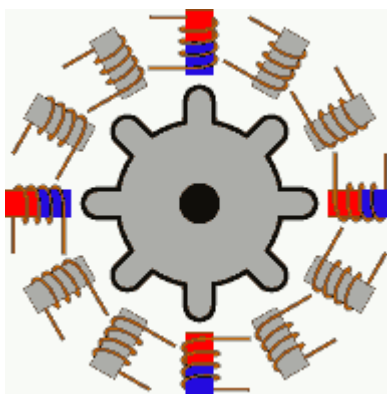
Bu yerda biz bir-biriga nisbatan 90° ostida joylashgan 4 ta o'ramni ko'ramiz. O'ramlarni ulash usuliga qarab elektrdvigatel vali to'liq qadam bilan, yarim qadam bilan va mikroqadam bilan aylanishi mumkin. To'liq qadamda o'ramlar birgalikda ulanmaydi. O'ramlarda birin-ketin aylana bo'yicha tok o'tadi. Katushkalardan har tok o'tganda dvigatel vali 90° ga to'liq aylanadi (8.10-rasm). Yuqorilagi sxemada o'ramlardan tok har 1 sekda o'tadi.

Yarim qadam rejimida o'ramlarda juft holda bir vaqtda tok beriladi. Bu natijasida rotor yarim qadamga 45° ga aylanadi.

Mikroqadamda ishlaydigan dvigatellar ko'p qo'llaniladi (masalan, raqamli

dasturli boshqariladigan stanoklarda). Bu rejimda o`ramlarga tok impuls bilan emas, balkim sinusoidaga o`xshagan shaklda uzatiladi (8.11-rasm). Bunda rotorning pozitsiyalangan aylanishi silliq, zarbasiz bo`ladi.

**O`zgaruvchan magnitli qarshilikli qadamli dvigatel.** Bu turdagi dvigatellarda rotorlarida doimiy magnet yo`q. Buning o`rniga rotor shesternyaga o`xshagan tishli disk shaklidagi magnet ta`sir qiluvchi metall dan yasalgan bo`ladi. Bunaqa materialga toza temir yoki uning nikel va kobalt bilan qorishmasi misol bo`la oladi. Stator 4 tadan ko`p o`ramga ega. O`ramlarga qarama-qarshi juftliklarda tok beriladi va ular rotorni tortadi va rotor tishlar bo`yicha aylanadi (8.12-rasm).



8.12-rasm. O`zgaruvchan magnitli qarshilikli qadamli dvigatel o`ramlarini ulash sxemasi

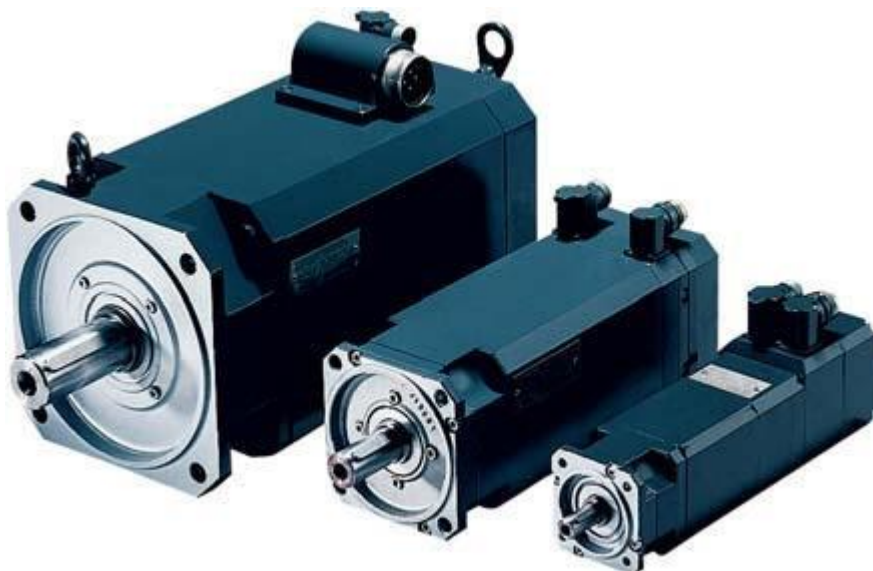
Servoyuritma (lot. *servus* – yordamchi, qul) – tashqaridan berilgan parametrlarga asosan o`zining ichki manfiy (salbiy) teskari aloqasi bo`yicha holatini avtomatik rostlaydigan mexanik yuritmadir (8.13-rasm).

Manfiy teskari aloqa – teskari aloqa turi bo`lib, sistemaga kirish signali birlamchi ta`sirini kamaytirishga olib keladigan chiqish signalining o`zgarishi.

Boshqa qilib aytganda, servoyuritmada real vaqt rejimida kirishda boshqaruv parametrlarini qabul qilib olib, “o`zining kuchi bilan” (datchiklari ko`rsatgichlariga asoslanib) ijrochi elementning kerakli chiqish parametrlarini ta`minlaydi. Uning tarkibida holat va tezlik datchiklari kiradi. Servodvigatelni boshqarish chastotani o`zgartiruvchi inventor yordamida amalga oshiriladi. Boshqa yuritmalardan farqi shundaki, uni tezlik, moment va holat bo`yicha boshqarib bo`ladi. Shuning uchun uni

pozitsiyalash, boshqarish masalalarida ishlatish mumkin. Bunday yuritmalar harakatning silliqqligini, vibratsiyaning va akustik shovqinning kamligini ta'minlaydi.

<http://www.servotechnica.ru/catalog/type/index.pl?id=104>



8.13-rasm. Har xil quvvatli servodvigatellar

Servodvigatellarning asosan quyidagi turlari ko'p ishlatiladi: asinxron, sinxron, o'zgarmas tokda ishlaydigan.

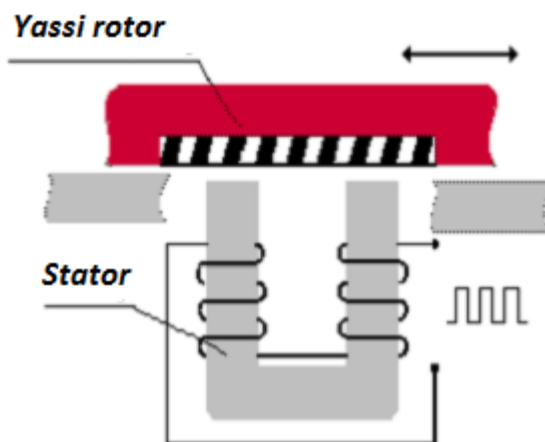
Asinxron servodvigatellar metallurgiyada, ekstruderlarda, plastmassalarni bosim ostida quyuvchi mashinalarda, oziq-ovqat sanoatida, ichimliklarni quyishda, avtomobilsozlikda va b. ishlatiladi.

Sinxron servodvigatellar dasturli boshqariladigan stanoklarning tez harakatchan sistemalarida ishlatiladi.

O'zgarmas tok servoyuritmalari juda kam ishlatiladi, chunki ularga doim texnik ko'rsatishni talab qiladi va avtomatizatsiyalash darajasi past.

Chiziqli elektrdvigatellar stator va rotorning bir-biriga nisbatan to'g'ri chiziqli harakatlantirish xususiyatiga ega. Standart elektrdvigatellarda rotor va stator xalqa shaklida bo'ladi, chiziqlisida esa – ular polosa shaklida ishlangan. Dvigatelning qo'zg'almas qismi – stator uzunligi cheklangan ochiq magnit o'tkazgich bo'lib, uning o'ramlariga navbatma-navbat tok beriladi va “yuradigan” magnit maydoni hosil qilinadi. Uning ustida ferromagnit plastinadan va ko'p fazali o'ramlardan tuzilgan

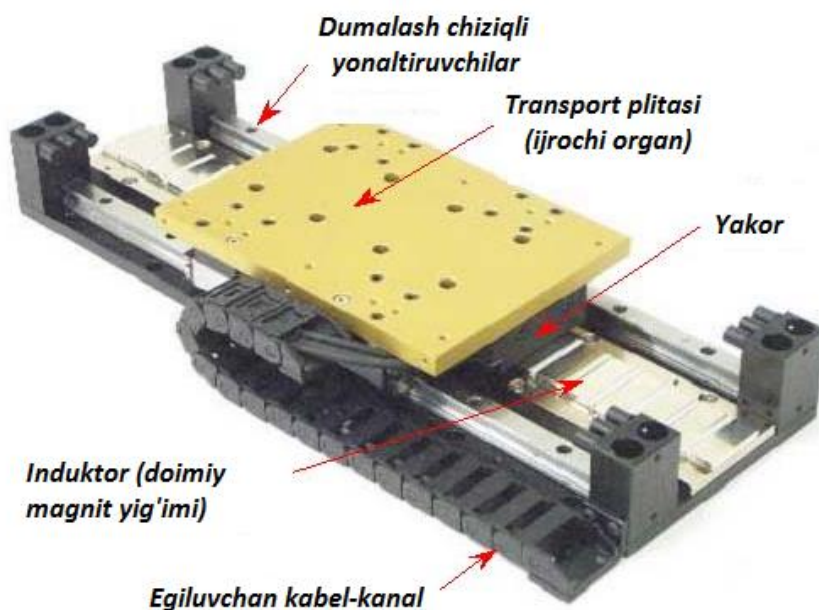
yassi rotor joylashgan. Rotor statordagi magnit oqimini yopadi va yo`naltiruvchi bo`yicha ilgarilanma harakat qiladi (8.14-rasm).



8.14-rasm. Chiziqli elektrdvigatelning ishlash sxemasi

Ana shunday dvigatel 8.15-rasmda ko`rsatilgan. Stator (induktor) doimiy magnitli polosa shaklida, rotor (yakor) shu korpusda ferromagnit plastinalar shaklida ishlangan. Rotor chiziqli yo`naltiruvchilar bo`yicha ilgarilanma-qaytarma harakatlanadigan transportlovchi plastinada (ijrochi organda) qotirilgan. Rasmda ijrochi organda o`rnatilgan harakat datchigi ko`rsatilmagan. Egiluvchan kabel-kanal orqali yakor o`ramlari va datchiklar uchun tok ta`minoti keltiriladi.

Bunday dvigatellarning ajraluvchan xususiyati - harakatchan qismi tezligini rostdashning soddaligidadir.



8.15-rasm. Ferromagnit yakorli chiziqli elektrdvigatel

2. Elektrdvigatel quvvatini hisoblash

Umumiy qoidalar. Dvigatelning quvvatini aniqlash yoki uni energetik hisoblash MM ni konstruksiyasini ishlash jarayonida muhim bo`lib hisoblanadi va bu ratsional ravishda dvigatelni tanlash, uni o`zgartirishga yo`naltiriladi, hamda chiqish zvenosining harakatining berilgan qonuniyatlariga rioya qilishga yordam beradi. Bunda, yuritma modulning energetik xususiyatlari, uning kinematik va dinamik xossalarini belgilaydi, lekin yuritma qimmat hamda energiya va material xarajatli hisoblanadi. Shuning uchun, MM ni loyilashtirishda uning xarakteristikalarini bilan narxi, quvvati va og`irligini minimallashtirishga erishish lozim.

MM ning energetik hisobini olib borish berilgan harakat rejimi va yuklama parametrlari to`g`risidagi ma`lumotlar asosida olib boriladi. Bu nuqtai nazardan muhandislik amaliyotida MMni hisoblashni ikkita asosiy varianti mavjud.

Birinchi variantda, mexatron tizimning bir qismi qilib maxsuslashtirilgan MM loyihalashtiriladi. Bunda konstruktor maxsus hisoblashlar asosida ob`ekt to`g`risida to`liq ma`lumotni oladi: uning vaqt ichidagi harakat qonuni, yuklama xarakteristikasi (uning tarkibiy qismlarini ham inobatga olib), ob`ektning massagabarit o`lchamlari,

ishlatish sharoiti va boshqalar. Ma'lumotlarning to'liqligi yuklama parametrlarni optimallashtirishga olib keladi.

Ikkinchi variant funktsional ravishda mustaqil bo'lgan **universal** MMni yaratishni nazarda tutadi, va bu o'z navbatida turli xil mexatronik tizimlar va konstruksiyalashda qo'llaniladi. Bunda konstruktor ob'ektning vaqt ichidagi yuklamasi va harakat qonuniyati to'g'risida to'liq ma'lumotga ega emas. Modulning chiqish zvenosi tipik chiqish harakati uchun chegaraviy yuklama, tezlik va harakat tezlanish qiymatlari asosida energetik hisoblash ishlari olib boriladi.

Universal MM uchun energetik hisoblash ishlarini qo'yida o'rganamiz.

Unchalik katta bo'lmagan dinamik yuklamadaishlaydigan universal mexatron modul uchun energetik hisoblash. MMga ta'sir etuvchi inertsia kuchlari unga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlardan ancha kichik holat uchun universal MMni hisoblashni ko'ramiz. Bunda asosiy dastlabki ma'lumotlar bo'lib quyidagilar olinadi:

- mexatron modulning strukturali sxemasi;
- ta'sir etuvchi tashqi yuklama (kuch F_N yoki aylantiruvchi moment T_N);
- chiqish zvenosining talab qilingan tezligi (chiziqli v_{ch} yoki burchak ω_{ch}).

Ilgarilanma harakat qiluvchi MM uchun dvigatel quvvati, P , quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$P = F_N v_{ch} K_{din}/\eta, \quad (8.1)$$

bu yerda, F_N — chiqish zvenosidagi qarshilik yuklamasi, N; v_{ch} — chiqish zvenosining chiziqli tezligi, m/s; η — harakat o'zgartiruvchining F.I.K.,; $K_{din}=1,1...1,3$ — ishga tushirish jarayonidani dinamik yuklamalarning ta'sirini etiborga oluvchi zahira koeffitsienti.

Chiqish zvenosi aylanma harakat qiladigan MM uchun dvigatel quvvati, P , quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$P = T_N \omega_{ch} K_{din}/\eta, \quad (8.2)$$

bu yerda, T_N — chiqish zvenosidagi qarshilik momenti, N·m; ω_{ch} — chiqish zvenosining burchak tezligi, s^{-1} .

Bir xil quvvatga ega bo'lgan dvigatellar turli nominal aylantiruvchi momentlarga T_{nom} egaligini nazarga olib, dvigatelning zarur bo'lgan momentini aniqlash kerak (N·m):

$$T_{dv} = T_{nom}/(u \cdot \eta), \quad (8.3)$$

bu yerda u – yuritma harakatni uzatish mexanizmining uzatishlar soni.

Dvigatelning oxirgi tipi katalog orqali tanlab olinadi va quyidagi shartlarga rioya qilinadi:

$$P_{dv} \geq P \quad (8.4)$$

$$T_{nom} \geq T_{dv} \quad (8.5)$$

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. MT larda qo'llaniladigan yuritmalar.
2. Elektrik yuritmaning afzalliklari.
3. O'zgarmas tok elektrdvigatellari asosan qaysi jihozlarda ishlatiladi?
4. Qadamli elektrdvigatellarning mohiyatini tushuntiring.
5. Elektrdvigatel quvvati qanday hisoblanadi?

Ma`ruza №9

Mexatronika gidravlik va pnevmatik yuritmalari

Reja:

1. Mexatronika gidravlik yuritmalari.
2. Mexatronika pnevmatik yuritmalari.

Asosiy kalit so`z va iboralar:

Gidroyuritma; gidrotsilindr; gidromotor; gidrodvigatel; pnevmoyuritma; porshenli pnevmatik yuritmalar; pnevmomotor; pnevmodvigatel

1. Mexatronika gidravlik yuritmalari

Gidroyuritma – bu gidravlik energiya yordamida mashina va mexanizmlarni harakatga keltiruvchi qurilmalar majmuasidir.

Gidroyuritmaga yuritma dvigateli va mashina yoki mexanizm orasidagi qurilma deb qarash mumkin. U mexanik uzatmalar (reduktor, tasmali uzatma, krivoship-shatun mexanizmi va h.k.) funksiyasini bajaradi.

Gidroyuritmaning asosiy elementlari bu nasos va gidrodvigatel. Nasos gidravlik energiya manbai hisoblanadi, gidrodvigatel esa iste'molchi bo'lib, gidravlik energiyani mexanik energiyaga aylantiradi. Gidroyuritmalarda ijrochi organ harakati suyuqlik (odatda mineral moy) harakati yordamida amalga oshiriladi. Yana gidroyuritma tarkibiga gidroakkumulyator, bosim va sarfni rostlovchilar, boshqarish signallari quvvatini gidravlik kuchaytiruvchilar kirishi mumkin.

Gidrodvigatel chiquvchi zvenolari harakatini rostlovchi qurilmalar – drossel, gidrorasprelitel va b.lar yordamida yoki gidrodvigatelning parametrlarini o'zgartirib boshqarish mumkin.

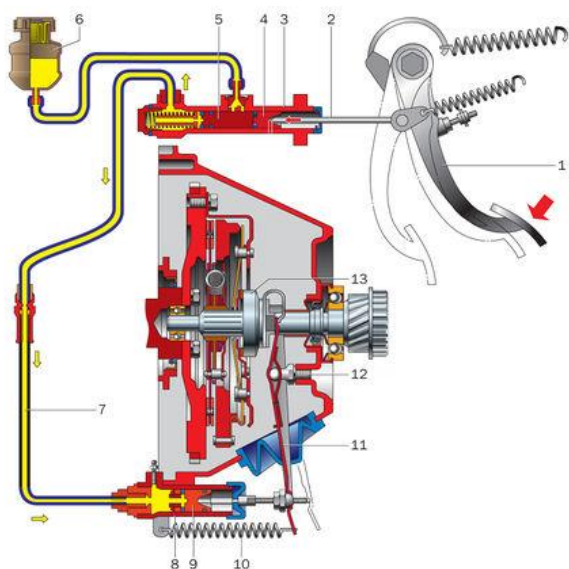
Avtomobil muftasi gidravlik yuritmasi suyuqlikning qisilmaslik xossasiga tayanadi. Ishchi suyuqlik sifatida tormoz tizimidagi suyuqlik ishlatiladi (9.1-rasm). Yuritma bir-biri bilan quvvur orqali bog'langan asosiy va ishchi silindrlarga ega. Ishchi silindrdagi plunjer itaruvchi orqali bosuvchi podshipnik bilan bog'langan muftani ochish vilkasiga ta'sir o'tkazadi.

Ikkita guruh gidroyuritmalar bo'ladi: gidrodinamik va hajmli.

Birinchisida harakatlanayotgan suyuqlikning kinetik energiyasidan foydalaniladi va uning harakat tezligi hosil qilinayotgan quvvatga to'g'ri proporsional. Ikkinchisida bosim kuchi kerak, ishchi suyuqlikning harakat tezligi unchalik katta emas.

Hajmli gidroyuritmalar gidrodinamikka nisbatan kompaktli va yengil bo'lganligi va katta kuch hosil qila olishi uchun ular ko'p tarqalgan. Uning ishlashi birinchi va ikkinchi porshenlar maydoni va hajmlarining farqiga asoslangan gidravlik richag printsipligiga asoslangan (9.2-rasm). Qancha birinchi porshen kichik va ikkinchi porshen

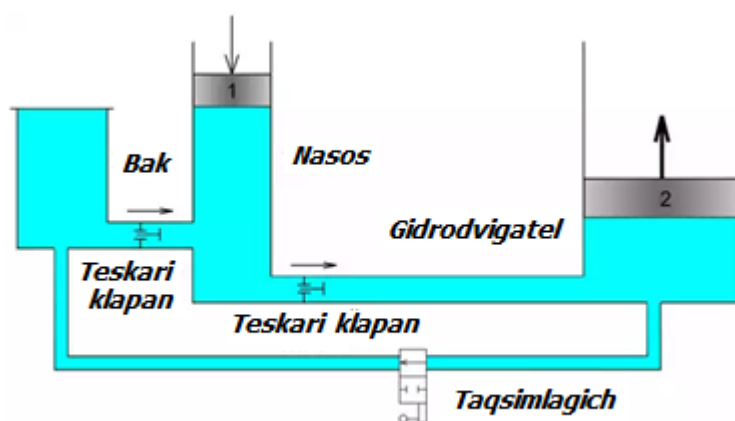
katta bo'lsa, shuncha kichik kuch ishlatib chiqish joyida katta kuch hosil qilish mumkin.



9.1-rasm. Avtomobil muftasi gidravlik yuritmasi sxemasi:

- 1 — pedal;
- 2 — itaruvchi;
- 3 — bosh silindr;
- 4 — itaruvchi porsheni;
- 5 — bosh silindr porsheni ;
- 6 — sig'imcha;
- 7 — quvur;
- 8 — ishchi silindr;
- 9 — porsheni;
- 10 — prujina;
- 11 — vilka;
- 12 — vilka tayznchi;
- 13 — bosuvchi podshipnik

Birinchi porshen – bu bosim beruvchi nasos, ikkinchisi – harakatni amalga oshiradigan gidrodvigatel. Aylanma harakatlanayotgan ishchi suyuqlik oqimi har xil yo'nalishga ega, oqimlar teskari klapan va gidrotarqatuvchilar yordamida ajratib yo'naltiriladi. Shuning evaziga gidroyuritmalar katta F.I.K.ka va kichik inertsiyaga ega hamda harakat yo'nalishini oson o'zgartirib bo'ladi.



9.2-rasm. Gidroyuritmaning ish printsipi sxemasi

Chiqish zvenosining harakat turiga qarab gidroyuritmalar quyidagilarga bo`linadi:

- gidrotsilindrlar (ilgarilanma-qaytarma harakat);
- gidromotorlar(aylanma harakat) ;
- gidrodvigatellar (zvenoni ma`lum burchakka aylantirish).

Afzillaklari:

1. Kompakt o`lchamlarga ega bo`lishiga qaramay katta quvvatlarni hosil qilish. Gidroyuritma o`lchami teng bo`lgan pnevnoyuritmaga nisbatan 25 marta ko`p quvvat hosil qiladi. Shuning uchun 500-1000 Vt va undan katta quvvatlarda samarador massagabarit xususiyatlarga ega;

2. Gidroyuritma va nasos stantsiyasi orasi katta bo`lishi mumkin (maksimal masofa 250-300 m);

3. Katta kuch hosil qilishda juda kam vaqt ketadi;

4. Silliqlik rostlash imkoniyati;

5. Katta ishlatish temperaturasi -50 dan +100°C gacha. Lekin shuni narsani esda tutish kerakki, kichik temperaturalarda moyning qovushqoqligi oshadi, bu moy harakatini qiyinlashtiradi va sekinlashtiradi, katta temperaturalarda esa – moy qovushqoqligi kamayib, tirqishlardan oqib ketishi mumkin.

6. Katta F.I.K.ka ega, lekin elektrmexanik yuritmaga nisbatan past.

Gidroyuritmalar elektr yoki pnevmatik yuritmalarga nisbatan murakkab va qimmatdir. Lekin 500-1000 Vt va undan katta quvvatlarda yaxshi massagabarit xususiyatlariga ega bo`lganligi va ularni boshqarish oson bo`lganligi uchun asosan og`ir va o`rta og`ir MT yuritmalari bo`lib xizmat qiladi.

Kamchiliklari:

1. Katta bosim va temperaturalarda ishchi suyuqlikning tirqishlardan chiqib ketishi oshadi;

2. Yuritmaning narxi yuqori va unga xizmat ko`rsatish ham qimmatroq;

3. Ishlashi uchun nasos kerak.

4. Chiqish zvenosi harakatlanganda ham, harakat to`xtaganda ham energiya talab qilinadi;

5. Ishining aniqligini kuzatish qiyin, buning uchun qo`shimcha qurilma kerak.

Gidrotsilindr – hajmiy gidroyuritma toifasiga kirib, suyuqlik oqimi gidravlik energiyasini mexanik energiyasiga o'zgartiradi va chiqish zvenosini (shtok, plunjer, porshen) ilgarilanma-qaytarma harakatga keltiradi.

Shtok holati bo'yicha:

- Ikki pozitsiyali;
- Ko'p pozitsiyaliga bo'linadi.

Ishchi suyuqlik ta'sir yo'nalishi bo'yicha:

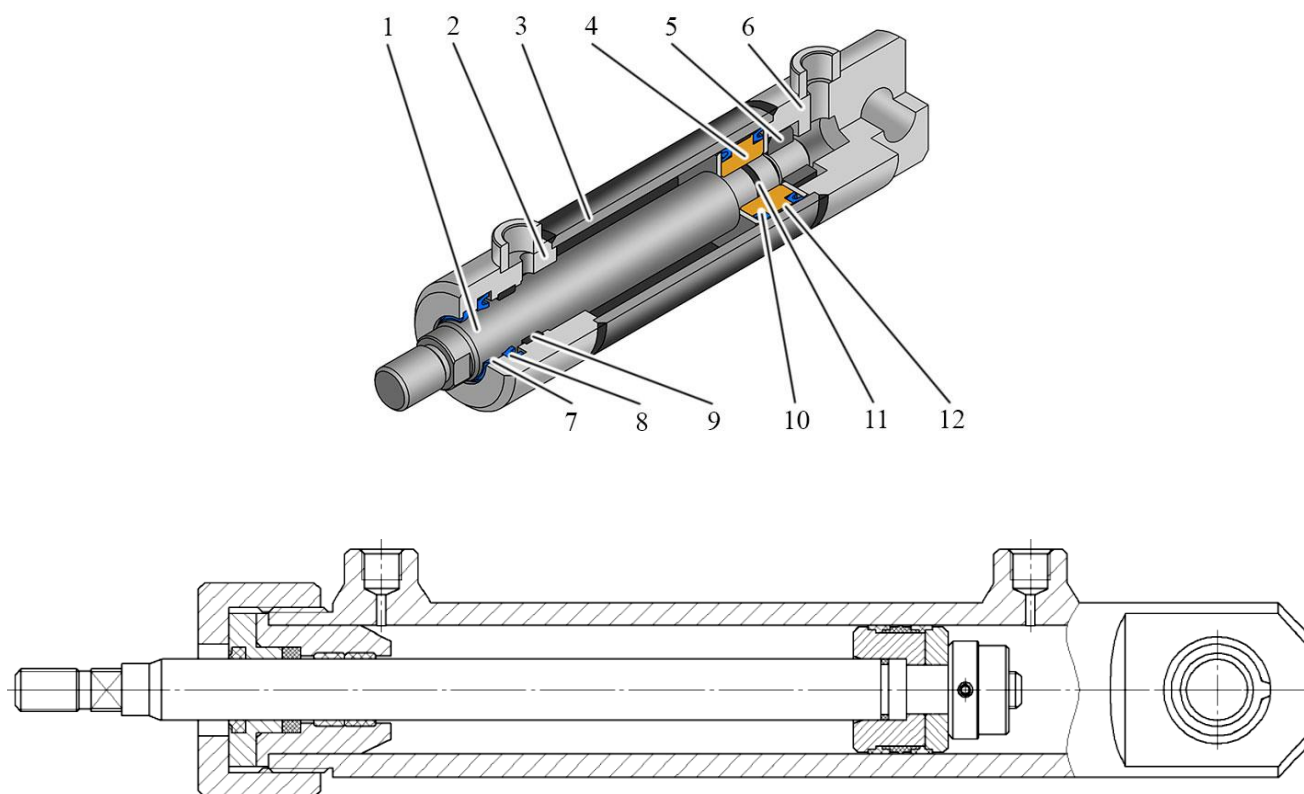
- bir tomonlama harakatlanadigan;
- ikki tomonlama harakatlanadigan.

Ishchi zvenosi turi bo'yicha:

- membranali;
- silfonli;
- porshenli (plunjerli);
- bir tomonlama shtokli;
- ikki tomonlama shtokli.

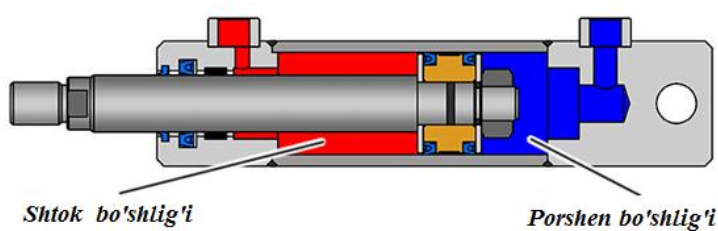
Bir tomonlama shtokli gidrotsilindr. Uning konstruksiyasi 9.3- rasmda ko'rsatilgan.

Ishchi kameralarning germetikligi porshen manjetli zichlagichlar yordamida amalga oshiriladi. Bunda suyuqlik shtok bo'shlig'idan porshen bo'shlig'iga o'tishiga yo'l qo'yilmaydi (9.4-rasm). Gidrotsilindr qopqog'ida o'rnatilgan manjet shtokning zichlanishini bajaradi. Chiqindi tozalovchi tsilindr bo'shlig'iga har xil chiqindi zarrachalarni kirishining oldini oladi.

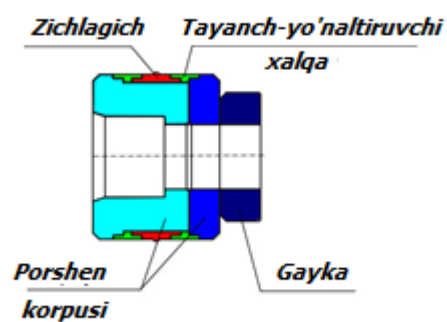


9.3-rasm. Bir tomonlama shtokli gidrotsilindr

1-shtok; 2-oldingi qopqoq; 3-gilza; 4-porshen'; 5-gayka; 6-orqadagi qopqoq; 7-chiqindini tozalovchi; 8-shtok manjeti; 9-shtokni yo`naltiruvchi xalqa; 10-porshen manjeti; 11-rezina xalqa; 12-porshenni yo`naltiruvchi xalqa.

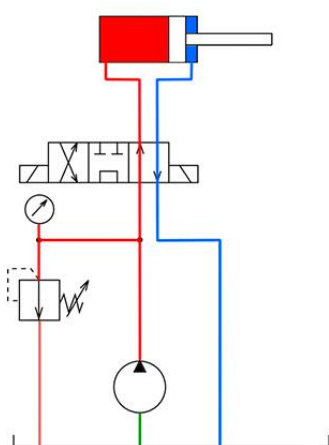


9.4-rasm. Gidrotsilindrning shtok va porshen bo`shlig'i.



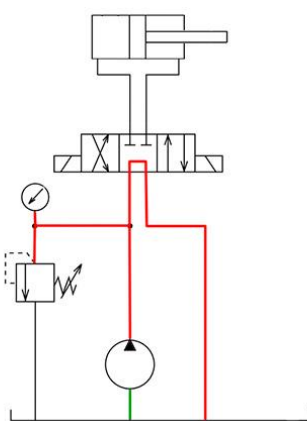
9.5-rasm. Porshenning tuzilishi

Suyuqlik porshen bo'shlig'iga kirganda gidrotsilindr shtoki chiqariladi (9.6-rasm, a), suyuqlik shtok bo'shlig'iga kirganda shtok kiritiladi (9.6-rasm, c).



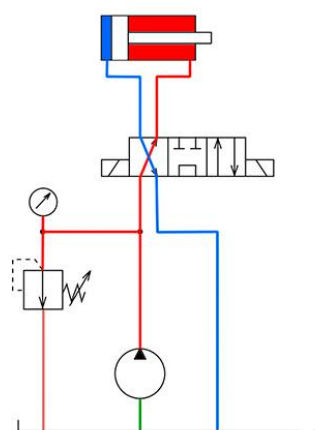
a

Shtok chiqarilgan



b

Neytral holat

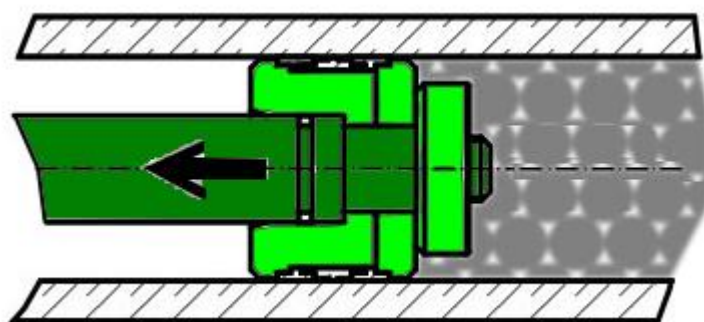


c

Shtok kiritilgan

9.6-rasm

Gidravlik silindrdagi porshenning ishlash printsipti. Gidrotsilindr bo`shlig'iga kelgan suyuqlik porshen yuzasiga ta`sir qiladi. Porshen va gilza, porshen va shtok orasidagi chirqishlardan suyuqlik oqib o`tnasligini zichlagichlar ta`minlaydi. Porshen suyuqlik energiyasi ta`sirida gilza ichki yuzasi bo`ylab harakatlanadi, shunday qilib, gidravlik energiya mexanikka aylanadi. Porshen gidrotsilindrni 2 qismga: shtok va porshen bo`lig'iga bo`ladi (9.7-rasm).



9.7-rasm. Gidrotsilindr porsheni

Gidrotsilindrlarni hisoblash. Suyuqlik tomonidan porshen bo`lig'ida porshenga ta`sir qilganda paydo bo`ladigan kuch  $F$  suyuqlikning bosimi  $p$  ga va porshenning diametri  $D$  ga proportsional bo`ladi:

$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Bunda porshenning shtok bilan harakat tezligi V suyuqlik oqimi sarfi Q va porshen diametriga bog'liq:

$$V = Q \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

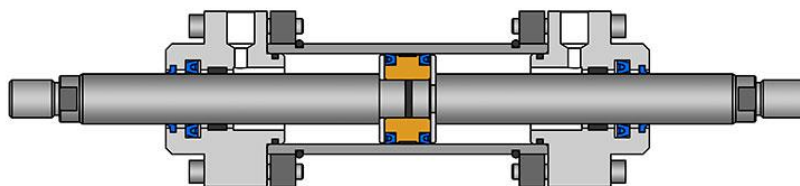
Suyuqliq gidrotsilindrning shtok bo'shlig'ida berilganda bosim porshen D va shtokning d tashqi diametrlari orasidagi xalqali yuzaga ta'sir qiladi. Bunda hosil qilinadigan kuch quyidagicha hisoblanadi:

$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

Bunda porshenning harakat tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$V = Q \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

Ikki shtokli gidrotsilindr. Bir shtokli gidrotsilindrda to'g'ri va teskari harakatlanishda hosil qilinadigan kuch va tezliklar har xil bo'ladi. Agar chiqish zvenosining kuchi va tezligini bir xilligini ta'minlash uchun ikki shtokli gidrotsilindr ishlatiladi. Bunda bitta porshen ikkita shtok bilan bog'langan (9.8-rasm).



9.8-rasm. Ikki shtokli gidrotsilindr

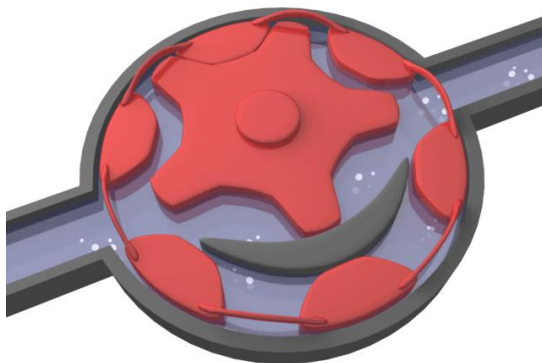
Gidromotor – chiqish zvenosiga cheklanmagan aylanma harakat berish uchun xizmat qiladi.

Hamma hajmli gidromashinalar kabi nasos rejimida ham, gidromotor rejimida ishlay oladi. Agar gidromashina valiga aylantiruvchi moment berilsa u nasos rejimida

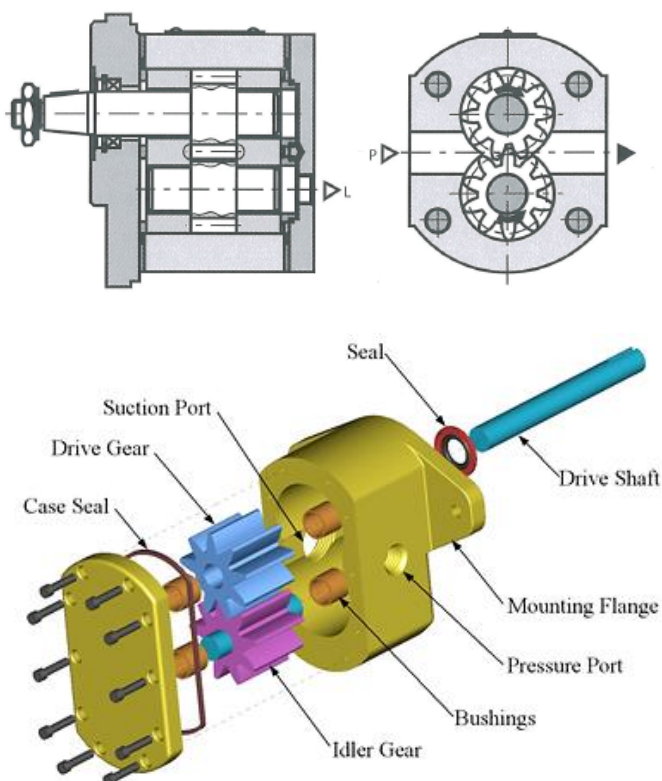
ishlaydi. Agar gidromashina kirish qismiga bosim ostida suyuqlik berilsa valdan aylantiruvchi moment olinadi va u gidromotor rejimida ishlaydi.

Eng ko`p tarqalgan gilromotorlar: shesteryonkali, plastinkachali, aksional-plunjerli va radial-plunjerli.

Shesteryonkali gidromotor – hajmli gidravlik mashinaning bir turidir.



9.9-rasm. Bir shesteryonkali gidromotor



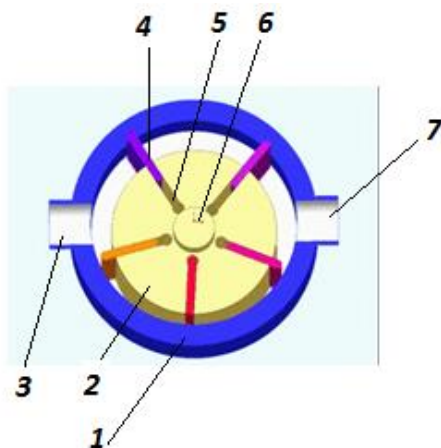
9.10-rasm. Ikki shesteryonkali gidromotor

Drive Gear — yetaklovchi shesternya; *Idler Gear* — yetaklanuvchi shesternya; *Seal* — zichlagich; *Drive Shaft*- yetaklovchi val; *Pressure Port* — katta bosim kiruvchi teshik; *Suction Port* — past bosim quvuri bilan bog`langan so`ruvchi teshik; *Mounting flange* – mahkamlaydigan flanets; *Bushings* – vtulklar; *Case seal*- zichlagich korpusi.

Uning ishlash printsipti quyidagicha: gidromotorning kirish patrubkasiga ishchi suyuqlik bosim ostida beriladi. Suyuqlik plastinalarga ta'sir qiladi, plastinalar rotorga mahkamlangan bo'lgani sabab rotorni va u yordamida ishchi valni aylanma harakatlashga majbur qiladi hamda chiqish patrubkasidan chiqib ketadi.

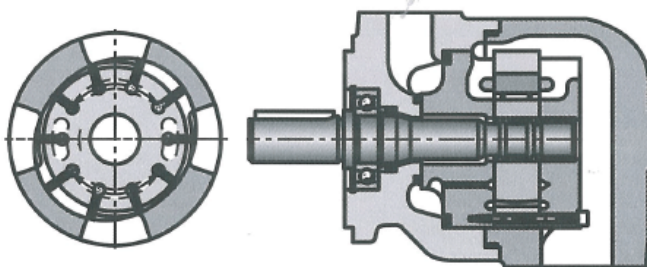
Plastinali gidromashinalar 14 MPa bosimgacha ishlay oladi, tavsiya qilinadigan aylanish chastotasi 1000-1500 ayl/min.

Plastinkali (shiberli) gidromotor- hajmli rotorli gidromashina bo'lib, suyuqlikni haydash uchun ikki yoki undan ko'p plastina (shiber) ishlatiladi (9.10-rasm).



9.10-rasm. Plastinkali (shiberli) gidromotor sxemasi

1-korpus; 2-rotor; 3-bosim ostida suyuqlik kirish patrubkasi; 4-plastinkalar; 5-prujinalar; 6-val; 7-suyuqlikning chiqish patrubkasi

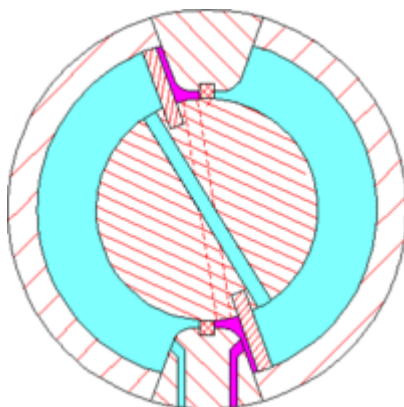


9.11-rasm. Plastinali gidromashina

**Zvenoni ma`lum burchakka aylantiruvchi gidrodvigatellar** – gidravlik energiyani mexanik energiyaga o`zgartiruvchi va ishchi organga burchagi 360^0 dan kam bo`lgan aylanma-qaytarma harakatga keltiradigan gidravlik mashinalar.

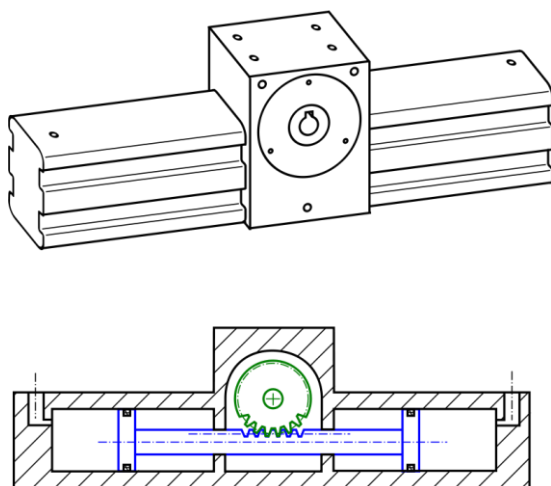
Qancha plastinalar soni ko`p bo`lsa shuncha valda aylanuvchi moment katta bo`ladi, lekin shuncha gidrodvigatelning aylanish burchagi va valning aylanma tezligi kichik bo`ladi.

Bir plastinali gidromotorning aylanish burchagi 270^0 , ikki plastinali uchun – 150^0 , uch plastinali uchun – 70^0 gacha.



9.12-rasm. Ikki plastinali aylanuvchi gidrodvigatel

Pushti rangda katta bosim bo`shlig'i, firuza rangda past bosim bo`shlig'i ko`rsatilgan.



9.13-rasm. Reyka-tishli uzatmali gidrodvigatel

2. Mexatronik pnevmatik yuritmalar

Pnevmoyuritma (yunon. *pnéuma*— havo, havo yurishi) - bu qisilgan havo energiyasini mexanik ishga o`zgartiruvchi va mashina va mexanizmlarni harakatga keltiruvchi qurilmalar majmuasidir.

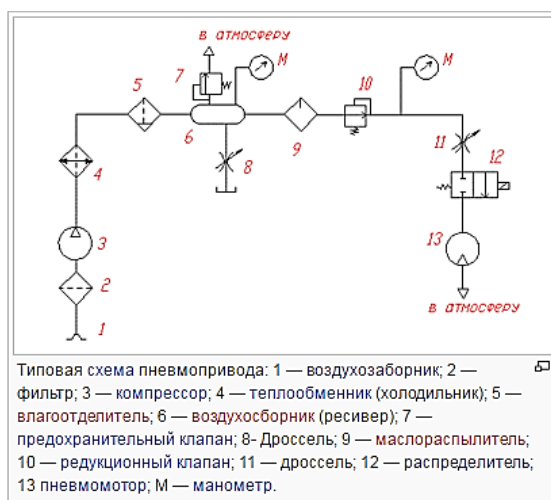
Pnevmoyuritmaning asosiy vazifalariga, mexanik uzatmalarday, yuritma dvigatelining mexanik xarakteristikalarini ishchi organ harakatiga kerak bo`lgan parametrlarga aylantirish, va bundan tashqari, ijrochi mexanizmlarni boshqarish, o`ta yuklamadan himoyalash kiradi. Uning asosiy elementlari bo`lib kompressor (pnematik energiya generatori) va pnevmodvigatel xizmat qiladi.

Ularni MTlarda qo`llashga asosiy sabablar: arzonligi, soddaligi va ishonchliligidir. Lekin ularni boshqarish murakkab, shuning uchun pnevmoyuritmalarni davriy boshqariladigan tizimlarda ishlatiladi. Ular asosan 10 kg gacha yuk ko`taruvchi robotlarda qo`llaniladi.

Umumiy jihatdan pnevmoyuritmada energiya uzatilishi quyidagicha bo`ladi:

1. Kompressordan energiya ishchi gazga energiya etkazadi (gazga bosim berilib qisiladi);
2. Gaz pnevmoquvurlar orqali rostlovchi apparaturadan o`tib pnevmodvigatelga keladi va bu yerda siqilgan havo energiyasi mexanik energiyaga aylantiriladi.

pnevmoyuritma sxemasi



Manba: wikipedia.org

Pnevmoyuritmalar gidroyuritmalarga o`xshab ishchi organi harakatiga qarab 3 turga bo`linadi:

- 1) pnevmotsilindrlar (ilgarilanma-qaytarma harakat) (9.14-rasm);
- 2) pnevmomotorlar (aylanma harakat) (9.15-rasm);
- 3) pnevmodvigatellar (zvenoni ma`lum burchakka aylantirish) (9.16-rasm).

Ular konstruktsiyasiga asosan porshenli, memyuranali va silfonlilarga bo`linadi. Ular ichida porshenlilari ko`p tarqalgan – pnevmotsilindrlar.

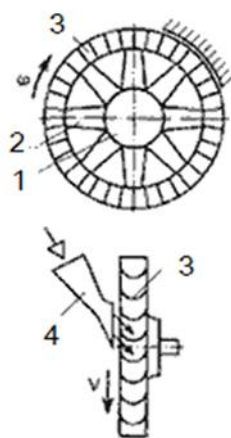
Ishchi organining harakat turiga asosan – aylanuvchi va ilgarilanma harakatlanuvchilarga bo`linadi. Ikkinchisi ko`proq tarqalgan.

Ishlash aniqligiga qarab ikki pozitsiyali va ko`p pozitsiyalilarga bo`linadi. Oxirgi konstruktsiyalarga pozitsionerlar ishlatiladi.

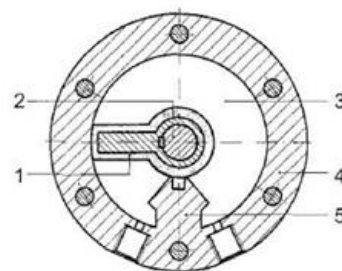
Porshenli pnevmatik yuritmalar. Ular katta diapazonda asosiy parametrlarga ega: porshen diametri: 2,5 - 320,0 mm; ishchi yurish o`lchami: 1 - 2000 mm; hosil qiladigan kuchi: 2 - 50 000 N; chiqish zvenosining harakat tezligi: 0,02 - 1,50 m/s.



9.14-rasm. 3D-formatdagi pnevmatik porshenli silindr qirgimi



9.15-rasm. Dinamik pnevmomotor sxemasi
1- stupitsa; 2- kurak; 3- pnevmomotor kuraklari bo`lgan aylana; 4- soplo

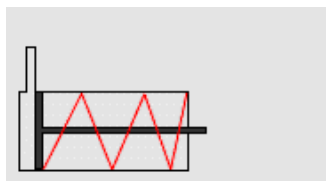


9.16-rasm. Plastinali aylantiruvchi pnevmodvigatel
1-plastina; 2-chiqish vali; 3-silindrik ichki yuza; 4-korpus; 5-cheklovki

Funksional imkoniyatlariga asosan ular bir tomonlama amal qiladigan va ikki tomonlama harakat qiladigan pnevmotsilindrlarga bo`linadi:

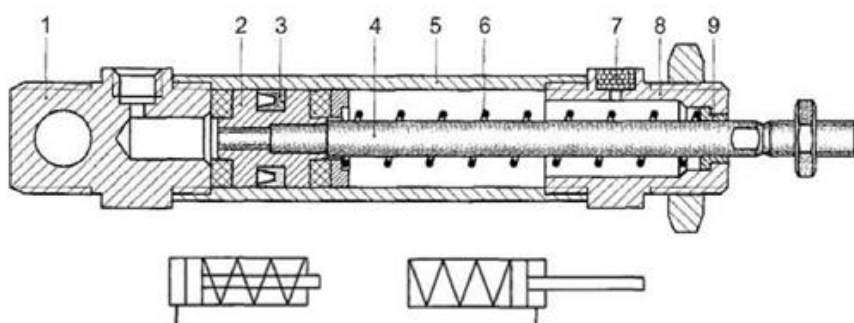
Bir tomonlama amal qiladigan pnevmotsilindrlarda qisilgan havo ishchi

organning bir tomonlama harakatlanishi uchun beriladi, teskari harakat tsilindr ichida o`rnatilgan va porshenga mahkamlangan prujina bikrligi hisobidan amalga oshiriladi.



9.17-rasm. Bir tomonlama amal qiluvchi pnevmotsilindr sxemasi (qizil rang bilan prujina ko`rsatilgan)

Bunday pnevmotsilindrlar (9.18-rasm) asosan himoyalash armaturalarida (yopuvchi klapanlarda) va vitalkivatellarda, qisish qurilmalarida (зажимные устройства) ishlatiladi.



9.18-rasm. Bir tomonlama amal qiluvchi pnevmoyuritma

Silindrik korpus 5 ikki tomondan qopqoqlar 1 va 8 bilan yopilgan. Orqa qopqoq 1 da havo beruvchi teshik, oldingi qopqoq 8 da filtrelement 7 o`rnatilgan dekompressiyalash teshik joylashgan. Porshen 2 korpus bo`shlig'ini ikki qismga bo`ladi: shtok va porshen qismlariga. Shtok 4 porshen bilan mahkam bog`langan. Bo`shliqlar zichlagich (manjet) 3 bilan zichlangan. Oldingi qopqoq 8 da tashqi ob`ektga kuchni yetkazayotgan shtok uchun sirpanish tayanchi bo`lib xizmat qiladigan vtulka 9 joylashgan. Qaytaruvchi prujina 6 porshenga mahkamlangan bo`lib, shtok sirti bo`ylab o`ralgan.

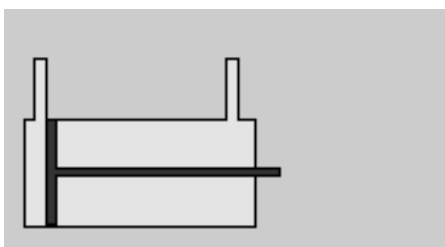
Pnevmotsilindrning ishchi yurishi porshen bo`shlig'iga qisilgan havo berilganda

amalga oshiriladi; porshenning teskari harakati qisilgan prujining bikrligi hisobiga bajariladi.

Ikki tomonlama amal qiluvchi pnevmotsilindrlarda foydali ish porshenning ham to`g`ri ham teskari yurishida amalga oshiriladi.

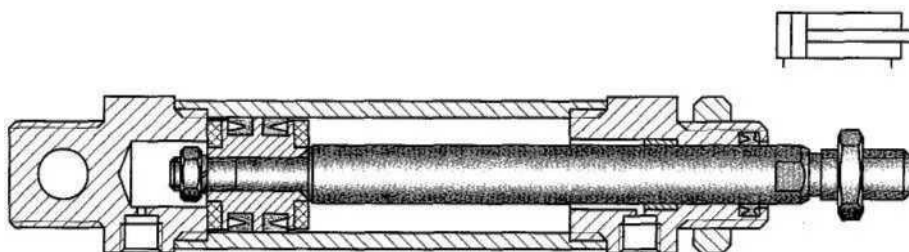
Bunday pnevmoyuritmalar ikki tomonlama chiziqli harakatlanishda kuch ishlatish kerak bo`lgan holatlarda qo`llaniladi, masalan, jihozlarning ishchi organlarini harakatlantirish, ko`tarish va tushirish hamda boshqa ishlab chiqarish texnologik operatsiyalarida qo`llaniladi.

Bunday pnevmotsilindrlarning yuqorida ko`rib chiqqanimizdan farqi shundaki, porshenning to`g`ri va teskari harakati silindr korpusining ikkita qismiga: porshen va shtok bo`shlig`ida navbatma-navbat qisilgan havo berish yo`li bilan amalga oshiriladi (9.19-rasm).



9.19-rasm. Ikki tomonlama amal qiluvchi pnevmotsilindr sxemasi

Bu yerda shtokning ikki tomonga harakati ham yuklama ostida bajariladi. Shtokning teskari harakatida ham u ortiqcha bosim ta`sirida bo`ladi, bu shtok bo`shlig`ida ham zichlagichlar ishlatishni talab etadi.

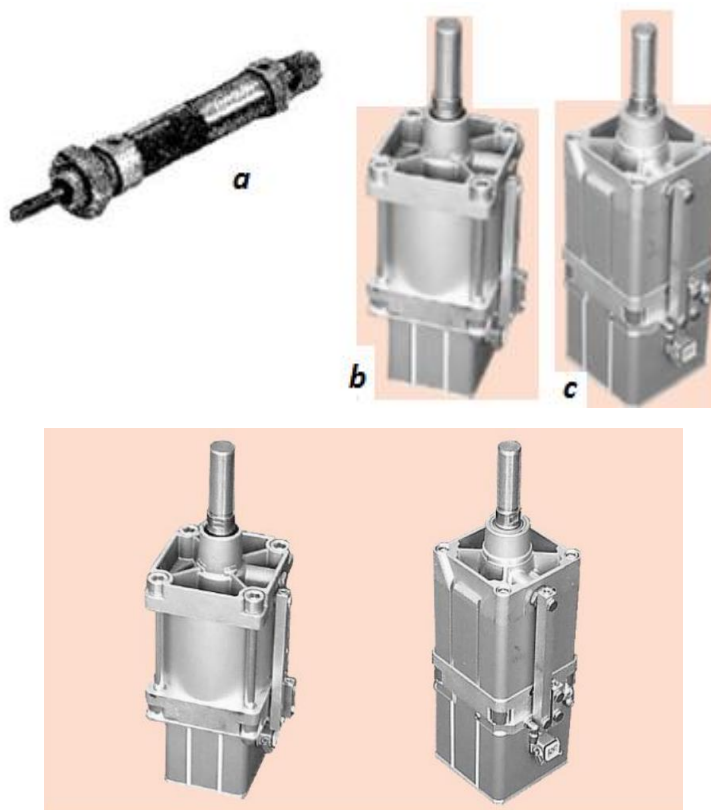


9.20-rasm. Ikki tomonlama amal qiluvchi pnevmotsilindr

Pnevmotsilindrlarning konstruktiv bajarilishi ularning tipo`lchamlari va qo`llash maqsadiga qarab har xil bo`ladi. Porshen diametri 25 mm gacha (bazida 63

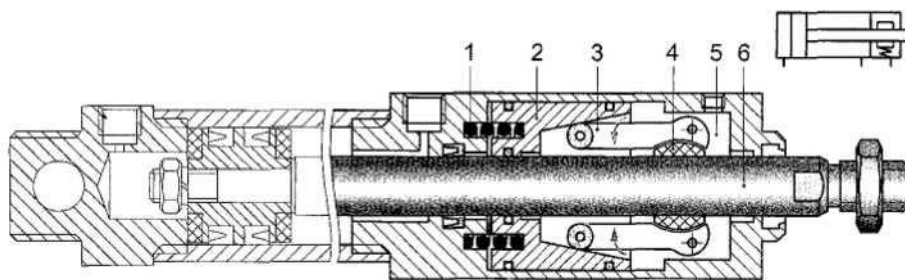
mm gacha) bo'lgan pnevmotsilindlar gilzalari qopqoqlariga zavaltsovkalangan bo'ladi (9.21-rasm, a). Bunday mahkamlashning kamchiligi – pnevmotsilindrlarni ta'minlash mumkin emasligi. Porshen diametri 32 mm dan katta bo'lsa asosiy mahkamlash usuli bu qopqoqlar va gilzani shpilkalar bilan mahkamlashdir (9.21-rasm, b). Yana bir usul qopqoqlarni gilzaga o'rnatilgan boltlar yordamida mahkamlashdir (9.22-rasm, c).

Ko'p pozitsiyali pnevmotsilindrlar. Yuqorida ko'rib chiqqan pnevmotsilindrlar shtokning 2 ta pozitsiyasini ta'minlay oladi: shtok korpusdan chiqqan, shtok korpus ichida. Agar shtokni har xil pozitsiyalarida to'xtatish kerak bo'lsa har xil pnevmatik mexanizmlar ishlatiladi. Ularning tuzilish strukturasi, pozitsiyalash aniqligi har xil bo'ladi.



9.21-rasm. Pnevmtsindrlar qopqoqlarini mahkamlash usullari

Shtokni fiksatsiyalash pnevmotsindrlarini ko'rib chiqamiz.



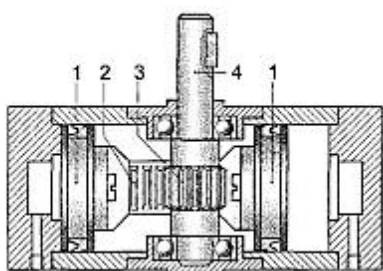
9.22-rasm. Shtokni fiksatsiyalash pnevmotsilindri

9.22-rasmda shtok 6 korpus ichida oʻrnatilgan prujina 1 taʼsirida harakatlanadigan tormoz bashmaki 4 yordamida toʻxtatiladi. Boʻshligʻ 5 ga qisilgan havo berilganda porshen 2 prujina 1 ni qisadi va shtokni toʻxtatib turgan tormoz bashmagi 4 ni bosib oʻtirgan konstruktsiya 3 elementlarini ochadi va fiksator shtok 6ni blokirovkadan chiqaradi.

Aylantiruvchi pnevmodvigatellar. Texnologik jihozlarda chiqish zvenolarini 0 dan 360°gacha burchakka aylanishi talab etiladi. Buni amalga oshirish uchun shiberli-plastinali pnevmodvigatellar ishlatiladi.



9.23-rasm. Reykali-tishli uzatmali aylanuvchi ikki tomonlama amal qiluvchi pnevmoyuritma sxemasi



9.24-rasm. Reykali-tishli uzatmali aylanuvchi pnevmoyuritmalar

Reykali-tishli uzatmali aylanuvchi pnevmoyuritma (9.24-rasm) “Shesternya-reyka” uzatmasi bazasida ishlab chiqilgan. Shesternya 3 chiquvchi val 4 da oʻrnatiladi.

Shesternya shtok-reyka 2 bilan ilashadi. Shtok-reyka ikki tarafidan ikkita bir tomonlama amal qiluvchi pnevmotsilindr porshenlari 1 bilan mahkam bog'langan.

Qisilgan havo pnevmotsilindlar bittasining ishchi bo'shlig'iga berilganda porshen shtok-reyka bilan birga to'g'ri chiziqli harakat qiladi. Bu harakat reyka-sherterniyali uzatma yordamida valning aylanma harakatiga aylanadi (valning bitta aylanishi chegarasida). Val esa kerakli burchakka aylanuvchi tashqi ob'ekt (m.: sanoat robotining ishchi qurilmasi) bilan bog'langan. Ikkinchi pnevmotsilindir bo'shlig'iga qisilgan havo berilganda teskari harakat bajariladi.

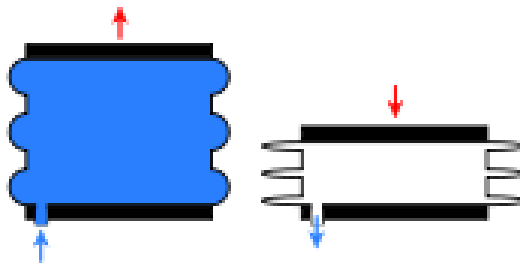
Bunday pnevmodvigatellar hosil qiladigan aylantiruvchi moment odatda 150 N·m ni tashkil qiladi (porshen diametri 100 mm da).



9.25-rasm. Plastinali (shiberli) aylanuvchi pnevmodvigatel.

Plastinali (shiberli) aylanuvchi pnevmodvigatel (9.25-rasm) shunday yasalganki, korpus ichiga yuborilgan qisilgan havo plastina (shiber) 1 ga ta'sirlashadi. Plastina tsilindr shakldagi korpus 4 o'rtasida joylashgan chiquvchi val 2 bilan mahkam bog'langan. Havo bo'shliq 3 ning plastina ajratib boradigan bir qismidan ikkinchisiga sizib o'tib ketmasligi uchun plastina rezinali yoki plastmassali qobiq bilan yasalgan. Platinaning aylanish burchagi chegaralovchi 5 ning o'lchamlariga bog'liq bo'lib, standart konstruksiyalarda 90, 180 va 270° larda bo'ladi. Boshqa burchaklarga aylantirish uchun tashqi qurilmalar o'rnatiladi. Bunday pnevmodvigatellarning aylantiruvchi momenti 250 N·m ni tashkil qiladi.

Silfonli pnevmatik yuritmalar ish printsipli silfonni bosim ostida o'z uzunligini o'zgartirish xususiyatiga asoslangan.



9.26-rasm.

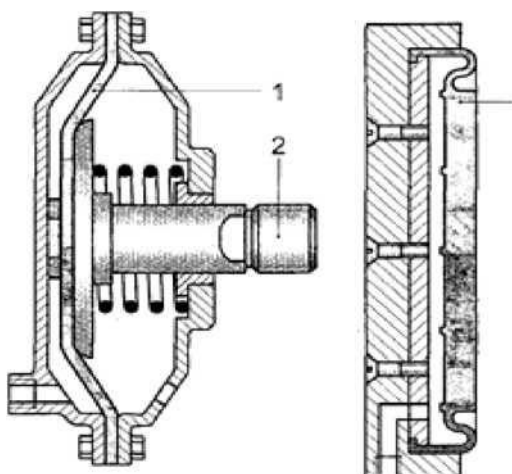
Silfonlarning kichik o'lchamlari va hosil qiladigan kuchining kichikligi ularni kichik o'lchamli armaturalar ishini boshqarishda (m.: armaturani boshqaruvchi har xil relelarda, pozitsionerlarda) ishlatiladi. Agar silfon bosim qiymati oshishi bilan silfon uzunligi oshishi kerak bo'lsa, uning ichiga bosim beriladi, agar bosim oshishi bilan uning o'lchami kichraysa – silfonning tashqi qismiga ta'sir etuvchi bosim beriladi.

Bularga misol qilib termostatik kondensatootvodchikni olish mumkin. Silfoni ichida 100°C dan ortiq temperaturada bug'lanadigan suyuqlik solingan. Temperatura 100°C da yetganda suyuqlik bug'lanadi, bug' silfon ichida bosim paydo qiladi va silfon uzayadi. Bunda silfonga ulangan zolotnik kondensatootvotchikdagi teshikni yopadi.

Asosiy kamchiliklari: harakati yo'li kamligi, hosil qiladigan kuchning kamligi, silfonlarning ta'mirlanmasligi.

Membranali pnevmoyuritmaning (9.27-rasm) ish printsipti bir tomonlama amal qiladigan porshenli pnevmotsilindrda o'xshash. Konstruktiv farqi shundagi, bu yerda harakatchan porshen qattiq mahkamlangan elastik membrana 1 bilan almashtirilgan. Membrana 1 rezina, rezinali mato yoki plastikdan yasalgan. Membrananing katta maydoni evaziga bunday pnevmodvigatellar 25000 N gacha kuch hosil qiladi, lekin shtok 2 harakat yo'li chegaralangan.

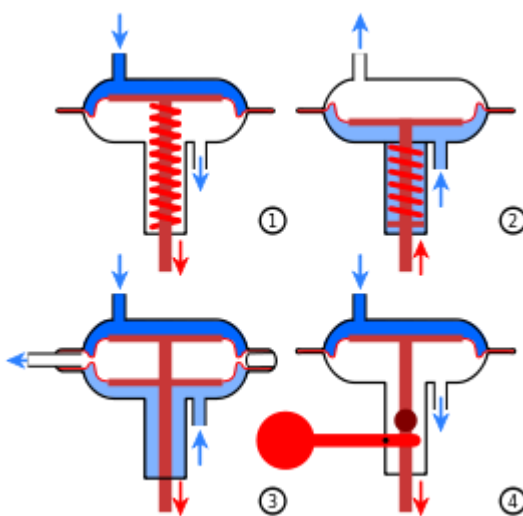
Membranali pnevmodvigatel kichik o'lchamlari, montaj qilish oddiyligi, narxining pastligi bilan xarakterlanadi, ularda harakatchan zichlagichlar ishlatilmaydi.



9.27-rasm. Membranali pnevmoyuritma

Membranali pnevmoyuritmalar sxemasi 9.28-rasmda ko`rsatilgan.

Richag-yukli yuritmalarda membranada hosil qilinadigan kuch yukning o`zgarish og'irlik kuchi hisobidan, prujinali yuritmalarda esa shtok harakatiga proportsional o`zgaruvchan kuch bilan muvozanatlashtiriladi. Prujinasiz yuritmalarda membranaga ta`sir qiluvchi bosim ikki tomondan rostdanishi mumkin.



9.28-rasm. Membranali pnevmoyuritmalar sxemasi

*1-to`g`ri amal qiluvchi prujinali yuritma; 2-teskari amal qiluvchi prujinali yuritma;
3-prujinasiz; 4-richag-yukli.*

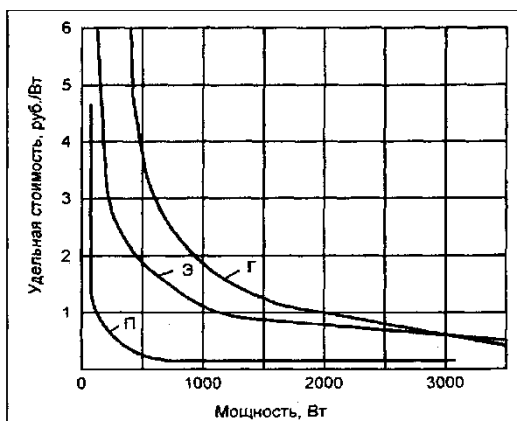
Quvur armaturasida rezinali yassi membrana ishlatiladi. Membranadan shtokka kuch tayanch disk orqali uzatiladi. Bu disk membrana uchun tayanch maydonchani hosil qiladi.

Rostlanadigan armaturalarda eng ko'p prijinali yuritmalar ishlatiladi. U yordamida tashqi komandaga mos ravishda plunjer kerakli qiymatgacha siljiriladi va kerakli holatda saqlab turiladi.



9.29-rasm. Rostlanadigan klapandagi membranali pnevmatik yuritma

9.30-rasmda quvvatlariga nisbattan elektrik ($\mathcal{E}$), gidravlik (Γ) va pnevmatik (Π) yuritmalarning nisbiy xarajat narxlari ko'rsatilgan.



9.30-rasm. Quvvatlariga nisbattan elektrik ($\mathcal{E}$), gidravlik (Γ) va pnevmatik (Π) yuritmalarning nisbiy xarajat narxi

<http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=41>

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Hidravlik yuritma.
2. Pnevmatik yuritma.
3. Hidravlik tsilindrdagi porshenning ishlash printsipli.
4. Gidrotsilindrlarni hisoblash.
5. Pnevmo yuritmaning asosiy vazifasi nima?
6. Porshenli pnevmatik yuritmalar.
7. Aylantiruvchi pnevmodvigatellar.

Ma'ruza № 10.

P'ezoelektrik, bionik va elektrpnevmatik yuritmalar

Reja:

1. P'ezoelektrik yuritmalar
2. Bionik yuritmalar.
3. Elektrpnevmatik yuritmalar

Asosiy tayanch so'z va iboralar

P'ezoelektrik effect; p'ezoelektrik materiallar; p'ezoelektrik dvigatellar; sun'iy mushak; bionik yuritmalar; elektrpnevmatik yuritmalar

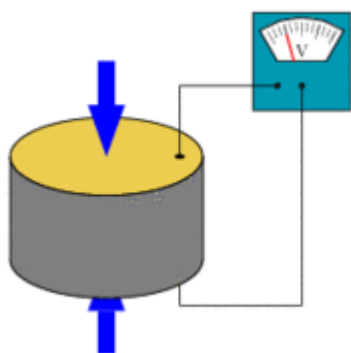
1. P'ezoelektrik yuritmalar

P'ezoelektrik effekt (yunon. *piézō* ($\pi\acute{\epsilon}\zeta\omega$) — qisish, kuch ishlatish) – mexanik kuch ishlatish natijasida dielektrikda qutblanish paydo bo'lish effekti (*to'g'ri p'ezoelektrik effekt*). *Teskari p'ezoelektrik effekt* ham mavjud – elektr maydon ta'sirida mexanik deformatsiyalarning paydo bo'lishi. Boshqacha qilib aytganda, to'g'ri p'ezoeffektda p'ezoelektrik namunani deformatsiyalab ushbu predmet yuzalari orasida

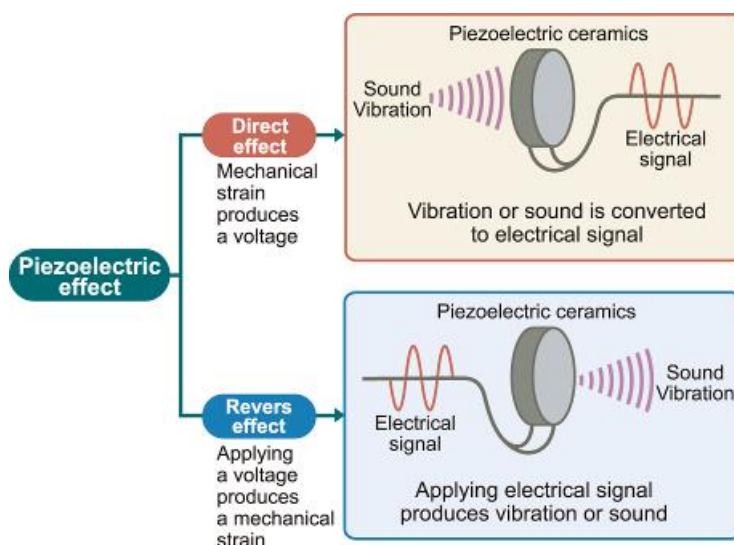
elektrik kuchlanish paydo qilinadi, teskari p'ezoeffektda ushbu namunaga tok ulansa, u deformatsiyaga uchraydi (shakli o'zgaradi yoki vibratsiyalanadi).

To'g'ri p'ezoeffekt 1880 yilda aka-uka *Jak* va *P'er Kyuri* tomonidan aniqlangan. Ular kvartsga bosim (kuch) ta'sir qilganda elektr zaryadlar paydo bo'lishini aniqlashgan. Teskari effekt 1881 yilda Lippman tomonidan termodinamik tahlil asosida nazariy aniqlangan. Shu yili aka-uka K'yurilar ushbu effektini eksperimental isbotladilar. Ular kvartsga elektr maydoni bilan ta'sirlashib, uni mexanik deformatsiyalanishiga olib kelindi.

“Elektr” so'zi yunoncha “yantar” – qahrabo” so'zidan kelib chiqqan, chunki qahrabo elektrik energiya manbai bo'lishi mumkin.



10.1-rasm. P'ezoelektrik effekt sxemasi



10.2-rasm. P'ezoelektrik effektning ko'rinishlari

P'ezoelektrik materiallarning asosiy xususiyati – bu ularga mexanik ta'sir (qisish) qilganda elektr energiyasining paydo bo'lishi, hamda ularga elektr toki bilan ta'sirlashga deformatsiyalanishi kerak.

Bunday materiallar ikkita guruhga ajratiladi: kristallar va keramik mahsulotlar. Bularga misol, tabiiy material – kvarts, sun'iy materiallar- qo'rg'oshin sirkonat-titanati, bariy titanati, litiy niobati.

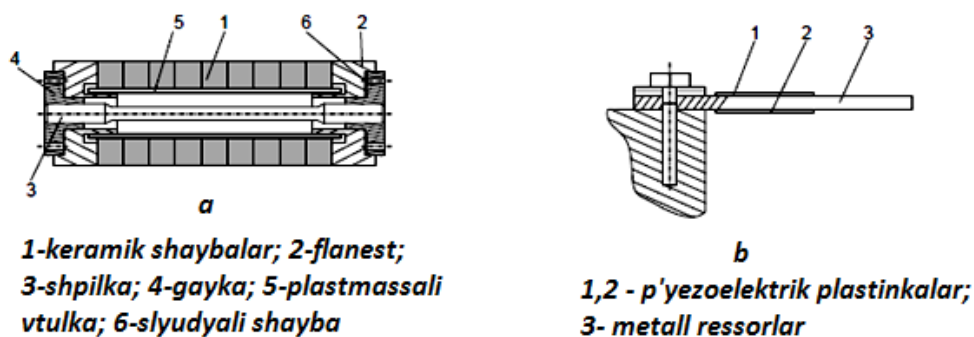
P'ezoelektrik dvigatellar (PED)ning ishi maxsus ishlov berilgan keramik materiallardagi teskari p'ezoelektrik effektga asoslangan.

PEDlar bazasida mikroharakatlarni amalga oshirish uchun yangi harakat modullari ishlab chiqilgan.

P'ezoelement – ma'lum shakl va kristallografik o'qlarga nisbatan orientatsiyasiga ega bo'lgan va p'ezoelektrik materiallardan tayyorlangan elektromexanik o'zgartirgichdir. U yordamida mexanik energiya elektr energiyaga o'zgartiriladi (to'g'ri effekt), elektr energiya mexanikka o'zgartiriladi (teskari effekt).

Konstruktiv jihatdan p'ezoelement elektrod o'rnatilgan p'ezokeramikadir. Uning shakli har xil bo'lishi mumkin: disk, xalqa, trubka, plastina, sfera va boshqa shakllarda. Vibrator va generatorlarda xarakteristikalarini yaxshilash uchun p'ezoelementlarning bir nechta ishltiladi.

10.3-rasm (a)da ilgari tanilgan deformatsiya “cho'zilish-qisish” bilan ishlaydigan mikrop'ezoyuritmaning asosiy elementi sxemasi ko'rsatilgan.



10.3-rasm. Mikroyuritmalarning p'ezoelektrik o'zgartirgichlari

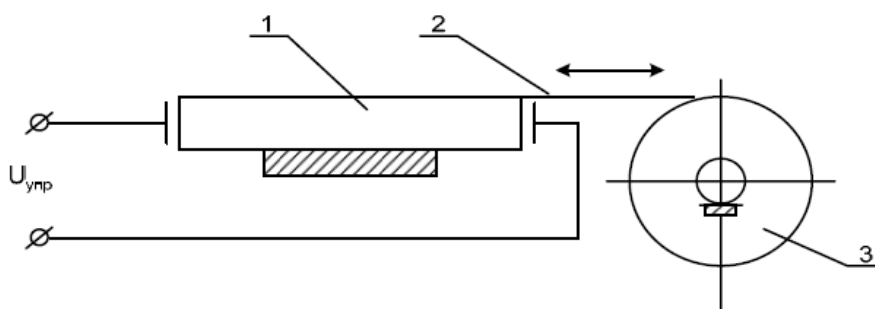
Element p'ezokeramik shaybalar 1 ning paketidan tuzilgan bo'lib shaybalarning yon tomonida kumush elektrodlar o'rnatilgan. Bu elektrodلarga parallel ravishda elektr kuchlanish beriladi. Bunda berilgan kuchlanishning qutblanishiga qarab shaybalarning cho'zilishi yoki kichrayishi kuzatiladi.

Boshqa turdagi o'zgartirgichlar 10.3-rasm, bda ko'rsatilgan. Bu o'zgartirgichlarning ishi p'ezoelektrik va passiv metall yoki polimer qavatlardan tarkib topgan ko'pqavatli plastinaning egilish deformatsiyalariga asoslangan. Ular deformatsiya "cho'zish-qisish" larga asoslangan o'zgartirgichلarga nisbatan kattaroq ishchi yo'liga ega, lekin pastroq aniqlikka va kuch xarakteristikalariga ega.

Bunday elektrmexanik o'zgartirgichلarda chiqish harakati – mm ning o'ndan bir ulushigacha; tezligi – 1-2 m/s gacha; pozitsiyalashni boshqarish xatoligi – mkm ulushigacha; hosil qiladigan kuch – yuz N; quvvati – o'n Vt.

Bunday o'zgartirgichلardan uch darajali mikromanipulyatsion sistemalar yaratiladi. Ular o'ntalik mm li harakat yo'liga ega oddiy elektrmexanik manipulyatsion tizimlar bilan birga ishlatiladi. Bunda ketma-ket bog'langan qo'pol va aniq pozitsiyalash sistemasiga ega manipulyator hosil bo'ladi. Uning ishchi harakat yo'li birinchi sistema tomonidan, aniqligi – esa ikkinchi sistema tomonidan ta'minlanadi.

Xrapovik tipidagi PEDning ishlash printsipini ko'rsatuvchi sxema 10.4-rasmda keltirilgan.

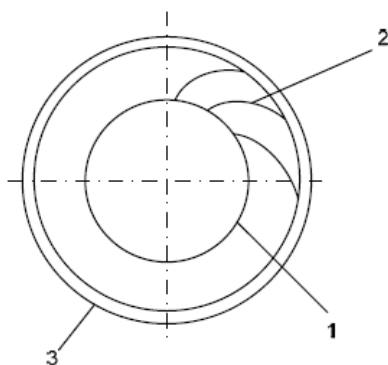


10.4-rasm. Xrapovik tipidagi PEDning strukturaviy sxemasi

Mikrotebranayotgan p'ezoelement 1 po'lat tolkatel 2 orqali kuchni rotor 3 ga yetkazadi. Tolkatelning to'g'ri va teskari harakatlanishida ishqalanish kuchi har xil bo'lganligi sabab tolkatel to'g'ri harakatlanishida rotorga kattaroq kuch bilan, teskari harakatlanishida kichikroq kuch bilan ta'sir o'tkazadi. Bu xrapovik aylanishiga

o`xshash aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Rezonans rejimida sistemaning eng samarador ishi kuzatiladi.

Aylanuvchi xrapovik tipidagi PED konstruktsiyasi 10.5-rasmda keltirilgan. P`ezoelement 1 xalqa shaklida ishlangan bo`lib, bu yerda mexanik tebranishlar generatsiyalanadi. Egiluvchan tolkatellar 2 rotor 3 ga tebranishlar kuchini yetkazadi va aylanuvchi moment hosil qilinadi.



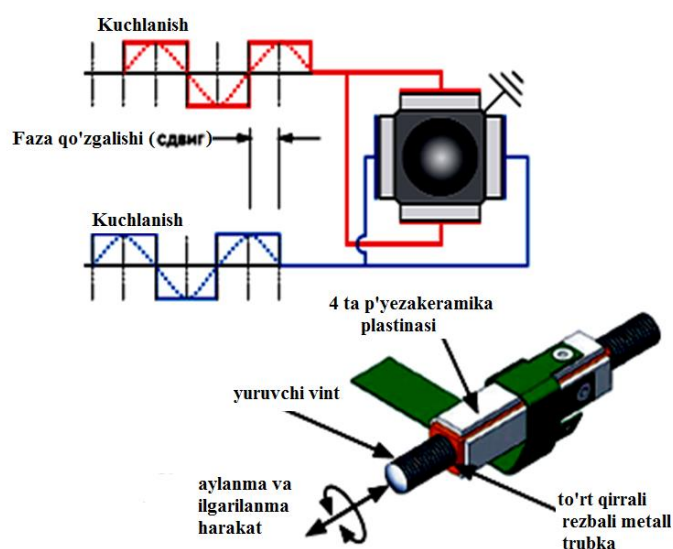
10.5-rasm. Aylanuvchi xrapovik tipidagi PED konstruktsiyasi

Bunday konstruktsiya bir tomonlama aylanishni ta`minlaydi. Aylanishni reversiv bo`lishi uchun bitta korpusda ikkita har xil tomonga harakatlanadigan PED o`rnatiladi.

10.6-rasmda *New Scale Technologies* firmasining *SQUIGGLE* p`yezoyuritmasi konstruktsiyasi va ishlash prinsipi ko`rsatilgan.

Yuritmaning asosi – ichki rezbali to`g`ri to`rtburchak kesim yuzali mufta va yuruvchi vint (chervyak). Metall mufta chegaralarida ijrochi qurilmalar (aktuatorlar)ning p`zokeramik plastinalari o`rnatilgan. Bir juft p`zoelektrik aktuatorlarga ikki fazali signal berilganda vibratsiyali tebranish paydo bo`ladi. Bu tebranish muftaga uzatiladi. Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirish samaradorligini oshirish uchun aktuatorlar rezonans rejimda ishlashadi. Chastota qo`zg`alish chegarasi p`ezoyuritma o`lchamiga qarab 40-200 kGts chegarasida bo`ladi. Mufta va vint ishchi yuzalari chegarasida ta`sir qiluvchi mexanik tebranishlar obruch aylanishiga o`xshash aylantiruchi kuchni hosil qiladi. Natijaviy kuch chervyakni qo`zg`almas asos – muftaga nisbatan harakatini ta`minlaydi. Vint aylanishi natijasida

aylanma harakat ilgarilanmaga aylanadi. Boshqaruvchi signallar fazalarini o`zgartirib vintning ham soat strelkasi bo`yicha va ham unga qarshi aylantirish mumkin.



10.6-rasm. *SQUIGGLE* p'ezoyuritmasi konstruksiyasi va ishlash prinsipi

Vint va muftalar uchun magnitlanmaydigan materiallar: bronza, zanglamaydigan po`lat, titan ishlatiladi. Mufta-chervyak juftligini moylash kerak emas.

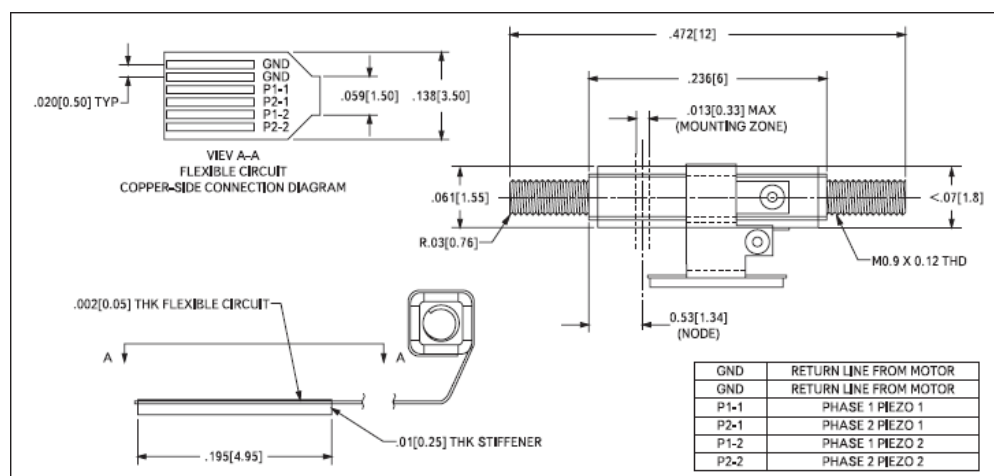
P'ezoyuritmalar amalda inertsiasiz, harakat tezlanishi $10 \cdot g$ bo`lishiga qaramasdan shovqin diapazoni juda ham past (30 Gts — 15 kGts atrofida). Pozitsiyalash aniqligini holat datchigisiz ham ta`minlanadi, chunki harakat sirpanishsiz amalga oshiriladi. Harakat aktuatorlar plastinalariga ta`sir qiluvchi impul'slar signaliga to`g`ri proporsional. P'ezoyuritmalarning xizmat muddati amalda chegaralanmagan.

SQL mikromotorlari hozirgi kunda dunyoda seriyali ishlab chiqariladigan eng kichik elektrdvigatellar hisoblanadi.

SQUIGGLE p'ezoyuritmaning asosiy xarakteristikalar:

- yuritmaning minimal gabaritlari 1,55 x 1,55 x 6 mm;
- konstruksiyasining oddiyligi (faqat 7 ta tashkil etuvchi qismdan iborat);
- narxining arzonligi;
- boshqa qo`shimcha mexanik uzatma talab etmaydigan to`g`ridan-to`g`ri chiziqli yuritma;

- yuritmaning pozitsiyalanishi aniqligi submikron chegarasida;
- ishining shovqinsizligi;
- ish temperaturasining kengligi (-30...+70°C)

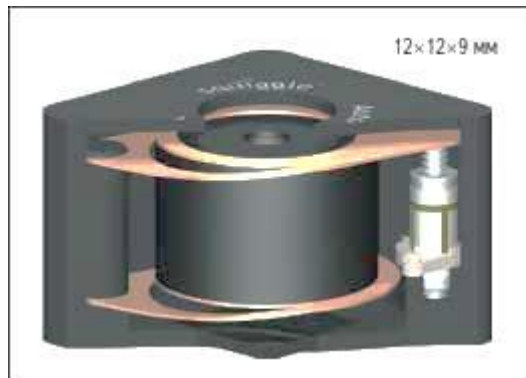


10.7-rasm. SQUIGGLE p'yezoyuritmasi ishchi chizmasi

SQUIGGLE p'yezoyuritmasining qo'llanilishi. Raqamli foto- va videokameralar ob'ektivi uchun yuritmalar. Mikroyuritmalar ob'ektiv fokusiroykasini boshqarish va optik zum uchun ishlatiladi (10.8-rasm). 10.9-rasmda SQUIGGLE p'yezoyuritmasini uyali telefon fotokamerasida ishlatilishi ko'rsatilgan. Yuritma yo'naltiruvchilar bo'yicha ikkita linzani pastga-yuqoriga harakatlantiradi va avtofokusiroykani (optika harakatlanish yo'li 2 mm) hamda zumni (linzalar harakat yo'li 8 mm gacha) ta'minlaydi.

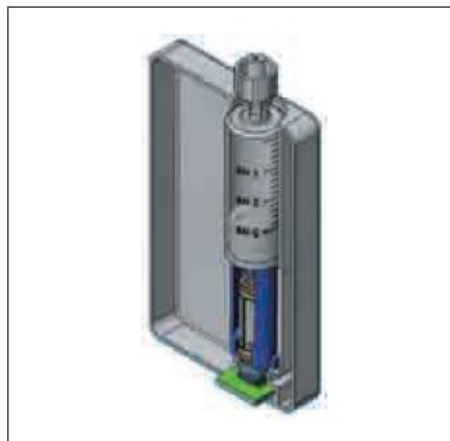


10.8-rasm. Raqamli fotokamera uchun optik zum yuritmasi



10.9-rasm. SQUIGGLE p'ezoyuritmasini uyali telefon fotokamerasida ishlatilishi

Tibbiy shprits-dozator (10.10-rasm). SQL p'ezoyuritmasi bazasida insulin in`ektsiyalaydigan dasturlanadigan nasos-shprits bajarilgan. Dozator mikrokontrollerli boshqarish modulidan, preparat uchun sig'imdan, shpritsdan va boshqariladigan yuritmadan iborat. Dozatorni boshqarish mikrokontrollerli modul yordamida bajariladi. Energiya manbai bo`lib litiy batareyasi xizmat qiladi. Dozator kasalning kiyimida (m.: yengining ichida) o`rnatiladi. Doza berish vaqt intervali va dori dozasi miqdori har bir kasal uchun alohida dasturlanadi. Doza qiymati yuritma shtokining harakatlanish uzunligiga to`g`ri proportsional.



10.10-rasm Tibbiy shprits-dozator

2.Bionik yuritmalar

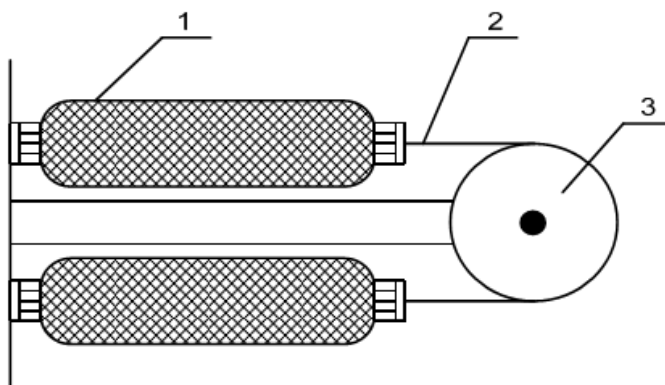
Yuqorida aytib o`tilgan harakat modullari o`zining massogabarit parametrlari

bo'yicha inson mushaklariga nisbatan past turadi. Bu fakt ana shunaqa mushaklarning texnik analogini yaratish muammosiga e'tiborni qaratish lozimligini anglatadi.

Birinchi bionik yuritmalar *sun'iy mushak* deb atalgan, ular porshenli silindri "krest-nakrest" yo'nalishida neylon o'ralgan elastik trubka (rezina, polimer) bilan almashtirilgan pnevmoyuritmadir. Trubkaga bosim ostida havo berilganda shishib balandligining 1/3 qismigacha qisqaradi. Bu odam mushagi ishlashiga o'xshash bo'ladi. Bunday yuritmalar xuddi shunday quvvatli pnevmatik yuritmalarga nisbatan 3-4 marta kam massaga ega bo'ladi. Qisilgan havo manbai bo'lib bir martalik ballonchalar xizmat qiladi.

10.11-rasmda «*Bridjestoun*» (Yaponiya) firmasining «*Softarm*» sanoat robotida qo'llanilgan bir yoqlama harakat qiladigan reversiv yuritma ko'rsatilgan.

Qurilma shunaqa ikkita yuritmadan iborat. Birta yuritmada bosim oshganida va ikkinchisida shuncha miqdorda bosim tushganida birinchi yuritma qisqaradi va ikkinchisi esa cho'ziladi. Buning natijasida tros orqali blok aylanma harakatga keladi. Blok manipulyator bilan bog'langanligi sabab manipulyator ham harakatga keladi. Aylanish burchagi yuritmalardagi bosimlar farqiga to'g'ri proportsional. 5 ta erkinlik darajasiga ega bo'lgan "Softarm" roboti yuk ko'tarish qobiliyati 3 kg, o'zining massasi 5,5 kg. Pozitsiyalash xatoligi – 1,5 mm.



10.11-rasm. «*Bridjestoun*» firmasining reversli egiluvchan pnevmatik yuritmasi

10.12-rasmda pnevmatik (sorbtsion) *sun'iy mushak* varianti ko'rsatilgan. Termoelement 3 orqali elektr toki o'tganda maxsus to'ldiruvchi 4 isiydi va gaz chiqaradi. Buning natijasida trubka ichida bosim oshadi, u shishib bo'y bo'yicha

qisiladi. Tok o`chirilgandan keyin to`ldiruvchi soviydi va gazni yutib oladi (sorbtsiya) va mushak birlamchi holatiga keladi.

Mushak uzunligi – 150-300 mm, diametri 3-5 mm. Qisqarish miqdori -10-15%. Hosil qiladigan kuch miqdori 1-3 N, mushak massasi – bir-necha gramm. Asosiy kamchiligi – harakat tezligi past: qisilish vaqti 30 sek, teskari harakati bundan 2-3 marta ko`p vaqtni egallaydi.

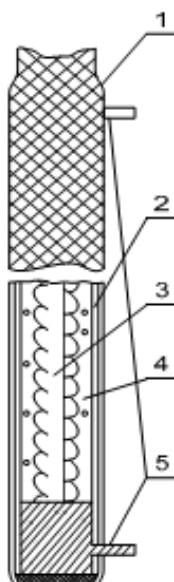
1-himoya to`ri;

2-trubka;

3-termoelement;

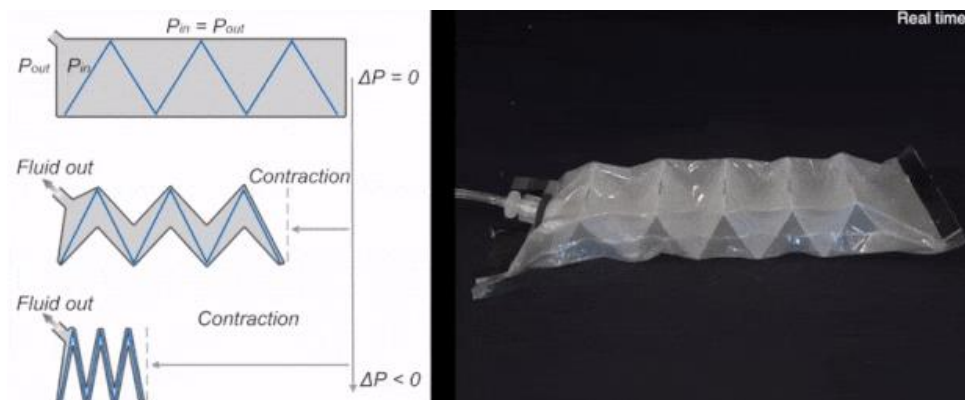
4-to`ldiruvchi;

5-kronshteyn.

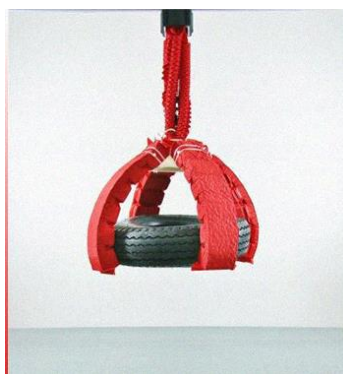


10.12-rasm. Sorbsion sun`iy mushak

Garvard universitetidan Robert Vud (*Robert Wood*) boshligidagi tadqiqotchilar sun`iy mushak yaratishning oddiy va arzon texnologiyasini ishlab chiqishdi. Bunday aktuatorlarning printsipial sxemasi oddiy. Asos sifatida ma`lum shaklga ega bo`lgan karkas ishlatiladi. Bu karkas yig`ilishi va ochilishi kerak. Ushbu karkas tashqi ikki tomonidan polimerdan yoki boshqa havo o`tkazmaydigan va yomshoq materialdan tayyorlangan ikkita plyonka kleylanadi. Shunday qilib, ichida qattiq karkasga ega yomshoq kamera tayyorlanadi va bu kamera bosimlar farqi beradigan manbaga ulanadi.



10.13-rasm. Garvard universiteti tadqiqotchilari tomonidan tayyorlangan sun`iy mushak



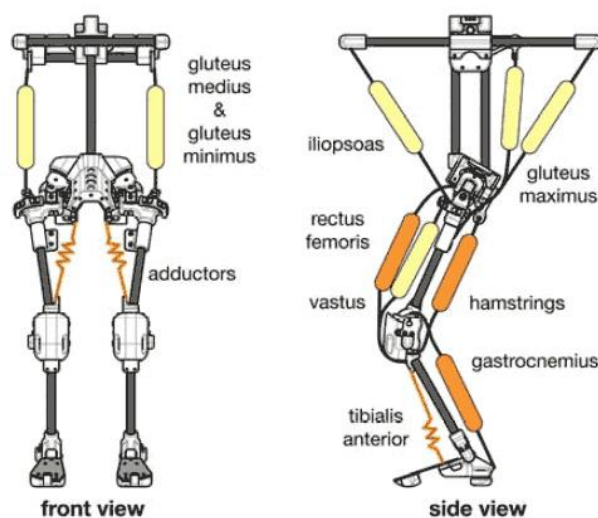
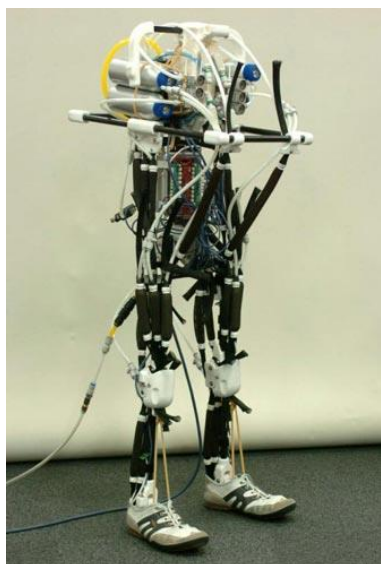
10.14-rasm. Sun`iy mushaklar quvvat jihatdan tabiiysidan o`tdi

Shuguang Li et al. / PNAS, 2017

Inson va hayvonlar yugurishlari, sakrashlari uchun o`zlarining mushaklariga katta kuchni juda ham qisqa vaqt ichida berishlari kerak, ya`ni mushaklarini bir onda zo`riqtirib, qisqa “chaqnashdek” energiyani ishlatishlari kerak bo`ladi. Odatdagi elektrmexanik motorlar bilan ishlaydigan robotlar bu ishni bajara olishmaydi – ular motordan oladigan kinetik energiyalari vaqt ichida uzoq tarqalgan. Sun`iy mushakli robotlar bu ishni bajarishlari mumkin. Masalan, yapon tadqiqotchisi Ryuma Niiyamia (*Ryuma Niiyama*) tomonidan yaratigan *Athlete* roboti.

Athlete ning kuchli sistemasi elektr signalni havoning uzluksiz oqimiga transformatsiyalaydigan proportsional klapanlardan foydalaniladi. Robot og`irligi 10 kg, bo`yi 125 sm. Sun`iy mushaklar robotni yarim metr yuqoriga sakrashga va 1 m balandlikdan yerga sakrab o`z muvozanatini saqlay olishini ta`minlaydi.

Manba: http://www.prorobot.ru/01/mishca_robota_obnova.php

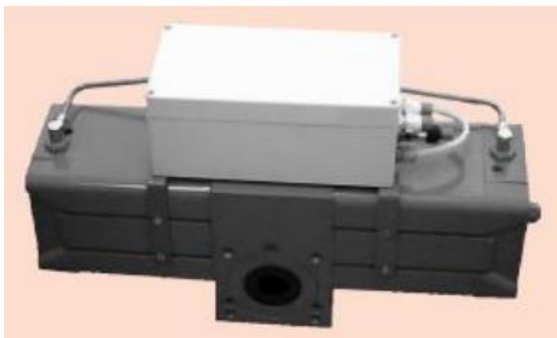


10.15-rasm. Athlete roboti

3. Elektrpnevmatik yuritmalar

Hozirgi vaqtda elektrpnevmatik yuritmalarda ehtiyoj ortib bormoqda. Bu yuritmalar pnevmotsilindr shtoki bilan bog'langan mexanik boshqarish ob'ekti kerakli qonuniyat bilan harakatlantirishga va uni katta aniqlikda kerakli pozitsiyada to'xtatish qobiliyatiga ega. Bunday yuritmalar kompaktiligi, mexanik mustahkamligi, katta ishonchliligi va resursi bilan ajralib turadi, qattiq sharoitlarda ishlash qobiliyatiga va kimyoviy chidamlilikda ega. Bunday xossalar aniq pnevmomexanik va mikrokontrollerli elementlarni birlashtirish, zamonaviy axborot va hisoblash texnologiyalarni va avtomatik boshqaruv usullarini qo'llash hisobiga hosil qilingan.

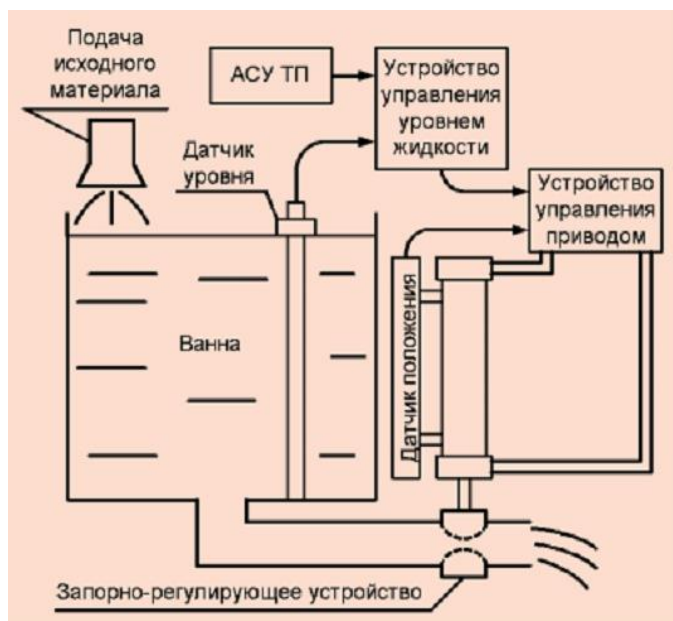
Misol tariqasida chiziqli harakatni hosil qiladigan pozitsion elektrpnevmatik yuritmani ko'rib chiqamiz (10.11-rasm).



10.11-rasm. Aylanuvchi pnevmosilindr bazasida elektrpnevmatik yuritma

Xususan, ular yopish-rostlash qurilmalarni aniq boshqarish bilan suyuq, gazsimon va sochiluvchan moddalarni me`yorlash uchun qo`llaniladi.

Flotatsiyalash qurilmasi tarkibida kiradigan suyuqlik sathini barqarorlashtirish uchun xizmat qiladigan tizim sxemasi 10.12-rasmda ko`rsatilgan. Bu tizim vannadagi yopish qurilmasi holatini proportsional rostlaydi.



10.12-rasm. Elektrpnevmatik yuritmalı suyuqlik sathini barqarorlashtirish tizimi

Boshqarishning maqsadi vannadagi suyuqlik sathini kirayotgan suyuqlik oqimi har xil bo`lganiga qaramay boshqarish tizimi signallari bo`yicha barqaror bir xil saqlashdir. Elektrpnevmatik yuritmaning vazifasi yopuvchi qurilma bilan bog`liq porshen holatini aniq kerakli koordinata bo`yicha saqlab turishdir.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. P`ezoelektrik effekt birinchi marta kim tomonidan kuzatilgan?
2. P`ezoelektrik yuritma konstruktsiyasi va ishlash printsiipi.
3. P`ezoelektrik materiallarning asosiy xususiyati nima?
4. “Sun`iy mushak” tushunchasini tushuntiring.

5. Bionik yuritmalarni tuzulishi va ishlash printsipli.
6. Elektrpnevmatik yuritmalar

3-modul. Mexatronikada harakat o`zgartirgichlarini qo`llash

Ma`ruza №11

Harakat o`zgartiruvchilari

Reja:

1. Bevosita kontaktli harakat o`zgartiruvchilari.
2. Planetar uzatmalar.
3. To`lqinli (volnovoy) tishli uzatmalar.

Asosiy kalit so`z va iboralar

Mexanik uzatmalar; egiluvchan uzatish moslamalari; bevosita kontaktli uzatish moslamalari; uzatma validagi quvvat; vallarning aylantiruvchi momenti; vallarning aylanish chastotasi; tishli uzatmalar; reduktorlar; planetar uzatmalar; to`lqinli (volnovoy) tishli uzatmalar

1.Bevosita kontaktli harakat o`zgartiruvchilari

Ma`lumki mexatronik va robototexnik sistemalarning asosiy vazifalaridan biri – manipulyator yoki mexatron modul zvenosining harakatini berilgan qonun bo`yicha boshqarishni amalga oshirishdir.

Dvigateldan mexatron modulning chiqish zvenosiga harakatni uzatish har xil harakat o`zgartiruvchilari (uzatmalar) yordamida ta`minlanadi. Bu uzatmalar strukturasi va konstruktiv xususiyatlari dvigatel turiga, chiqish zvenosi harakat turiga va uzatmalarning joylashish holati (komponovkasi)ga bog`liq. Harakat o`zgartiruvchilari bir harakat turini boshqasiga o`zgartirish hamda dvigatel valining aylanish momentlari va tezliklarini chiqish zvenoning parametrlariga moslashtirish uchun qo`llaniladi. Bu uchun tishli, vintli, reykali, zanjirli, trosli va tishli kesim yuza

tasmali uzatmalar, maltiyli mexanizmlar va b.lardan foydaniladi.

Elektrdvigatellar asosan katta tezlikda aylanuvchi valga ega bo`lib, mexatron modulning chiqish zvenosi nisbatan kichik aylanish chastotasiga ega. Aylanishlar chastotasini tushirish uchun silindrik konusli, chervyakli, planetar va volnovoy reduktorlar ishlatiladi. Harakat o`zgartiruvchilarni to`g`ri tanlash mexatron modulning xarakteristikalariga katta ta`sir ko`rsatadi.

Detal - mashinaning ayrim bo`laklarga ajralmaydigan qismi bo`lib, oddiy (bolt, gayka, val, shkiv, shponka) va murakkab (korpuslar va boshqa) detallarga bo`lish mumkin.

Uzel - yig`ma birikmadan tashkil topgan detallar yig`indisi bo`lib, biror funktsional ishni bajarish xususiyatiga ega. Uzellar oddiy, masalan, dumalash podshipniklari, muftalar va murakkab, masalan, reduktorlarga bo`linadi.

Murakkab uzellar ichida oddiy qismlar joylashgan bo`lishi mumkin, bularni uzal bo`laklari deyiladi, ya`ni:

- mexanik uzatmalar;
- podshipniklar;
- vallar, o`qlar;
- muftalar;
- mashina detallarining qo`zg`aluvchan va qo`zg`almas birikmalari: rezbali, parchin mixli, payvandli.

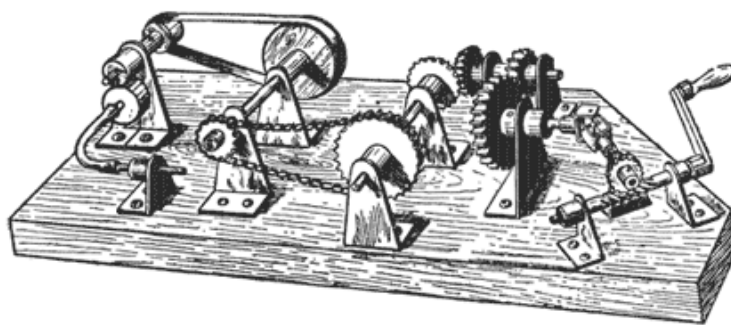
Mexanik uzatmalar:

Asosiy vazifalari: tezlikni o`zgartirish, harakat yo`nalishini o`zgartirish, harakat turini o`zgartirish (aylanmani ilgarilanmaga va teskarisi, uzluksizni uzlukliga), bitta dvigatel bilan bir nechta mexanizmlarni harakatga keltirish.

Uzatmalarni ilashish turiga qarab 2 ta guruhga bo`lish mumkin:

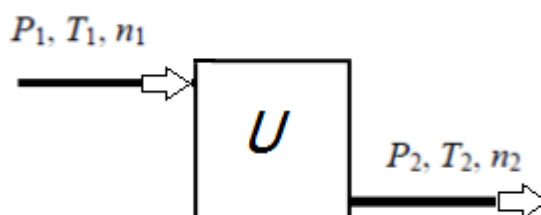
egiluvchan uzatish moslamalari – tasmali, trosli, zanjirli uzatmalar;

bevosita kontaktli uzatish moslamalari – tishli, chervyakli, reykali, friksion.



11.1-rasm. Mexanik uzatmalar

Mexanik uzatmada aylanma moment uzatadigan zvenosi yetaklovchi, aylanuvchi momentni qabul qiluvchi zvenosi yetaklanuvchi deb ataladi. Uzatishning parametrlari, agar ular yetaklovchi zvenoga tegishli bo'lsa "1" indeksi bilan, agar yetaklanuvchiga tegishli bo'lsa "2" indeksi bilan belgilanadi (11.2-rasm).



11.2-rasm. Mexanik uzatma asosiy parametrlari:

P_i – uzatma validagi quvvat, kVt ; T_i – vallarning aylantiruvchi momenti, $N \cdot m$;

n_i – vallarning aylanish chastotasi, ayl/min ; $i = 1, 2$

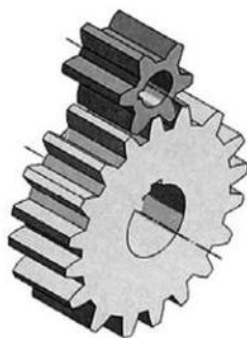
Uzatmaning asosiy mexanik xarakteristikalariga quyidagilar kiradi:

- chiqish validagi quvvat P_2 ;
- aylanish tezligi – chiqish valining burchag tezligi ω_2 yoki uning aylanish chastotasi n_2 ;
- uzatishlar soni u – kuch oqimi yo'nalishi bo'yicha burchak tezliklarning yoki aylanish chastotalarining nisbati $u = \omega_1/\omega_2 = n_1/n_2$.

Mexanik uzatmalar turlari.

1. Silindrik to'g'ri tishli uzatma

Vallar o'qlari parallel



2. Konusli to'g'ri tishli uzatma

Vallar o'qlari perpendikulyar



3. Chervyakli uzatma

Vallar o'qlari ayqash



4. Reykali uzatma



11.3-rasm. Tishli uzatmalar

Tishli uzatma tishli ilashish vositasida vallar o'rtasida aylanma harakatni burchak tezliklari va momentlarini o'zgartirgan holda uzatish hamda aylanma harakatni ilgarilanmaga yoki teskarisiga o'zgartirish.

Bu uzatma juda ham ko'p tarqalgan. Ular ishlashda ishonchli, uzatish sonini bir xilligini ta'minlaydi, F.I.K. katta, ishlatish oson va ko'pga chidamli. Kamchiliklari: yasash qiyinligi, montaj qilishda aniqlikning kattaligi, katta tezliklarda shovqin kattaligi

Reykali uzatmalar. Bu uzatmalar shesternyaning aylanuvchi harakatini reykaning ilgarilanma harakatiga va aksincha, reykaning ilgarilanma harakatini shesternyaning aylanma harakatiga aylantirish uchun kerak. Uzatmaning asosiy elementlari tishli reyka va shesternyadir (11.4-rasm).



11.4-rasm. Reykali uzatma

Tishli uzatmalarning kinematik va geometrik parametrlari. [ГОСТ 16530-83, ГОСТ 16531-83] bo'yicha tishli uzatmalar parametrlarini belgilari 11.5-rasmda keltirilgan.

Tishli uzatmaning uzatishlar nisbati ***i (u)*** deb yetaklovchi tishli g'altak burchak tezligining yetaklanuvchi g'altakning burchak tezligiga nisbatiga aytiladi [ГОСТ 16530].

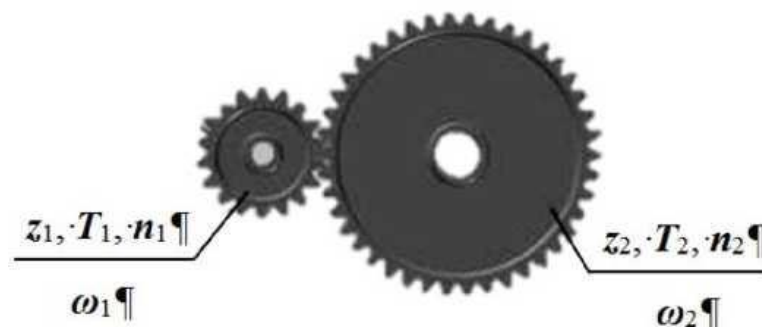
$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Tishlarning aylanma (o'qli, normal) moduli m_t (m_x , m_n) – chiziqli qiymat bo'lib, tishlarning aylanma (o'qli, normal) qadamidan π marta kichik.

$$m = \frac{p}{\pi}.$$

11.6-rasmda tishli uzatmalarning geometrik parametrlari ko'rsatilgan. To'g'ri tishli silindirik g'altaklar uchun ajratuvchi diametr quyidagicha aniqlanadi:

$$d = mz.$$



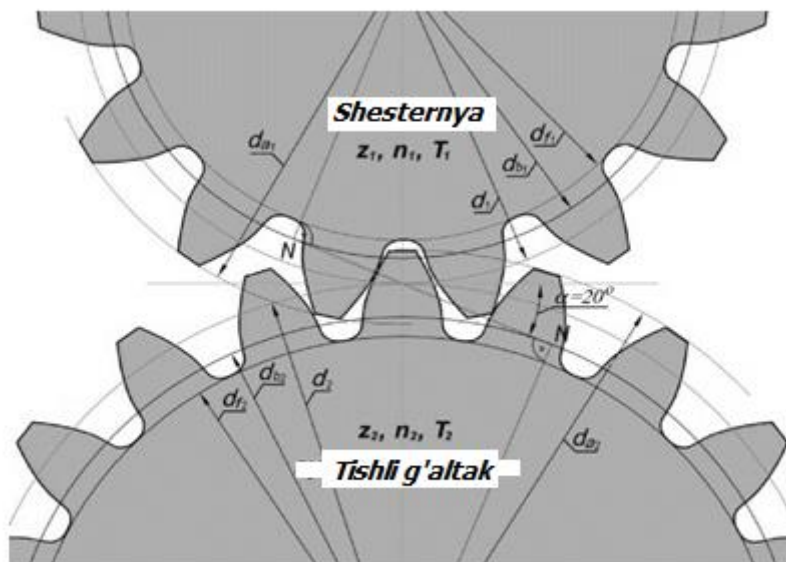
11.5-rasm. [ГОСТ 16530-83, ГОСТ 16531-83] bo'yicha tishli uzatmalar parametrlarini belgilari

“1” indeksli parametrlar shesternyaga, “2” indeksli parametrlar g'altakka tegishli.
 z – tishli g'ildirak tishlari soni; T -tishli g'altakdagi aylantiruvchi moment, $N \cdot m$; n – tishli g'altak aylanishlar chastotasi, ayl/min ; ω – g'altakning burchak tezligi, rad/sek .

Tish cho`qqisi va botiqligi diametrlari:

$$d_a = d + 2m,$$

$$d_f = d - 2,5m.$$



11.6-rasm. Tishli uzatmalarning geometrik parametrlari

$d_b = d \cos \alpha$ – asosiy aylana diametri. $\alpha = 20^\circ$ - ilashish burchagi.

$h_a = m$ – tish kallagi balanligi.

$h_f = 1,25m$ – tish oyog'i balandligi.

$h = h_a + h_f = 2,25m$ – tish balandligi.

Tishli g'altak eni

$$b_2 = \psi_\alpha a,$$

bu yerda ψ_α - en koeffitsienti, g'altak tishlarining joylashuvi va ularning yuzalari qattiqligiga qarab tanlanadi.

Shestarnya eni $b_1 = 1,12b_2$.

G'altaklar o`qlari orasidagi masofa a quyidagicha aniqlanadi:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}.$$



11.7-rasm. Chervyakli uzatma

Chervyakli uzatmalar ilashuvchi uzatmalarga kiradi va harakat vintli juftlik printsipli asosida amalga oshiriladi. Bir-biriga nisbatan ayqash 90^0 burchak ostida joylashgan vallarga aylanma harakatlarni uzatish uchun ishlatiladi. Sxematik ravishda chervyakli uzatma 11.7-rasmida ko`rsatilgan.

Chervyakli uzatma shesternyasi *chervyak* deb ataladi. Trapetseidal kesilgan qisqa vint shaklida yasaladi. Chervyakli uzatma g'altagi chervyakli g'altak deyiladi.

Reduktorlar. “Reduktor” so`zining kelib chiqishi lotincha bo`lib - *reductor*, tarjimasi “teskari yurish”, “orqaga yo`naltirish” ma`nosini beradi.

Burchak tezlikni (aylanish chastotasini) kamaytiruvchi uzatmani $u > 1$ *reduktor*, kattalashtiruvchisini $u < 1$ – *multiplikator* deb ataladi.

Reduktor mashinalar yuritmasiga kiruvchi mexanizm bo`lib, yetaklanuvchi valning aylantiruvchi momentini kattalashtirish maqsadida uning burchak tezligini kamaytirish vazifasini bajaradi.

Reduktorning asosiy xarakteristikasi: FIK, uzatish nisbati, uzatish quvvati, vallarning maksimal burchak tezliklari, uzatmalarning turi va soni, bosqichlarning soni.

Reduktorning uzatish nisbati deb g'altak tishlari sonining shesternya tishlari soniga nisbatiga aytiladi.

$$u = \frac{z_2}{z_1} .$$

Agar reduktor ko`p bosqichli bo`lsa, uzatishlar soni har bir bosqichning uzatishlar soni ko`paytmasiga teng.

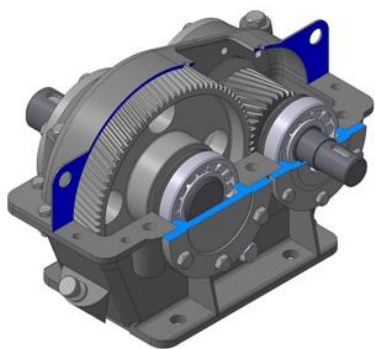
$$u = u_1 \cdot u_2$$

Reduktor F.I.K.:

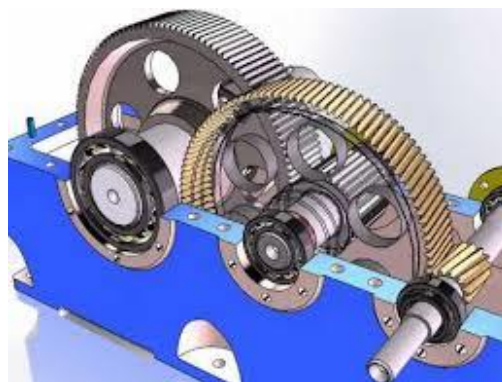
$$\eta = P_r/P_a$$

bu yerda P_r – uzatiladigan quvvat, kVt; P_a – ishlatilgan quvvat, kVt.

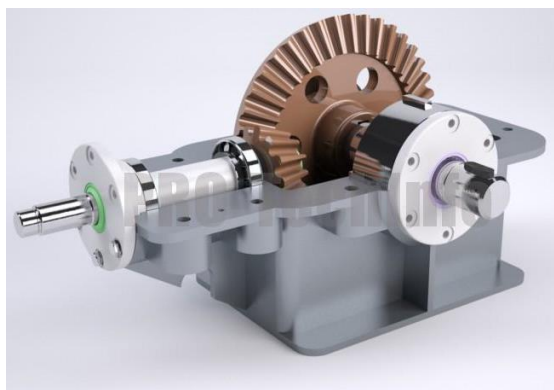
Reduktor korpusi (cho`yan, po`lat, alyuminiy) ichida vallar, tishli va chervyakli g`altaklar, podshipniklar va boshqalar joylashtirilgan. Ba`zilarida korpusi ichida ilashma va podshipniklarni moylash uchun mexanizmlar va sovituvchi mexanizmlar bo`ladi. Moylash sifati reduktor uzatmalarining F.I.K oshiradi va yeyilishini kamaytiradi.



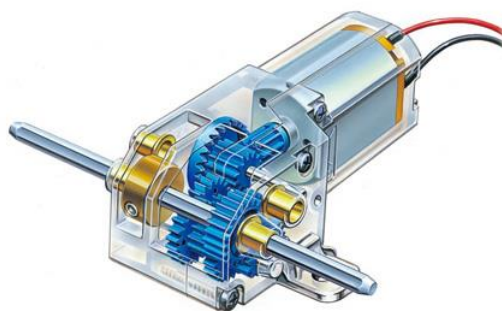
Bir bosqichli silindirik reduktor



Ikki bosqichli silindirik reduktor



Bir bosqichli konusli reduktor

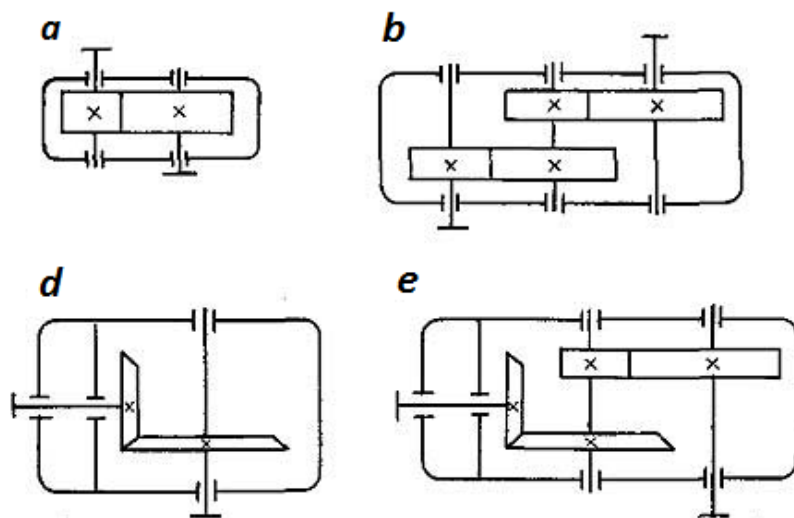


Ko`p bosqichli mini-reduktor

11.8-rasm. Reduktorlar

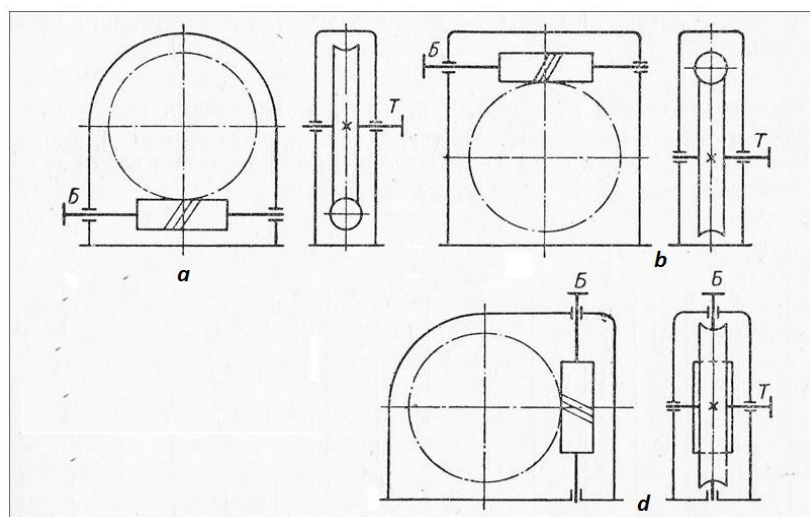
Sirpanish vint-gayka uzatmasi. Bu uzatma aylanma harakatni ilgarilanmaga

aylantirib berish uchun,ba`zan ilgarilanma harakatni aylanmaga aylantirish uchun (ko`pzaxodli vint juftligidan foydanilganda) xizmat qiladi. Bu uzatma vint va gaykadan iborat (11.11-rasm).



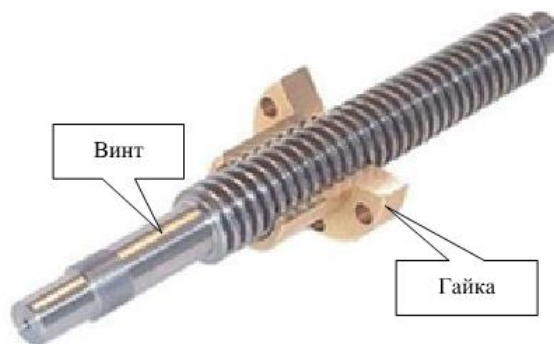
11.9-rasm. Reduktorlarning kinematik sxemada belgilanishi:

a-bir bosqichli silindrik reduktor; b-ikki bosqichli silindrik reduktor; d-konusli reduktor; e-konusli-silindrik reduktor



11.10-rasm. Chervyakli reduktorlar

a-chervyak pastda joylashgan; b-chervyak yuqorida joylashgan; d-chervyak yon tomonda joylashgan



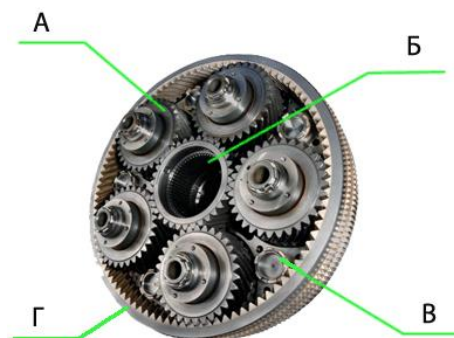
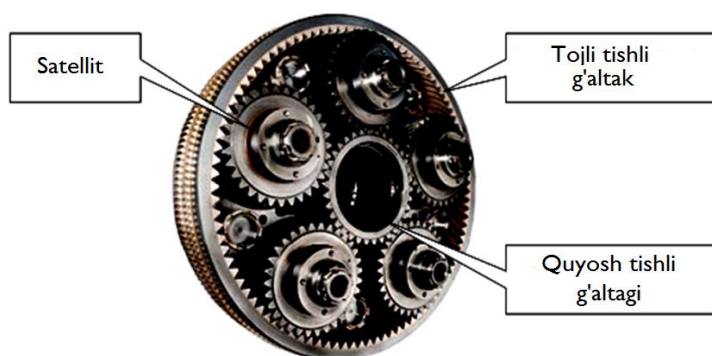
11.11-rasm. Sirpanish vint-gayka uzatmasi

Uzatma konstruksiyasi oddiy va yasash oson, katta yuklama qobiliyati ega bo`lishiga qaramay ixcham, katta ishonchliliga ega, silliq va shovqinsiz ishlaydi, kuchdan yutish va katta aniqlikdagi harakatni ta`minlay oladi.

Kamchiliklari: tirqish (lyuft)larning mavjudligi, katta sirpanish ishqalanishi mavjudligi uchun rezbaning yeyilish darajasi kattaligi va F.I.K.ning pastligi.

2.Planetar uzatmalar

Bu uzatmalarning planetar yoki satellitli deyilishiga sabab, uzatmadagi tishli g`altaklarning harakati planetalar harakatiga o`xshash (7.6-rasm). Bu g`altaklarning o`qlari qo`zg`aluvchan bo`ladi.



- A) satellitlar
- B) quyosh shesternyasi
- B) vodilo
- Γ) aylana shesternya

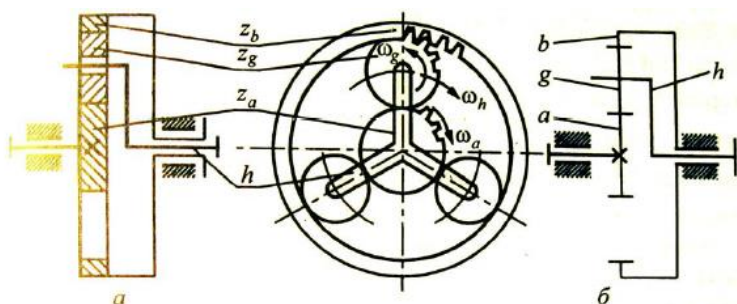
11.12-rasm. Planetar uzatma

Oddiy planetar uzatma tashqi tishli markaziy quyosh tishli g'altakdan, ichki tishli markaziy tojli g'altakdan, tashqi tishli satellitlardan va vodiladan iborat. Satellitlar bir vaqtning o'zida ham quyoshli ham tojli g'altaklar bilan ilashmaga kiradi, satellitlar o'qi esa vodilada joylashgan (11.12-rasm).

Zamonaviy mexatron modullarda planetar uzatmalar juda keng ishlatiladi. Ularning afzalliklari ixcham (kompakt) va kichik massali, katta uzatish nisbatiga ega, tayanchlarga yuklama kichik, F.I.K. katta, yuqori kinematik aniqlikka, mustahkamlikka va ishonchlilikka ega.

Lekin kamchiliklarga ham ega: konstruktiv tuzilishi murakkab, yasash va o'rnatish ishlariga yuqori aniqlik talablari, uzatish nisbatining oshishi bilan F.I.K.ning pasayishi.

Uning ishlash printsipti quyidagicha: z_b tojli g'altakning qo'zg'almas holda ($\omega_b=0$) z_a quyosh tishli g'altakning aylanishi (ω_a) satellit z_g ning o'z o'qi atrofida ω_g tezlik bilan aylanishiga olib keladi. Satellitlarning z_b tojli g'altak bo'yicha tebranma harakati uning o'qini harakatlantiradi va vodiloning ω_h tezlik bilan aylanishini ta'minlaydi. Satellit vodiloga nisbatan ω tezlik bilan aylanma harakat qiladi.



11.13-rasm. Planetar uzatma:

a-konstruktiv sxemasi; *b*-kinematik sxemasi

z_b tojli g'altak qo'zg'almas bo'lganligi uchun $\omega_b = 0$, vodiloning burchak tezligi

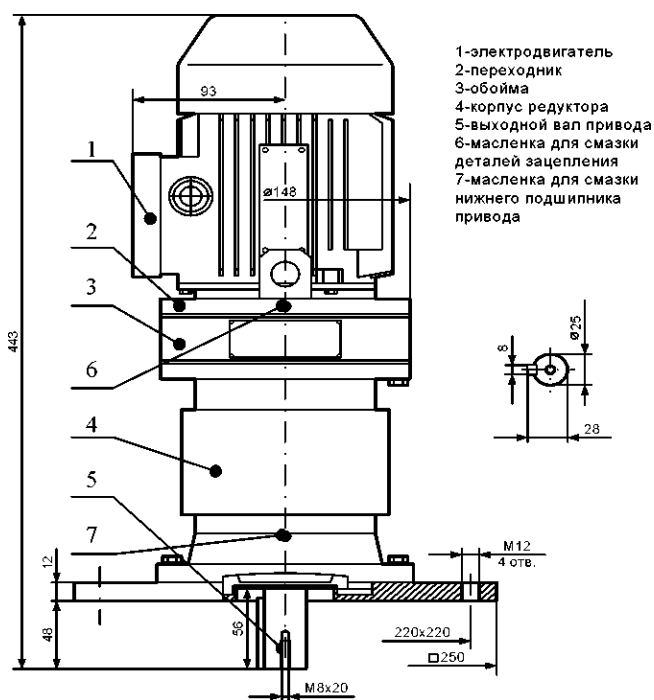
$$\omega_h = \omega_a / [1 + (z_b/z_a)].$$

Ushbu planetar uzatmaning uzatish nisbati $i = \omega_a / \omega_h$,
yoki oxirgi variantda $i = 1 + z_b / z_a$.

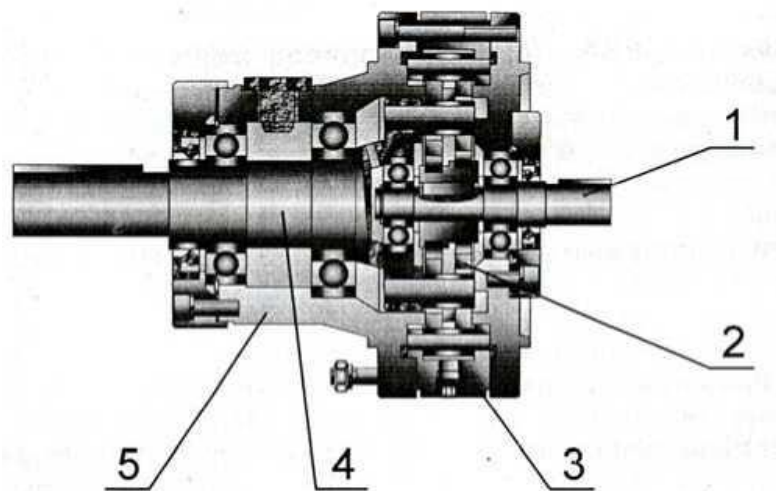


11.14-rasm. Planetar uzatmani drellda qo`llanishi

Misol tariqasida sikloidal reduktorli motor-reduktor konstruksiyasini ko`rib chiqamiz (11.15-rasm). Bu motor-reduktor maxsus konstruksiyali tsikloidal ilashmali planetar reduktor bo`lib, uning korpusiga elektrdvigatel joylashtirilgan.



11.15-rasm. Sikloidal reduktorli motor-reduktor umumiy ko`rinishi



11.16, *a*-rasm. Sikloidal reduktor

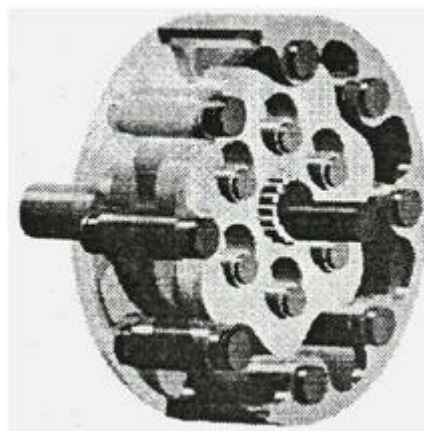
10.15 (*a, b, d*)-rasmda sikloidal reduktor konstruktsiyasi ko`rsatilgan. Sikloidal reduktor – bu sikloidal ilashmali planetar reduktor bo`lib, quyidagi qismlardan iborat:

- 1-ekstsentrikli va rolikli kirish vali;
- 2-sikloidal profil tishli 2 ta satellit;
- 3-o`qli va vtulkali oboyma (aylanma tsevkali g`altak);
- 4-barmoqli va vtulkali chiqish vali (vodilo);
- 5-reduktor korpusi.

Ikkita satellit kirish valida qarama-qarshi o`rnatilgan (satellitlar bir-biriga nisbatan  $180^\circ$ ga joylashtirilgan va ularning ekstsentrisitetlari diametral qarama-qarshi). Bu dinamik yuklamalarni muvozanatlashtirishni va eguvchi kuchlarning paydo bo`lishini oldini olishni ta`minlaydi.



11.15, *b*-rasm.



11.15, *d*-rasm.

Kirish vali aylanganda harakat val o`qiga nisbatan qarama-qarshi tomonlarga yo`naltirilgan 2 ta rolikli podshipshikli ekstsentrik yordamida satellitlarga uzatiladi. Satellitlar oboymaning tsevkalari (tishlari) bo`ylab sirpanib, kirish valiga nisbatan planetar harakatga keladi. Bunda kirish vali to`liq aylanganda satellitlarni valga nisbatan birta tishga val aylanishi yo`nalishiga qarama-qarshi aylanishiga olib keladi. Satellitlarning qarshi aylanishi satellitlarning teshiklarida joylashgan chiqish valining barmoqlariga uzatiladi. Ishqalishni kamaytirish uchun chiqish valining barmoqlariga vtulkalar kiydirilgan. Chiqish valining podshipniklari korpusda o`rnatilgan.

Sikloidal reduktorning xususiyatlari:

Quvvat uzatish samadorligi. Bir bosqichli reduktor F.I.K. 92,5% gacha, ikki bosqichli reduktorniki – 85 % gacha.

Aylanish chastotasini o`zgartirish diapazoni kengligi va ixchamlilik. Bir

bosqichli reduktor uchun uzatishlar nisbati 9 dan 119 gacha, ikki bosqichli reduktor uchun 12257 gacha.

Reduktorning nisbiy material sig'imi 0,03-0,08 kg/N·m.

Yuqori yuklamali qobiliyati. Reduktor uzoq muddatda katta zarbali va o'zgarib turadigan eng yuqori yuklamalarga chidab beradi.

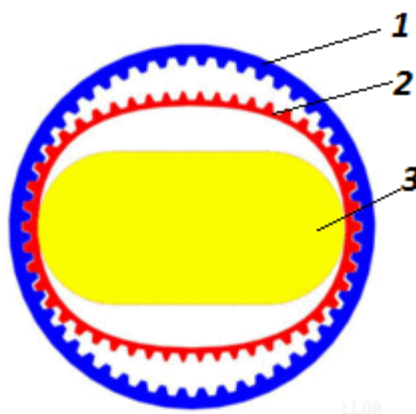
Ishonchlilik. Reduktor 90 % li inkorsiz ishlash ehtimolligi bilan 20000 soat uzluksiz ishlashga garantiya beradi. Bir smenali ishda reduktor ishlash muddati 15 yilga teng.

Kichik inertsialilik. Reduktorning katta uzatishlar soni yuritmaning keltirilgan moment inertsiasining kichikligini ta'minlaydi.

Shovqin darajasining pastligi. Ilashmaning ko'pjuftligi yurishning silliqqligini, vibratsiyaning yo'qligi shovqinning darajasini 62...70 dB bo'lishini ta'minlaydi.

3.To'lqinli (volnovoy) tishli uzatma

To'lqinli (volnovoy) tishli uzatma ichki tishlarga ega qattiq o'rnatilgan tishli g'altak 1 dan, tashqi tishlarga ega egiluvchan tishli g'altak 2 dan va to'lqinlar generatori 3 dan iborat (11.16-rasm).

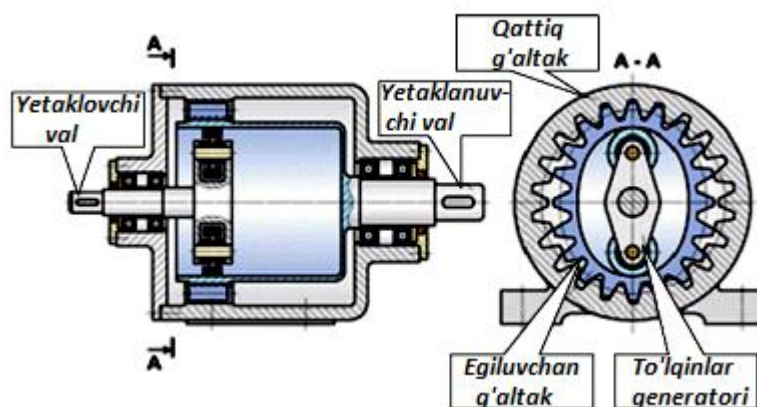


11.16-rasm. To'lqinli tishli uzatma

To'lqinli uzatma – egiluvchan elementlarda to'lqinlar deformatsiyasi davriy qo'zg'atish evaziga harakatni uzatuvchi mexanik uzatmadir. Harakatlar tishlar

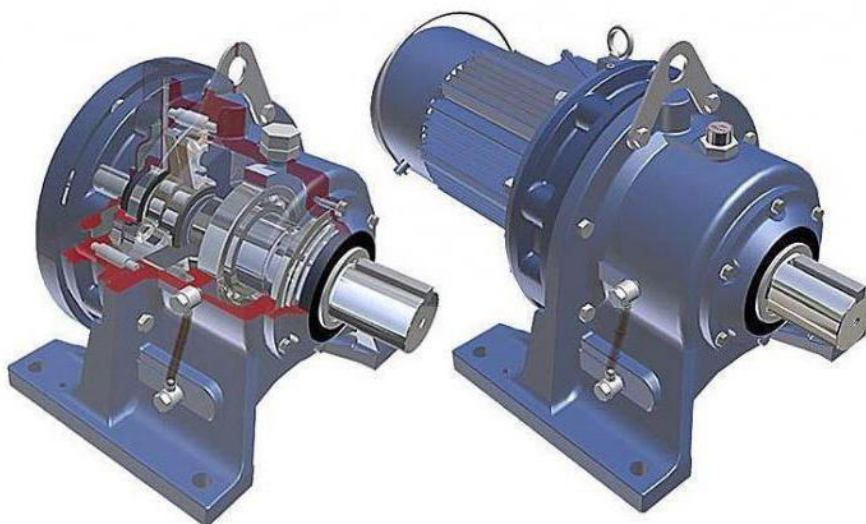
yordamida va vint printsipli hamda friktsiyali kontakt hisobida amalga oshiriladi. 1959 yilda amerikalik muhandis *U.Masser* tomonidan ixtiro qilingan.

Toʻlqinli tishli uzatmalar bitta bosqichda juda katta uzatishlar sonini taʼminlaydi. Ularnin F.I.K. planetar uzatmalariday.



11.17-rasm. Toʻlqinli reduktor (sxemasi)

Kamchiliklari: gʻaltakning katta oʻlchamli diametrlarida toʻlqinlar generatori yetaklovchi vali aylanish chastotasining chegaralanganligi, boshqa tishli uzatmalarga nisbatan egiluvchan gʻaltaning aylantirish xususiyatining pastligi.



11.18-rasm. Toʻlqinli reduktor



11.19-rasm. *HanZhen* kompaniyasining toʻlqinli reduktori

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Bevosita kontaktli harakat oʻzgartiruvchilariga qanaqa uzatmalar kiradi?
2. Tishli uzatmalar turlari?
3. Tishli gʻaltak ajratuvchi diametr qanday hisoblanadi?
4. Planetar reduktorlarning tuzilishi va ishlash printsipli.
5. Sikloidal reduktor qanday ishlaydi?
6. Toʻlqinli (volnovoy) tishli uzatmaning ishlash tartibini tushuntiring.

Maʼruza №12

Friktsion uzatmalar. Egiluvchan uzatish moslamalari

Reja:

1. Friktsion uzatmalar
2. Tasmali uzatmalar
3. Zanjirli uzatmalar

Asosiy kalit soʻz va iboralar

Friktsion uzatma; tasmali uzatma; shkvlar; yassi va parchin kesimli tasma; zanjirli uzatma; rolikli, vtulkali, vtulkali zanjirlar

1.Friktsion uzatmalar

Friktsion uzatma (lot. *frictio*- *ishqalanish*) - mexanik energiyani uzatish uchun o`z orasidagi ishqalanish kuchidan foydalaniladigan kinematik juftlik.

Friktsion uzatmada harakat yetaklovchi katokdan yetaklanuvchi katokka ular kontaktlashish joyida paydo bo`ladilagan ishqalanish kuchi ta`sirida uzatiladi. Rostlanmaydigan friktsion uzatmalar asosan silliq va shovqinsiz ishlaydigan asboblarda ishlatiladi. Rostlanadigan friktsion uzatmalar – variatorlar – 20 kVt quvvatgacha ega mashina yuritmalarida qo`llaniladi.

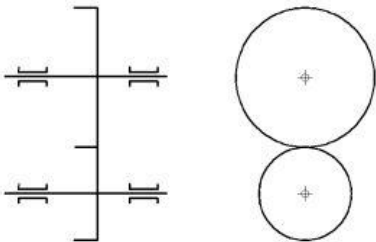
O`qlarni joylashishiga qarab friktsion uzatmalar silindrik (o`qlar parallel), konusli (o`qlar perpendikulyar) va lobovoy (o`qlar ayqash)larga bo`linadi (12.1-rasm).

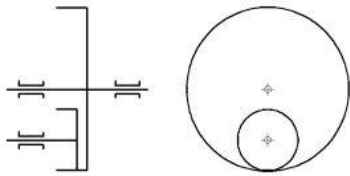
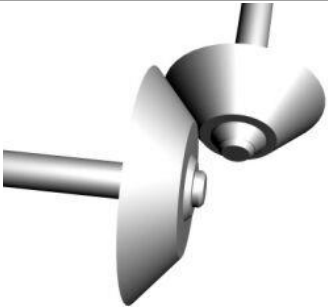
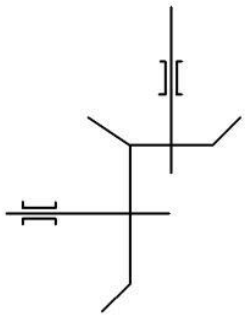
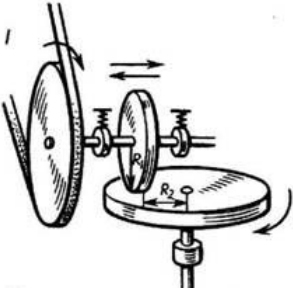
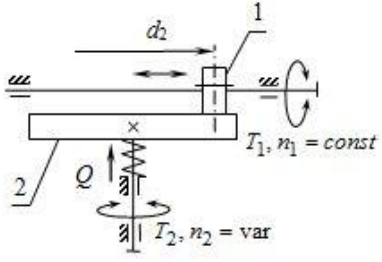
Afzalliklari:

- 1.Xizmat ko`rsatish va konstruksiyasining soddaligi;
2. Aylanma harakatning bir xilligi va shovqinsizligi;
3. Uzatma aylanishini to`xtatmasdan uzatish nisbatini bosqichsiz rostlash imkoniyati.

Kamchilmklari:

1. Buksirovka paytida katoklar ishchi yuzalarining katta va har xil yeyilishi;
2. Bosish kuchi ta`sirida val va podshirniklarda katta yuklamaning hosil bo`lishi;
3. Katoklarning sirpanishi natijasida uzatish nisbatining doimiy bo`lmasligi.

Uzatma turi	Kinematik sxemadagi tasviri
 Silindrik, tashqi. Katoklar aylanishi har tomonga bajariladi	

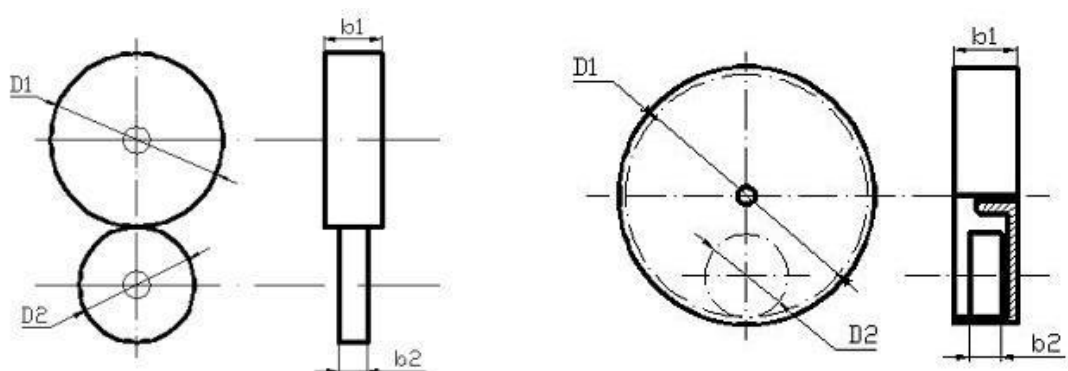
 Silindrik, ichki. Katoklar aylanishi bir tomonga bajariladi	
 Konusli. Aylanish yo`nalishini o`zgartiradi	
 Lobovoy uzatma	

12.1-rasm. Friktsion uzatmalar turlari

Friktsion uzatmalar ochiq va yopiq bo`ladi. Ochiq uzatmalarda ilashish quruq bo`ladi. Yopiq uzatmalarda ilashish moy muhitida amalga oshiriladi.

Friktsion uzatmalarda yetaklovchi katok diametri D_1 ning yetaklanuvchi katok diametri D_2 ga nisbati uzatishlar nisbati deyiladi (12.2-rasm):

$$i = D_1/D_2$$

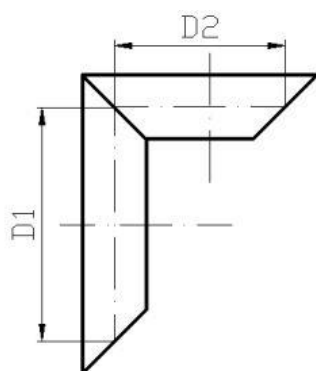


12.2-rasm. Silindrik friktsion uzatma turlari

Agar $i > 1$ bo'lsa, uzatma ko'paytiradigan bo'ladi, ya'ni D_2 g'altakning aylanishlar soni D_1 g'altakning aylanishlar soniga nisbatan i qiymatga teng marta katta bo'ladi. Lekin quvvat kamayadi, ya'ni D_2 g'altakdagi quvvat D_1 g'altakdagi quvvatga nisbatan taxminan i qiymatga teng marta kichik bo'ladi.

Agar $i < 1$ bo'lsa, uzatma kichraytiruchi bo'ladi, bunda D_2 g'altak yetaklovchi, D_1 g'altak esa yetaklanuvchi bo'lishi kerak.

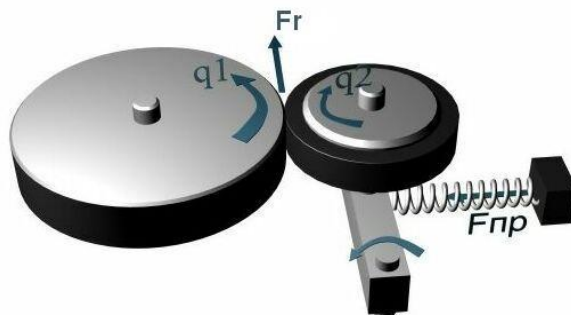
Friktsion uzatmalarni hisoblashda, ko'pincha, burchak tezlik kattaligidan foydalanilashadi. Uning o'lchov birligi *radian / sekund*, ya'ni 1 sekundda g'altak 1 radian kattalikka aylanadi. $1 \text{ radian} = 57,2958 \text{ gradus}$. Bundan kelib chiqadiki 1 ob/sek burchak tezlik 6,2832 rad/sek ga teng.



12.3-rasm. Konusli friktsion uzatma

Konusli uzatmalarni hisoblashda geometrik diametr qiymatini qabul qilish g'altaklarning o'rtacha diametri D_1 va D_2 bo'yicha amalga oshiriladi (12.3-rasm).

Friktsion uzatmalarda katoklarni bir-biriga qisish kuchini yaratish kerak bo'ladi. Bu vazifani, ko'pincha, prujinalar bajarishadi.



12.4-rasm. Katoklarni prujina yordamida qisish

Katoklar bir-biriga F_{pr} kuch bilan qisilganda ular kontaklashadigan joyda ishqalanish kuchi F_f paydo bo'ladi, bu kuch aylantiruvchi kuch F_r ni hosil qiladi (12.4-rasm). Uzatma normal ishlashi uchun $F_f \geq F_r$ sharti bajarilishi kerak. Bu shartning bajarilmasligi uzatmani buksovkaga va katoklarni yeyilishiga olib keladi. Ishqalanish kuchi F_f qiymati aylantiruvchi kuch F_r dan ilashish zahira koeffitsienti B qiymatiga katta bo'lishi kerak. $B = 1,25 \dots 2,0$ ga teng. Katoklar orasidagi ishqalanish koeffitsienti f o'rtacha quyidagicha bo'ladi:

- po'lat yoki cho'yan charm teri yoki ferrodo bilan quruq $f = 0,3$ (ferrodo-friktsion, issiqqa chidamli kompozit material);
- shuning o'zi moy muhitida $f = 0,1$;
- po'lat yoki cho'yan po'lat yoki cho'yan bilan quruq $f = 0,15$;
- shuning o'zi moy muhitida $f = 0,07$.

2.Tasmali uzatma

Tasmali uzatma egiluvchan uzatish moslamalariga kiradi. Yetaklovchi 1 va yetaklanuvchi 3 shkivlardan va ularni aylanib o'tuvchi tasma 2 dan iborat (12.5-rasm). Aylanish kuchi shkiiv va tasma orasida paydo bo'ladigan ishqalanish kuchi

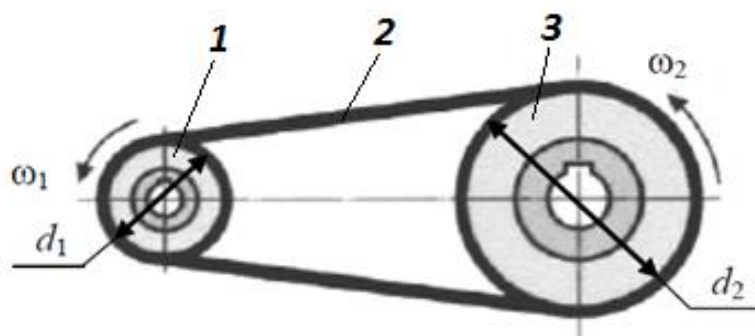
evaziga paydo bo`ladi. Kerak bo`lgan ishqalanish kuchini hosil qilish uchun tasma tarang tortilgan bo`lishi lozim.

Tasmali uzatmaning quvvatni uzatish qiymati 50 kVt gacha, juda ham kam holatda 1500 kVt gacha bo`ladi. Tasmaning tezligi 5-50 m/s gacha, tezyurar uzatmalarda 100 m/s gacha yetadi.

Boshqa uzatmalar bilan birga tasmali uzatmani yuritmaning tezyurar bosqichida ishlatiladi.

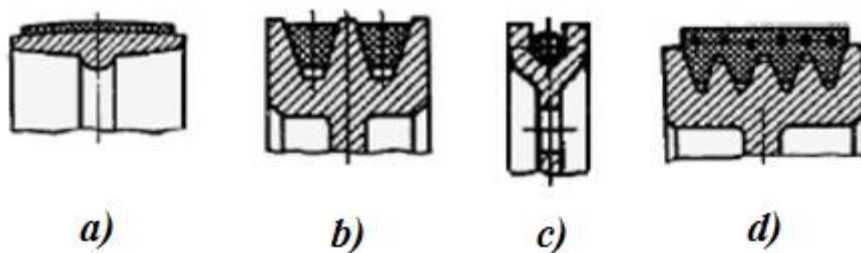
Tasmali uzatmaning klassifikatsiyasi. Tasmaning ko`ndalang kesimi bo`yicha quyidagilarga bo`linadi: yassi tasmali (12.6-rasm, a); parchin tasmali (12.6-rasm, b); aylana tasmali (12.6-rasm, c); poliparchin tasmali (12.6-rasm, d).

Zamonaviy mashinasozlikda va boshqa sohalarda parchin va poliparchin tasmali uzatmalar kengroq qo`llaniladi (12.7-rasm).



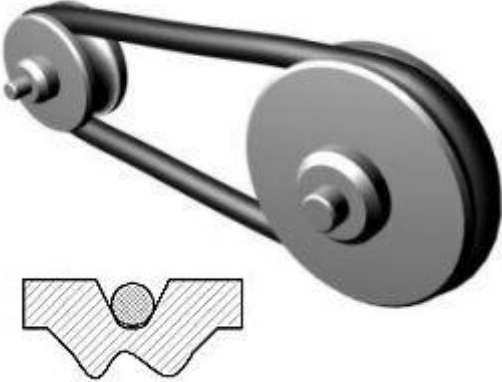
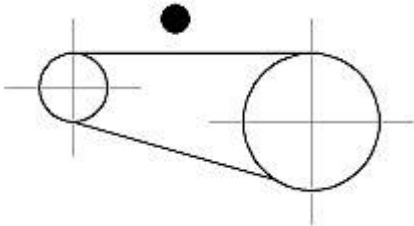
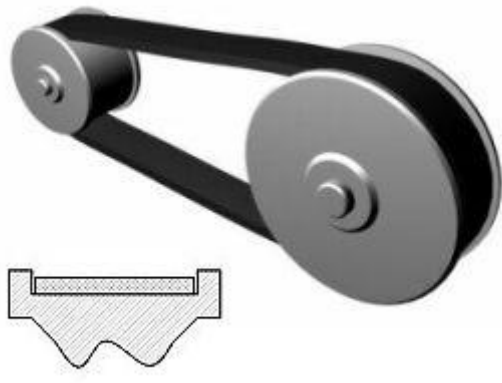
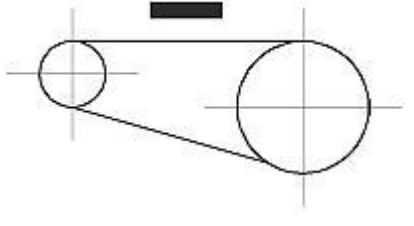
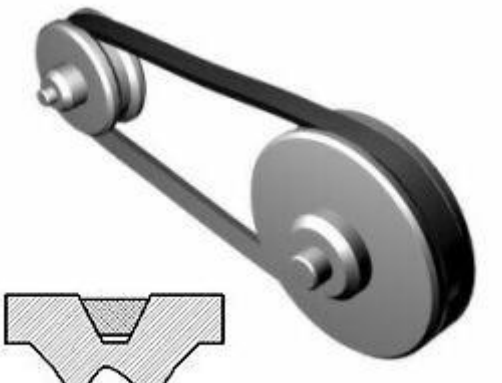
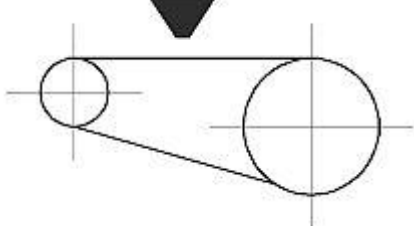
12.5-rasm. Tasmali uzatma.

d_1, d_2 –shkivlar diametri; ω_1, ω_2 –shkivlarning aylanish burchak tezligi



12.6-rasm. Tasmalarning ko`ngdalang kesimi

Oddiy tasmali uzatmalar

Tasviri	Belgilanishi
	 Aylana ko`ndalang kesimli tasma.</b></p> <p>Tasmaning ko`ndalang kesimi va shkivning botiqligi bir-biriga to`g`ri kelgani uchun yaxshi ilashishni ta`minlaydi va shkivni enini kamaytiradi. Bunday uzatmalar, asosan, miniatyurali aniq ishlaydigan avtomatik qurilmalarda ishlatiladi (masalan, avtomatik rostlash sistemalari). Tasmalar asosan rezinadan tayyorlanadi.
	 Yassi tasmali uzatma. Tasmaning eni evaziga yaxshi ilashishni ta`minlaydi. Uzatma yasalishi sodda, lekin eni katta shkivlarni va shkiv o`qlarini paralleligini talab etadi.
	 Parchin (trapetseidal) ko`ngdalang kesimli tasmali uzatma, uning profili <math>40^\circ</math> burchak ostidagi trapetsiya shaklida bo`ladi. Bunday uzatmalar yuqori kuchlama bilan ishlaydigan qurilmalarda, m.: metall kesuvchi stanoklarda, konveyerlarda ishlatiladi.

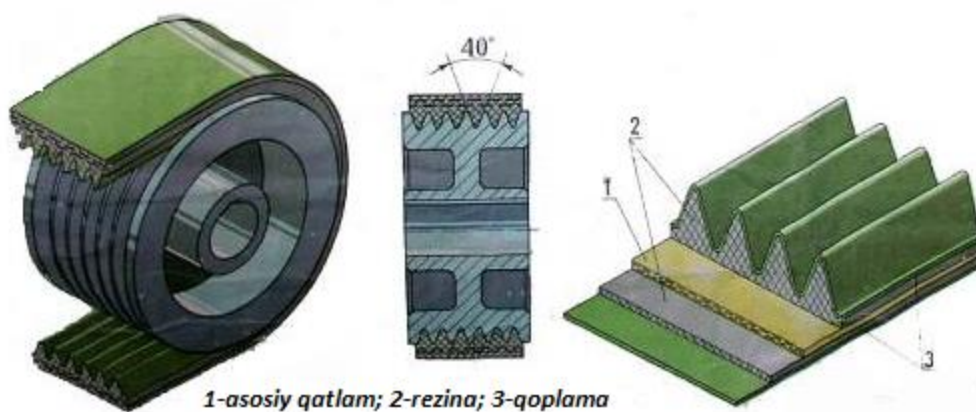
Vallarining fazoda joylashuvi bo`yicha tasmali uzatmalar quyidagilarga bo`linadi:

- 1) parallel valli uzatmalar: ochiq (12.8-rasm, a), kesishmali (12.8-rasm, b);

- 2) yarim kesishgan uzatmalar (12.8-rasm, c);
- 3) val o`qlari bir-biriga perpendikulyar joylashgan uzatmalar (12.8-rasm, d).

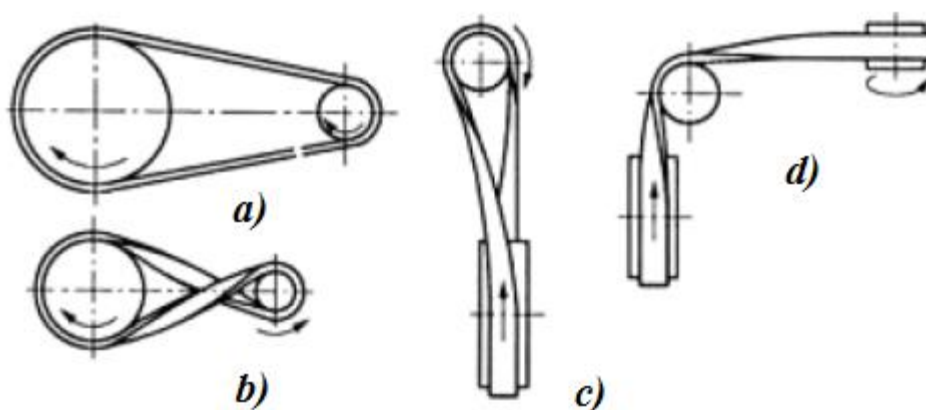


a) parchin tasmali uzatma;



b) poliparchin tasmali uzatma

12.7-rasm. Parchin va poliparchin tasmalar



12.8-rasm. Tasmali uzatmalarda vallarning joylashuvi

Tasma yasaladigan materiallarga quyidagi talablar qo`yiladi:

- har xil kuchlanishlarga mustahkamlik;
- yeyilishga qarshilik;
- shkiv bilan ishonchli ilashish;
- narxining arzonligi.

Eng ko`p tarqalgan tasmalar – prorezinali tasmalar. Ularning asosiy elementlari gazlama-rezinali va shnur-rezinali bo`ladi. Ular ichida shnurli tasmalarning F.I.K. katta, egiluvchanroq va uzoq xizmat qiladi.

Shkivlar cho`yandan, po`latdan, alyuminiy qorishmalaridan, plastmassadan va boshqalardan tayyorlanadi. Diametrlari standartlashtirilgan.

Afzalliklari:

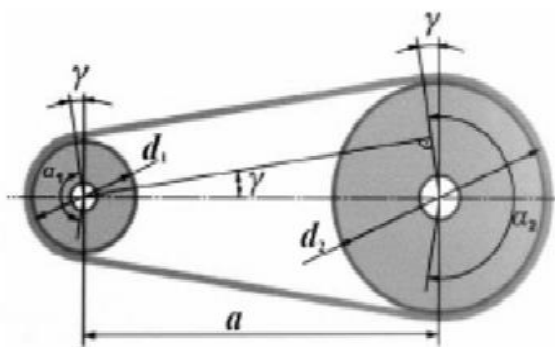
- konstruktsiyasi sodda;
- katta masofalarga (15 m gacha) harakatni uzatish imkoniyati;
- katta aylanish chastotalarida ishlash imkoniyati;
- ishining silliqligi va shovqinsizligi;
- vibratsiya va urilishlarni kamaytirish;
- tasmaning sirpanishi evaziga mexanizmlarni ortiqcha yuklamadan himoyalash.

Kamchiliklari:

- uzatmadagi shkivlarning radial o`lchamlari kattaligi;
- tasmalarning uzoq xizmat qila olmasligi;
- tasmalarning sirpanishi uchun doimiy uzatish nisbatini ta`minlay olmasligi;
- val va podshipgiklarda yuklamaning ko`pligi.

Tasmali uzatmalarning geometrik parametrlariga quyidagilar kiradi (12.9-rasm):

- shkivlar diametri d_1 va d_2 ;
- o`qlar orasidagi masofa a ;
- tasmaning hisoblangan uzunligi L_p ;
- tasmaning kichik shkivni o`rab olish burchagi α_1 .



12.9-rasm. Tasmali uzatmaning geometrik parametrlari

Tasmaning hisoblangan uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

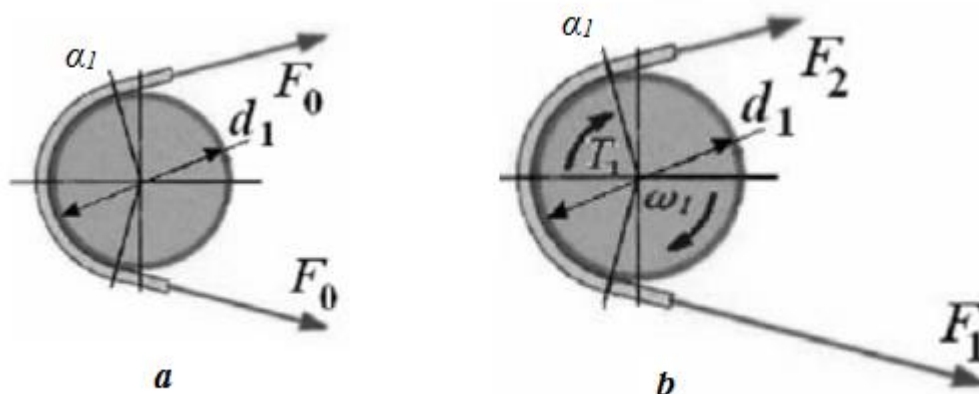
$$l = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}.$$

Tasma uzunligini standart qatordan yuqorida aniqlangan qiymatga yaqin qiymat tanlab olinadi va o`qlar orasidagi masofa korrektsiyalanadi.

Tasmaning kichik shkivni o`rab olish burchagi α_1 quyidagicha aniqlanadi (12.10-rasm):

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ (d_2 - d_1)/a;$$

- yassi tasmali uchun $\alpha_1 \geq 150^\circ$;
- parchin tasmali uchun $\alpha_1 \geq 120^\circ$.



12.10-rasm. Tasmaning ikkita tarmog'ida ta'sir qiluvchi kuchlar

Tasma va shkiv o`rtasida ishqalanish hosil qilish uchun tasmani oldindan  $F_0$  ga teng kuch bilan tarang tortish kerak (12.10-rasm, a). Qancha kuch  $F_0$  katta bo`lsa, shuncha uzatmaning tortish xususiyati katta bo`ladi. Uzatma ishlamaganda yoki salt holatda bo`lganda tasmaning 2 ta tarmog`ida faqat oldindan tortilgan  $F_0$  kuch ta`sirida bo`ladi. Foydali aylanuvchi moment  $T_1$  uzatila boshlaganda tasmaning tarmoqlarida tortish kuchi o`zgaradi. Yetaklovchi tarmog`ida tortish kuchi  $F_1$  gacha oshadi, yetaklanuvchi tarmog`ida esa F_2 gacha kamayadi (12.10-rasm, b).

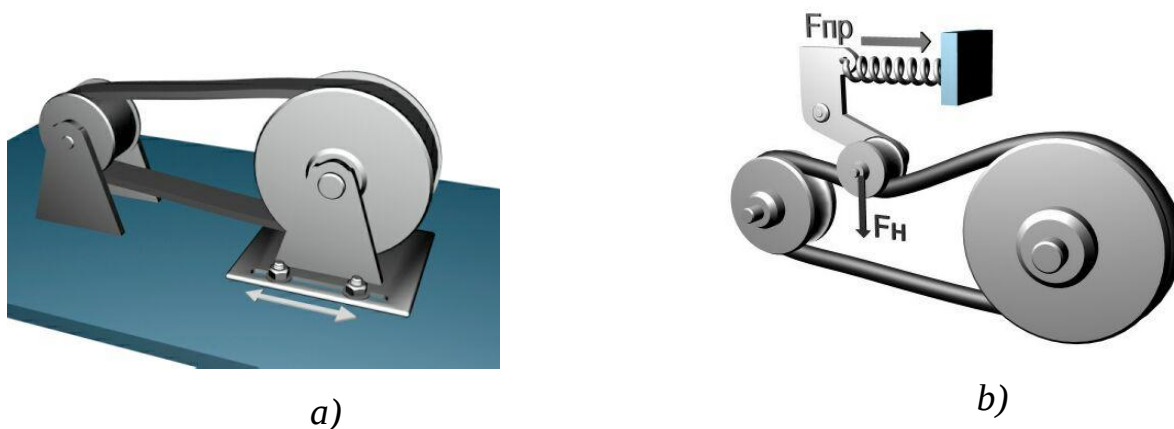
Tasmali uzatmada 2 ta sirpanish hosil bo`lishi mumkin: elastik va buksirovka. Uzatma normal ishlaganda elastik sirpanish hosil bo`ladi. Elastik sirpanish yetaklovchi va yetaklanuvchi tarmog`larda tortish kuchi har xilligi evaziga paydo bo`ladi. Elastik sirpanish koeffitsient ξ bilan xarakterlanadi. U shkivlardagi tezliklar farqini ifodalaydi:

$$\xi_t = \frac{v_1 - v_2}{v_1},$$

Shuning uchun tasmali uzatmalarda uzatish nisbati doimiy bo`lmaydi. Bundan kelib chiqib tasmali uzatmalarda uzatish soni quyidagicha aniqlanadi:

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{d_1(1 - \xi)}.$$

Tasma tarang tortilmagan bo`lsa u probuksovkalanadi, ya`ni tasma shkiv yuzasi bo`ylab ishqalanishsiz aylanadi. Tasmani tarang tortish uchun har xil moslamalar ishlatiladi. M.: bitta shkiv o`rnatilgan asos harakatchan bo`ladi (12.11-rasm, a), yoki prujinali rolik yordamida tasmani taranglash (12.11-rasm, b).



12.11-rasm. Tasmani tarang tortish usullari

3. Zanjirli uzatmalar

Zanjirli uzatmalar ham egiluvchan ilashish qurilmalariga kiradi. Zanjirli uzatmalar o`qlari parallel vallarga katta masofalarga, tishli uzatmani ishlata olmaydigan va tasmali uzatmaning ishonchliligi past bo`lgan holatlarda, aylanma harakatni uzatish uchun qo`llaniladi. Zanjirli uzatmalar chiqish vallarida quvvat  $R \leq 120 \text{ kVt}$ , zanjir harakat tezligi  $V \leq 15 \text{ m/s}$  va uzatish nisbati  $i \leq 6$  bo`lganda asosan ishlatiladi. Zanjirli uzatma yetaklovchi va yetaklanuvchi yulduzchalardan hamda ularni aylanib o`tadigan zanjirdan iborat.

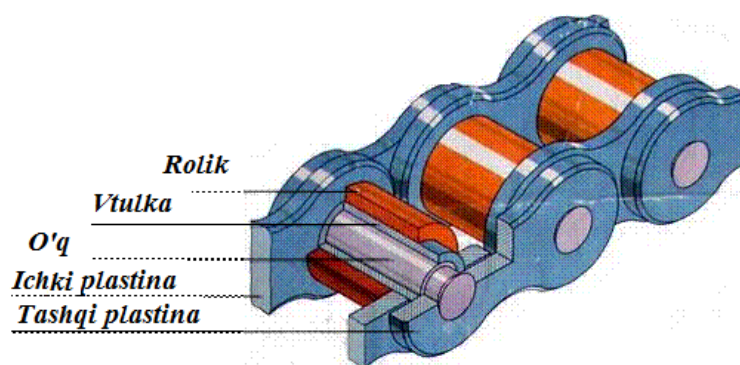
Ishlatiladigan zanjir turiga qarab ular quyidagilarga bo`linadi (12.12-rasm):

- 1) rolikli zanjirli;
- 2) vtulkali zanjirli;
- 3) tishli zanjirli.

Rolikli zanjirlar bir qatorli va ko`p qatorli bo`ladi. Vtulka presslangan ichki plastinadan va o`q presslangan tashqi plastinadan iborat. Vtulkaga roliklar o`rnatilgan bo`ladi. Vtulkali zanjirlarda roliklar bo`lmaydi. Tishli zanjirlar tish shakliga ega plastinalar majmuasidan iborat. Plastinalar sharnir yordamida bir-biri bilan bog`langan. Bitta qator yo`naltiruvchi plastinalarning botiq joyi bo`lmaydi.



12.12-rasm. Har xil zanjir turlari



12.13-rasm. Rolik vtulkali zanjir tuzilishi

Zanjir plastinalari o`rta uglerodli va legirlangan po`latlar 45, 50, 40X, 40XH, 30XH3A dan yasaladi. Po`latlar 40...50 HRC qattiqlikgacha toblanadi. O`qlar, roliklar va vtulkalar tsementlangan po`lat 15, 20, 15X, 20X, 12XH3, 20XH3A tayyorlanadi va 55...65 HRC qattiqlikgacha toblanadi.

Yulduzchalar po`lat 40, 45, 40X, 50Г2, 40XH dan yasaladi va qattiqligi 40...50 HRC bo`ladi.

Afzalliklari:

- uzoq masofalarga (8 m gacha) quvvatni uzatish;
- tasmali uzatmaga nisbatan vallarga kamroq yuklama, uzatadigan quvvat kattaroq va o'lchami kompaktroq;

- bitta zanjir yordamida bir nechta yulduzchalarga energiya uzatish imkoni.

Kamchiliklari:

- harakatining silliq emasligi;
- shovqin;
- sharnirlarning tez yeyilishi va zanjirning uzayishi.

Zanjirli uzatmalarning asosiy parametri – zanjirning qadami t (mm) hisoblanadi. Qadam qancha katta bo'lsa, shuncha zanjirning yuklama xususiyati ko'payadi. Zanjir qadamiga qarab boshqa geometrik xarakteristikalar aniqlanadi:

1. Yulduzchalar o'qlari orasidagi optimal masofa a (mm):

$$a = (30 \dots 50) \cdot t,$$

uzatishlar soni qancha katta bo'lsa, shuncha intervaldan katta qiymat olinadi.

2. Yulduzchalarning optimal tish soni:

$$z_1 = 31 - 2 \cdot u \geq 11, \text{ toq bo'lishi ma'qul;}$$

$$z_2 = z_1 \cdot u \leq 120 - \text{juft bo'lishi ma'qul.}$$

3. Yulduzchalarning ajratish diametri, mm:

$$d_{1(2)} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_{1(2)}}}$$

4. Yulduzchalarning tashqi diametri, mm:

$$D_{e1(2)} = t \cdot \left(K + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_{1(2)}} \right)$$

5. Zanjir zvenosi soni:

$$L_z = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{a}$$

L_t qiymati juft songacha yaxlitlanadi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Friksion uzatmaga tushuncha bering.
2. Rostlanadigan friksion uzatmalar nima?
3. Friksion uzatmalarning afzalliklari?
4. Tasmali uzatmaga tushuncha bering.
5. Tasmali uzatmaning klassifikatsiyasi.
6. Tasmali uzatmalarni hisoblash.
7. Zanjirli uzatmalarga tushuncha bering.
8. Ishlatiladigan zanjir turiga qarab ular qanaqa guruhlarga bo`linadi?

Ma'ruza №13

Mexatronikada tormozlarning va yo`naltiruvchilarning qo`llanishi

Reja:

1. Tormozli qurilmalarning vazifasi va turlari
2. Mexanik tormozli qurilmalar
3. Elektromagnit tormozli qurilmalar
4. Yo`naltiruvchilarning vazifasi va turlari

Asosiy kalit so'z va iboralar:

Tormozli qurilmalar; prujinali va rezinali tormozlovchi qurilmalar; friksion tormozlovchi uskunalar; elektromagnit tormozli qurilmalar; harakat yo`naltiruvchilar

1. Tormozli qurilmalarning vazifasi va turlari

Tormozli qurilmalar deb mexatronik modullar harakatchan zvenolarining tezligini pasaytirish, ularni to`xtatish va qo`zg'almas holatda ma'lum vaqt ichida

saqlash (fiksatsiyalash) funksiyalarini bajaruvchi qurilmalariga aytiladi.

Tormozlashda harakatchan massalarning tezlanish olayotgandagi kinetik energiyasi qayta tiklanadigan va tiklanmaydigan boshqa energiyaga (potentsial va issiqlik energiyalariga) o'tadi. Tormozli qurilmalar tormozlash uchastkasida manfiy ish bajaruvchi va harakat yo'nalishiga qarshi bo'lgan qo'shimcha kuch va qarshilik momentini hosil qiladilar.

Mexatronik modul zvenolarining kinetik energiyasi qisman yoki to'liq o'zgartiriladi (yutiladi yoki tarqatiladi). Bunda to'xtatish nuqtasiga yaqinlashgan sari harakatchan massalarning tezligi asta sekin kamaytiriladi, ularga ta'sir qiluvchi dinamik yuklama va zarbalar kamaytiriladi, bu ishchi organlarning tebranishi va sakrashi yo'qolishini ta'minlaydi.

Mexatronik modullar tormozli qurilmalariga quyidagi asosiy talab qo'yiladi:

- berilgan tormozlash qonunini ta'minlash;
- pozitsiyalash nuqtalarida harakatchan elementlarni fiksatsiyalash va to'xtatishni zarbasiz amalga oshirish;
- yuqori ishonchlilik va konsruksiyasining uzoqqa chidashi;
- konstrutsiyasining soddaligi va kompaktligi;
- ishlash sharoiti o'zgarganda xarakteristikalarining stabilligi;
- temperatura, namlik, tormozlash massasi, tezlikning o'zgarishlariga kichik sezgirligi;
- rostdlashning mumkinligi;
- ishlatish va ta'mirlash qulayligi;
- narxining arzonligi;
- minimal gabarit va massasi.

Unda qo'llaniladigan kuchga qarab tormozli qurilmalar *mexanik, elektrik, gidravlik, pnevmatik va kombinatsiyalashganlarga* bo'linadi.

Asosan mexanik va elektrik tormozli qurilmalar mexatronik modullarda kengroq ishlatiladi, shuning uchun ikkalasi batafsil ko'rib chiqamiz.

Mexanik tormozli qurilmalar *prujinali, rezinali, inertsion va friksion* tormozli qurilmalarga bo'linadi.

Elektrik tormozli qurilmalar *elektromagnitli, induktiv va gisterezisli* hamda *kukunli tormoz* uskunalariga bo`linadi.

2. Mexanik tormozli qurilmalar

Mexanik tormozli qurilmalarda qarshilik kuchi ishchi elementlarning deformatsiyalanishi natijasida (prujinali, rezinali qurilmalar) yoki ishqalanish natijasida (friksion qurilmalar) hosil qilinadi.

Elastik elementlar tarzida asosan, silindrik prujinalar hamda rezinali va rezina-metall elastik elementlar ishlatiladi.

Friksion tormozlarda asosiy ishchi elementlar – aylanma yoki ilgarilanma harakat qiluvchi ishqalanish juftlaridir.

Oddiy tormozli qurilma funktsional zveno va ular harakat o`qlariga parallel tayanchlar orasida o`rnatilgan bir yoki bir nechta tsilindrik prujinalardan tuzilgan bo`ladi yoki alohida konstruktiv uzal shaklida shakllantirilgan bo`ladi.

Prujinaning qarshilik kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_{\text{mp}} = cx = c(x_0 + x_{\text{d}}) = F_0 + F_{\text{d}}, \quad (13.1)$$

bu yerda x — prujinaning to`liq deformatsiyasi;  $x_0$  — prujinani boshlang'ich qisish deformatsiyasi;  $x_{\text{d}}$  — prujinaning qo`shimcha deformatsiyasi; F_0 — prujinaning boshlang'ich qarshilik kuchi; F_{d} — prujinaning qo`shimcha qarshilik kuchi;  $c$  — qattqlik (жесткость), (N/mm) silindrik o`ramli prujina uchun:

$$c = \frac{F}{x} = \frac{Gd^4}{8nD^3},$$

G — prujina materiali uchun 2-tur elastiklik moduli (po`lat prujinalar uchun  $G=(7,85...8) \cdot 10^4$  MPa);  $d$  — prujina simi diametri, mm;  $D$  — prujina o`rami o`rtacha diametri, mm;  $n$  — prujinaning ishchi o`ramlar soni.

Mexatronik harakatchan zvenoni to`xtatish harakatchan zveno kinetik energiyasi va prujinaning elastik deformatsiyasi potentsial energiyasi bir-biriga teng bo`lganda sodir bo`ladi.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{cx^2}{2}.$$



13.1-rasm. «Bavun» firmasining prujinali tormoz qurilmasi

Prujinali qurilmalarning afzalliklariga uning katta deformatsiyalarda ishlashi, uzoq muddatli statik yuklamalarga chidamliligi, harorat o`zgarishlariga chidamliligi kiradi. Shu bilar birga uning quyidagi kamchiliklari bor: kuch xarakteristikalarini rostdashning qiyinligi; prujinaning boshlang`ich qisish tormozlanadigan massasaga nisbatan yuklamaning ortishiga olib keladi.

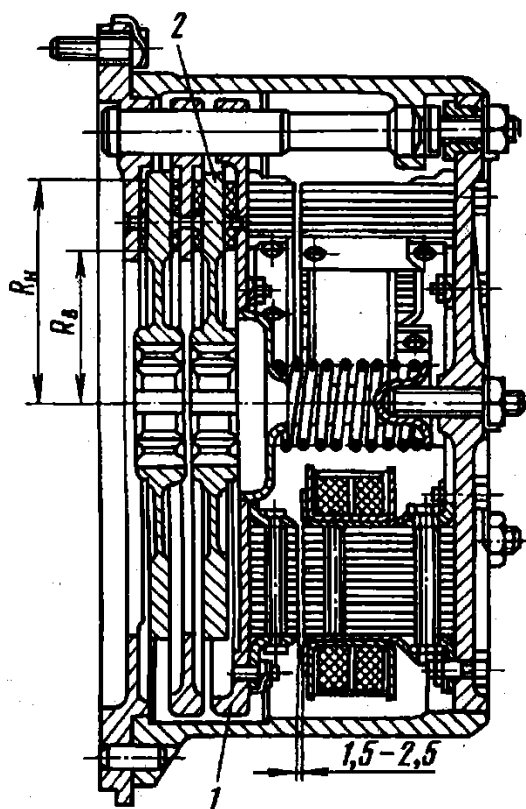


Bu elektromagnitli prujinali tormoz bo`lib, ikkita tormoz tekisligiga ega, va bu tekisliklarning tormoz kuchi prujina orqali hosil qilinadi hamda elektromagnit kuchi yordamida ko`paytiriladi.

**13.2-rasm. KEB Combistop M firmasi
prujinali tormozi**

O`q bo`yicha bosiladigan tormozlar. Bu turdagi tormozlarda tormozlovchi moment tormoz vali o`qi bo`yicha ta`sir qiladi. Bular diskli va konusli bo`ladi.

Diskli tormozlarda kerak bo`lgan ishqalanish momenti qo`zg`almas disklar 1 ni tormozlovchi val bilan birga aylanuvchi disklar 2 ga bosish yordamida hosil qilinadi (13.3-rasm). Yopuvchi oxirgi kuch sifatida prujina kuchi, yuk og`irligi yoki inson kuchi xizmat qilishi mumkin. Bu kuchlar richagli, gidravlik yoki pnevmatik tizimlar orqali yetkaziladi.



**13.3-rasm. Pруjina kuchi yordamida
ishlovchi diskli elektrmagnit yuritmalı
diskli tormoz**

Rezinali tormozlovchi qurilmalar bir nechta ketma ket ulangan elementlarni o`z ichiga oladi (13.4-rasm, a), hamda rezinali vtulka 1 va metall shaybalar 2dan tashkil topgan. Tormozlash qurilmalarning konstruksiyasiga qarab rezinali vtulkalar qisishga (13.4-rasm, a,б) yoki siljishga (13.4-rasm, в) moslab ishlaydi. Qisishga moslab - ishlaydigan vtulkalar uncha katta bo`lmagan ta`sirchanlikka, ammo ko`proq yuk ostida

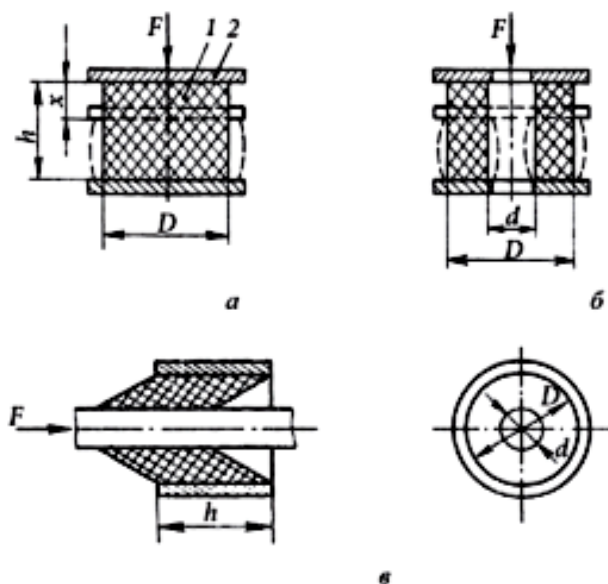
ishlashga mo'ljallangan, siljitish vtulkasi esa katta ta'sirchanlikka ega va uncha katta bo'lmagan kuch ostida ishlaydi.

Rezina uncha katta bo'lmagan kuchlanish ostida o'z formasini o'zgartiradi. Yopiq muhitda o'zini qisilmaydigan suyuqlik sifatida tutadi. Shuning uchun qisish uchun ishlaydigan rezinali elementlar uchun qisish o'qiga nisbatan perpendikulyar ravishda deformatsiya bo'lishini ta'minlashni nazarda tutish lozim.

Muntazam ko'ndalang kesimga ega bo'lgan (13.4-rasm, *a, b*) rezinali elementni bir o'qli qisishda sodir bo'ladigan elastik qarshilik kuchi quyidagiga teng:

$$F = \frac{chx}{h-x},$$

bu yerda c - rezinaning o'q bo'yicha qattiqligi, N/mm.



13.4-rasm. Rezinali tormoz elementlari

$$c = \frac{BEA}{h},$$

bu yerda: E - rezinaning dinamik modul elastikligi, $E = (0,6 \dots 1,0) \cdot 10^{-8}$ MPa; A - rezinali elementning ko'ndalang kesimi sathi; h - deformatsiyaga uchramagan element balandligi; x — element deformatsiyasi kattaligi; B - qattiqlanish koeffitsienti, u quyidagiga teng:

$$B = 1 - f \cdot K_{\phi},$$

bu yerda: f -tayanch materiali va rezina orasidagi ishqalanish koefitsienti (“rezina-po`lat” jufligidagi moylanmagan yuzalar uchun  $f=0,12\dots 0,15$ );  $K_f$ -shakl koefitsienti (diametri  $D$  va balanligi  $h$  bo`lgan butun silindrik rezina elementlari uchun $K_f=D/4h$; tashqi diametri D va ichki diametri d bo`lgan rezinali vtulkalar uchun $K_f=(D-d)/4h$).

Rezinali vtulkani qisishda mustahkamlik sharti quyidagicha:

$$\sigma_{\text{cx}} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{\text{cx}},$$

bu yerda $[\sigma]_{\text{cx}}$ — ruxsat etilgan qisish kuchlanishi, o`rta qattqlikdagi rezina uchun $[\sigma]_{\text{cx}} = (2,5\dots 5,0)$ MPa.

Siljishga ishlaydigan rezina elementi uchun (13.4-rasm, v) elastik qarshilik kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = c' \cdot x$$

bu yerda c' -rezinaning siljishga qattqlik koefitsienti, N/mm,

$$c' = \frac{2\pi \cdot Gh}{\ln \frac{D}{d}}.$$

Siljishga ishlaydigan rezinali vtulka uchun mustahkamlik sharti quyidagicha:

$$\tau_{\text{max}} = \frac{F}{\pi dh} \leq [\tau],$$

bu yerda $[\tau]$ - zarbali qisqa muddatli yuklamada rezina uchun ruxsat etilgan kuchlanish, o`rta qattqlikdagi rezina uchun $[\tau] = (1\dots 2)$ MPa.

Rezina vtulkaning ichki yuzasida siljishning maksimal kuchlanishi paydo bo`ladi.

Rezina metall qurilmalar yuqori ishonchlilik, ishlatishga qulaylilik va katta energiyahajmlilik xususiyatlariga ega, hamda konstruksiyasi va texnologiyasi oddidir.

Ularning harorat va namlikning o'zgarishiga sezgirligi, texnik xarakteristikasining individualligi (ikkita bir xil o'lchamdagi elementlar turli qattiqlikka ega) kamchilik bo'lib hisoblanadi.

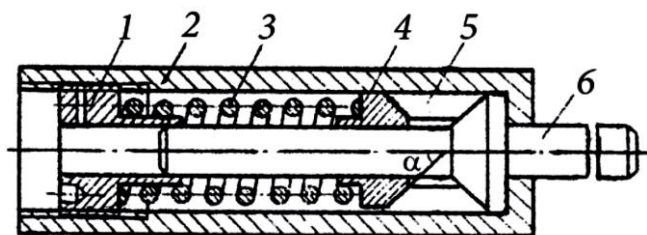
Friktsion tormozlovchi uskunalarni tormozlash va oraliq nuqtalarda pozitsiyalash uchun hamda zvenolarni ushlab turish (fiksatsiya qilish) uchun qo'llaniladi.

Friktsion qurilmalarning asosiy xususiyati - ularning kinetik energiyaning ko'rigismini issiqlik energiyasiga o'zgartirishi va bu issiqlikni atrof muhitga tarqatilishidir.

Elastik elementlardan tashkil topgan friktsion qurilmalar orqaga beruvchi kuch kattaligidagi potentsial energiyani bir qismini jamlab oladi, elastik elementlarsiz friktsion qurilmalar esa beriladigan hamma kinetik energiyani yutadi.

Friktsion tormozlovchi qurilmalar konstruksiyasi turli xil bo'ladi. Ular avtonom yoki dvigatel ichiga qurilgan, boshqariladigan yoki boshqarilmaygan, normal yopiq yoki ochiq, bir yoki ikki tomonli amal qiluvchi bo'lishi mumkin. Ammo turi va konstruksiyasidan qat'iy nazar, ular bir yoki bir nechta friktsion juftlikdan iborat bo'ladi. Juftliklarning harakati natijasida ishqalanish kuchi hosil bo'ladi. Odatda friktsion juftlikning bittasi qaysi korpus yoki boshqa uzalg nisbatan tormozlash amalga oshirilsa, o'sha korpusga yoki boshqa uzalg harakatsiz mahkamlangan bo'ladi.

Silindrik prujina va kesilgan konusli vtulka bilan jihozlangan elastik-friktsion tormozlash qurilmasi 13.5-rasmda ko'rsatilgan. Konus bortikli shtok 6 harakatlanganda segment 5 ichki silindrsimon yuza 2 bo'ylab silliq siljiydi va prujina 3ning qisishi natijasida oshib boradigan kuch bilan yuza 2ga yopishadi. Prujina konussimon vtulka 4 va boshqariladigan vintli vtulka 1 orasida joylashgan.



13.5-rasm. Elastik-friktsion tormozli qurilma

Sterjenning harakatiga qarshilik qiladigan kuch quyidagicha hisoblanadi:

$$F_{\text{comp}} = F_{\text{np}} + F_{\text{c.т}},$$

bu yerda: F_{comp} - prujinaning elastiklik kuchi (formula 13.1); $F_{\text{c.т.}}$ -segment va korpus orasidagi quruq ishqalanish kuchi.

$$F_{\text{c.т}} = F_N \cdot f = \frac{2F_{\text{np}} \cdot f(1 - f_1 \cdot \text{tg}\alpha)}{f_1 + \text{tg}\alpha},$$

F_N — segment va korpus orasidagi normal bosim kuchi; f — segment va korpuslar orasidagi sirpanish koeffitsienti; (13.1-jadval); f_1 — shtok 6, vtulka 4 va segmentlar 5 orasidagi sirpanish koeffitsienti, (13.1-jadval); α — korpus va shtok o`qi orasidagi burchak.

Yuklanishni olgandan so`ng, shtokning qayta yurishi prujinalar elatik kuchi asosida amalga oshiriladi.

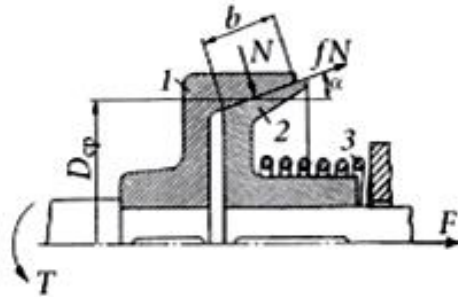
13.1-jalval. Ruxsat etilgan bosim va ishqalanish koeffitsienti

<i>Friksiya juftligi materialli</i>	<i>Konusli tormoz</i>		<i>Diskli tormoz</i>	
	<i>[q], MPa</i>	<i>f(f₁)</i>	<i>[q], MPa</i>	<i>f(f₁)</i>
<i>Toblangah po'lat</i>	—	—	2...4	0,1
<i>Po'lat-cho'yan</i>	3...4	0,15	2...3	0,15
<i>Po'lat-bronza</i>	5...6	0,05	4...5	0,05
<i>Po'lat-ferrodo</i>	1...2	0,3	2...2,5	0,3
<i>Po'lat-tekstolit</i>	4...5	0,2	5...6	0,2
<i>Po'lat-bronza</i>	3...4	0,05	4...5	0,05

Friksion konusli tormoz (13.6-rasm) ishchi zvenoli aylanib turuvchi konus 1, ilgarilama harakat qiluvchi konus 2 va prujinadan 3 iborat. Harakat qiluvchi zvenoni to`xtatish uchun prujinaga beriladigan kuch quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$F_{np} = cx = \frac{2KT \cdot \sin \alpha}{D_{\varphi} \cdot f},$$

bu yerda $K = 1,25 \dots 1,5$ - ishlalish sharoitlarini hisobga oluvchi koeffitsient; T - konus 1dagi aylantiruvchi moment; f - konuslar materiallarining sirpanish koeffitsienti (13.1-rasm); α - konus hosil qiluvchi qiyalik burchagi, konuslarning tiqilib qolishini oldini olish maqsadida $\alpha > 12^\circ \dots 15^\circ$ sharti qabul qilinadi.



13.6-rasm. Friksion konusli tormoz sxemasi

Ishqalanishga qarshilik ko`rsatish shartidan:

$$q = \frac{2KT}{\pi D_{\varphi}^3 f \psi} \leq [q]$$

Ishqalanish yuzasining o`rtacha diametri hisoblanadi:

$$D_{\varphi} \geq \sqrt[3]{\frac{2KT}{\pi [q] f \psi}},$$

bu yerda: q - konuslar orasidagi bosim; $[q]$ — konuslar orasidagi ruxsat etilgan bosim (13.1-jadval); ψ - disklarni ishchi kengligi koeffitsienti, $\psi = b/D = 0,15 \dots 0,25$.

Ishqalanish yuzasining kengligi quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$b = \frac{2KT}{\pi D_{\varphi}^2 f [q]}.$$

Boshqa tarafdin:

$$D_{cp} = (D_1 + D_2)/2,$$

bu yerda D_1 va D_2 — ishqalanish yuzasining eng kichik va eng katta diametri:

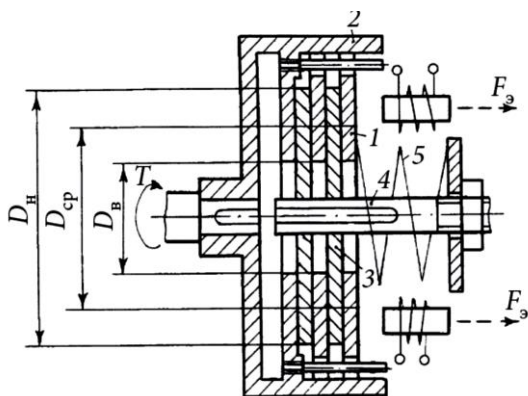
$$D_1 = D_{cp} - b \sin \alpha;$$

$$D_2 = D_{cp} + b \sin \alpha.$$

Tormozsizlantirish uchun $F > F_{np}$ kuch ishlatiladi.

Diskli friktsion tormozda (13.7-rasm) disklar 1 shlitsali birikma yordamida yarimmufta 2 bilan biriktirilgan, tormozlar diski 3 esa – yarimmufta 4 bilan biriktirilgan. 1 va 3 disklar oralig'i $\delta = 0,3 \dots 0,5$ mm deb qabul qilinadi. Disklar o'qlar bo'yicha siljish imkoniyatiga ega.

Prujina 5 yordamida disklar siljiydi va o'zaro tegilish natijasida friktsion juftlikni hosil qiladi.



13.7-rasm. Diskli friktsion tormoz sxemasi

Aylanma momentli T yordamida harakatlanayotgan zvenoni tormozlash uchun ishlatiladigan friktsion juftliklar soni konusli tormoz kabi siyqalanishga qarshilik ko'rsatish sharti bo'yicha aniqlanadi:

$$q = \frac{2KT}{\pi D_{cp}^3 f \psi Z} \leq [q],$$

bu yerdan

$$Z \geq \frac{2KT}{\pi D_{cp}^3 f \psi [q]},$$

bu yerda q -ishqalanayotgan yuzalardagi bosim; D_{cp} - o'zaro kontaktda bo'lgan yuzalar o'rtacha diametri:

$$D_{cp} = \frac{D_H + D_B}{2} = \frac{D_B}{1 - \psi},$$

D_H – disklar kontaktlashadigan xalqaning tashqi diametri.

$$D_H = D_{cp}(1 + \psi) = (3 \dots 5)d,$$

d - harakatchan zveno vali diametri; $D_v = (0,5 \div 0,6)D_n$ - kontaktlashadigan yuzalar ichki diametri; ψ - diskarning ishchi eni koeffitsienti.

$$\psi = \frac{D_{cp} - D_B}{D_{cp}} = \frac{b}{D_{cp}},$$

$\Psi = 0,33 \dots 0,11$ (ko`pincha $\psi = 0,25$) qabul qilishadi; b -diskarning ishchi eni.

$$b = \frac{D_H - D_B}{2} = \psi D_{cp};$$

$[q]$ va f – (13.1-jadvalga qarang).

Tormozning yetaklanuvchi qismidagi disklar soni

$$Z_{BM} = \frac{Z}{2} + 1,$$

Yetaklovchi qismidagi disklar soni

$$Z_{BIII} = \frac{Z}{2}.$$

Hisoblangan Z , Z_{BM} , Z_{BIII} butun sonlargacha yaxlitlanadi.

Friktsion juftliklar soni Z prujinaning kerakli kuchi quyidagicha hisoblanadi:

$$F_{np} = cx = \frac{3KT}{Zf} \cdot \frac{D_H^2 - D_B^2}{D_H^3 - D_B^3}.$$

Friktsion juftliklarning ajrashishi n elektromagnitlar yordamida amalga oshiriladi, bunda ularning kuchlari yig'indisi prujina kuchidan katta bo'lishi kerak, ya'ni, $nF_e > F_{np}$ (F_e — bitta elektromagnitning kuchi).

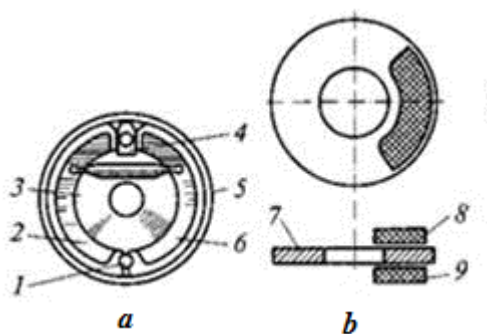
Ishqalanish kuchining nostabilligi va ish muhitining avval berilgan parametrlardan o'zgarishi (harakat tezligi, harakatlanayotgan jismlar massasi) haqiqiy

tormozlanishni avvaldan hisoblangan real tormozlanish qonunlaridan farqlanishiga olib keladi. Agar real ish rejimi doimiy ravishda o'zgarsa bu farqlar anchagina bo'ladi. Shuning uchun bu tipdagi tormoz qurilmalarni yetarlicha stabil rejimda ishlaydigan MMLarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

13.8-rasmda barabanli va diskli friksion tormozli mexanizmlar ko'rsatilgan.

Barabanli tormozda (13.8-rasm, *a*) baraban 5 avtomobil g'altagi bilan bog'langan va u bilan birga aylanadi. Friksion nakladkali tormoz kolodkalari 2 va 6 ostki qismlari bilan qo'zg'almas tormoz diski 3 da mahkamlangan o'q 1 da o'rnatilgan. Kolodkalar o'q 1 da aylanishi mumkin. Kolodkalar ustki qismi orasida kulak 4 joylashgan. Tormozlanganda kulak 4 kolodkalar 2 va 6 ni ajratib ularni g'altak bilan aylanuvchi baraban 5 ga qisadi. G'altakni tormozlash kolodkalar friksion nakladkalari va tormoz barabani orasida paydo bo'ladigan ishqalanish kuchi hisobiga amalga oshiriladi.

Diskli tormoz mexanizmida (13.8-rasm, *b*) tormoz diski 7 avtomobil g'altagi bilan bog'langan va u bilan birga aylanadi. Tormoz diskining ikki tomonidan ikkita aylanmaydigan friksion nakladkali kolodkalar 8 va 9 o'rnatilgan. Tormozlanganda kolodkalar diska qisiladi va g'altak aylanishiga to'sqinlik qiluvchi tormozlovchi moment mosil qilinadi.



**13.8-rasm. Friksion tormoz
mexanizmlari**

a-barabanli; *b*-diskli;

1-o'q; 2,6,8,9-kolodkalar; 3,7 -disklar;

4-kulak; 5-tormoz barabani

Barabanli tormoz qurilmasi detalirovkasi 13.9-rasmda keltirilgan. 1 va 3 qismlari qo'zg'aluvchan, 2 qismi – qo'zg'almas.

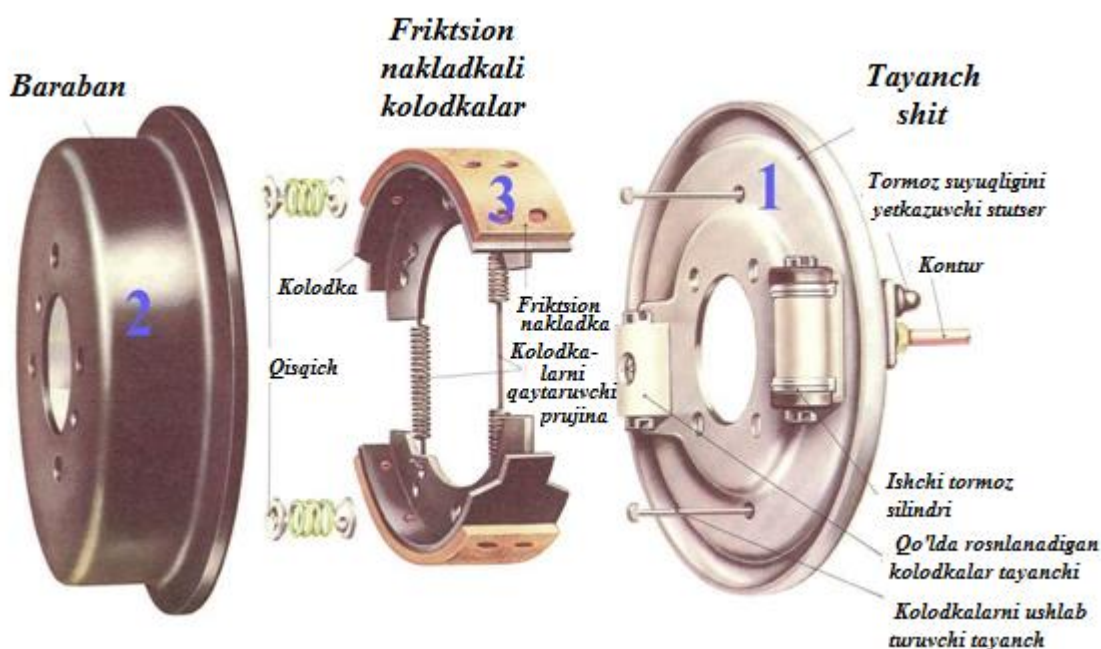
Barabanli tormozga konstruktiv quyidagi elementlar kiradi (13.9-rasm):

- g'altak stupitsasiga o'rnatilgan baraban;
- ishchi yuzasiga friksion nakladka ma'kamlangan tormoz kolodkalari;

- kuch hosil qiluvchi porshenli ishchi tormoz silindri;
- kolodkalarga mahkamlangan va ularni faol bo`lmagan vaqtda ushlab turuvchi prujinalar;

- stupitsaga o`rnatilgan tormoz shiti;
- tormoz kolodkalarining pastki tayanchi;
- tormoz kolodkalarini ushlovchi tayanch;
- tormozni to`xtatish mexanizmi.

Ishlash printsipti: haydovchi tormoz pedaliga bosish bilan sistemada ishchi bosim hosil qilinadi. Suyuqlik ishchi silindr porshenlariga ta`sir qiladi. Porshenlar tortuvchi prujinalar kuchini yengib tormoz kolodkalarini harakatga keltiradi. Kolodkalar barabanning ishchi yuzasiga yopishib uning aylanishini sekinlashtiradi. Baraban ishchi yuzasi va kolodkalar orasida ishqalanish kuchi natijasida g`altakning tormozlanishi yuzaga keladi. Tormoz pedalini bosmaganda tortuvchi prujinalar kolodkalarni birlamchi holatiga qaytaradi.



13.9-rasm. Barabanli tormoz qurilmasi detalirovkasi

Dasturlangan to`xtatish nuqtalariga va chiqish zvenosi (porshen yoki silindr) tezligini rostlash imkoniga ega bo`lgan tormozlash qurilmalarini (pozitsionerlar)

yaratish uchun dvigatel ichida o`rnatilgan friksion mexanizmlar qo`llaniladi. Ular porshen yoki silindr ichida o`rnatilgan bo`lib, tsilindr, shtok yoki boshqa aylanma detallar bilan o`zaro ta`sirlashadi.

Pozitsionerning chiqish zvenosini dasturiy to`xtatish uchun boshqariladigan friksion qurilmalar ishlatiladi. Ular o`zining shaxsiy yuritmasiga ega va boshqaruv tizimi komandasiga muvofiq u tormozni yopadi yoki ochadi.

3.Elektromagnit tormozli qurilmalar

Harakatlanuvchi zvenolarni to`xtatish (tormozlash) uchun to`xtatuvchi moment va kuchni yuzaga keltiruvchi manba sifatida elektrmagnit maydonni ishlatadigan *elektromagnitli tormoz qurilmalar* ishlatiladi. Elektrmagnit maydoni harakatlanayotgan elementga bevosita ta`sir etadi (elektromagnit, induksion va gisterezis tormozlar) yoki kukunsimon quruq yoki suyuq to`ldiruvchi orqali bilvosita ta`sir etadi (kukunli elektromagnit va ferromagnit suyuqlikli tormozlar).

Induktsiyali va gisterezis tipidagi elektromagnit tormozlovchi qurilmalar ishlash printsipli va tuzilishi rotor yoki statori qo`zg`almas bo`lgan elektr dvigatellarga o`xshaydi. Tormozning harakatlanuvchi va qo`zg`almas qismlarinig o`zaro ta`siri boshqaruv g`altaki (qo`zg`alish) tomonidan yaratiladigan elektromagnit maydon orqali amalga oshiriladi.

Kukunli va suyuq to`ldirgichlarli elektromagnit tormozlovchi qurilmalar ishlash printsipli va tuzilishi bilan friksion tormozlar va drosselli rostlanadigan gidravlik tormozlovchi qurilmalarga o`xshaydi.

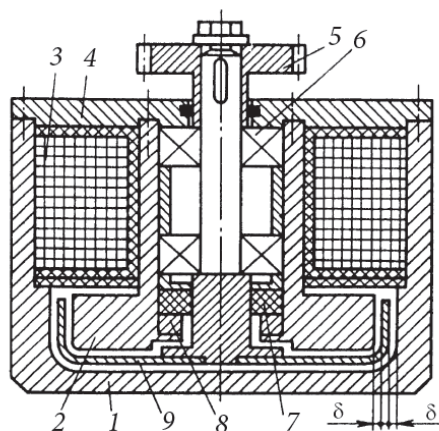
Friksion tipdagi kukunli elektromagnit tormozning ishlash printsipli quruq yoki moyda muallaq ferromagnit kukunning magnit maydonida o`zining qovushqoqligi oshirishi hamda magnit tizim yuzasiga mustahkam yopishish xususiyatiga asoslangan.

Ishchi yuzalarning nisbatan siljishi natijasida magnitlangan kukun zarrachalarining o`zaro ishqalanishi sababli qarshilik paydo bo`ladi. Markazda joylashgan zarrachalar ko`proq siljishga uchraydi. Zarrachalarning yopishga yuzasiga nisbatan siljishi kuzatilmasligi sabab ishchi sathlar siyqalaymaydi. Magnit paydon

bo'lmagan paytda, kukun va muallaq zarrachalarning qarshiligi pasayadi va tormoz elementlari bir-biriga bog'liq bo'lmaydi.

Kremniyorganik yoki mineral moylarda joylashtirilgan ferromagnit kukunlar magnit maydonida o'zining qovushqoqligini o'zgartiradi, va shu sababli u drossellenganda o'zgaruvchan gidravlik qarshilik xususiyati paydo bo'ladi.

Kukunli elektromagnit tormozning ishlash printsipli va tuzilishini ko'rib chiqamiz (13.10-rasm). Uning korpusi 1, serdechniki 2 va qopqog'i 4 po'latdan yasalgan. Yupqadevorli kam inertsiyali po'lat rotor 9 podshipniklarga 6 qotirilgan chiqish valiga ulangan. Serdechnikka qo'zg'alish cho'lg'ami 3 o'ralgan. Korpus va serdechnik oralig'idagi rotor joylashgan bo'shliq ferromagnit kukun bilan to'ldirilgan. Podshipniklar ichiga kukun kirib qolishini oldini olish uchun tiqin sifatida kremniyorganik suyuqligi bilan to'yintirilgan fetr xalqasi 7 va doimiy xalqa magniti 8 ishlatilgan. MMning harakatlanuvchi elementlari bilan tormoz shesternya 5 yordamida bog'langan.



13.10-rasm. Kukunli elektrmagnit tormozi

Boshqaruv katushkasi tomonidan beriladigan elektromagnit maydon ta'siri ostida tirqishlardagi kukun birlashib zichlashadi. Rotor yuzasining korpus devorlariga nisbatan siljishida magnitlangan kukun zarralarining ishqalanishi natijasida qarshilik paydo bo'ladi. Tormoz momentini aniqlaydigan siljishning solishtirma kuchi ishchi tirqishdagi magnit induktsiyasi, kukun tarkibi va tormozning bir qator konstruktiv parametrlariga bog'liqdir.

Rivojlanadigan tormoz momenti boshqaruv tokiga to'g'ri proporsional bo'lib, sirpanish tezligiga kam bog'liq. Tashqi diametri 100 mm bo'lgan tormoz aylanma tezliklar 10...15 m/s bo'lganda 20 N·m ga teng tormoz momentini hosil qilishga qodir.

Tok boshqaruvi bo'lmagan taqdirda qoldiq moment nominal momentning 0,5% dan ko'p bo'lmaydi.

Kukunli elektromagnit tormozning tormoz momenti quyidagi formula asosida hisoblanadi, N·m,

$$T_{TP} = \frac{\pi K_p K_B m D^3 P}{2},$$

bu yerda K_p - ish rejimi koeffitsienti, harakatlanuvchi elementlarni kattiq fiksatsiyalash holatida 1,0 ga teng va ular sirpanish paytida 0,7...0,9 ga teng; D - ishchi tirqishlar bo'yicha tormozning o'rtacha diametri, mm; $K_B = b/D$ - ishchi tirqish solishtirma kengligi bo'yicha koeffitsient, m - ishchi tirqishlar soni, (kukun qatlami soni); P - ishchi tirqishda bog'lanishning solishtirma kuchi, MPa,

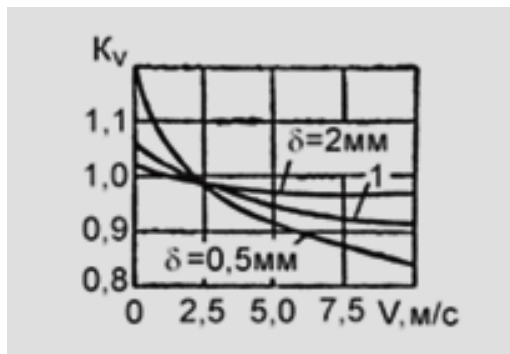
$$P = K_M K_v K_3 K_{\Pi} B_3^{\Pi},$$

K_M – to'ldiruvchi materialiga bog'liq bo'lgan koeffitsient (tarkibidagi temir miqdori 0,3...0,45 bo'lgan karbonil temir va moylar uchun $K_M = 1$; tarkibida temir moddasi 0,65 bo'lgan toza karbonil temir uchun $K_M = 1,4$; temir moddasi miqdori 0,5...0,65 bo'lgan karbonil temir va rux oksidi uchun $K_M = 1,1$; shu temir moddasi bo'lgan karbonil temir va kremniy ikki oksidi uchun $K_M = 1$); K_v - tirqish kengligiga bog'liq bo'lgan zarrachalarning tirqishdagi chiziqni tezligini ifodalovchi koeffitsient, (13.11-rasm); K_3 -ishchi tirqishlar sonining to'ldiruvchining zichligiga ta'sir etishini aniqlaydigan koeffitsient, (tirqishlar soni 1, 2, 4, 6, 8 bo'lganda bu koeffitsient K_3 1; 0,95; 0,9; 0,8; 0,7 ga teng); B_3 - elektromagnit induksiya kattaligi; K_{Π} va Π - to'ldiruvchi zichligi va tirqishlar kengligiga bog'liq bo'lgan kattaliklar (13.12-rasm).

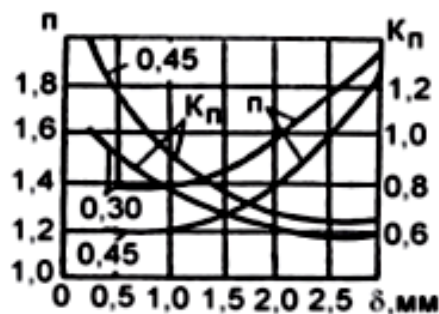
13.12-rasmda δ - ishchi tirqish, 0,5...3,0 mm ga teng (13.10-rasmga qarang). V_z induksiya yaratish uchun kerak bo'lgan magnitlangan kuch J_w (amper-vitki), quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$J_w = \frac{B_3(m\delta + \alpha)}{\mu_3},$$

bu yerda μ_z - tirqishning magnitlangan o'tkazuvchanligi (13.13-rasm, shtrixlangan egri chiziq quruq to'ldiruvchiga tegishli); α - B_3 induksiga va K_v ko'effitsientiga bog'liq bo'lgan ko'effitsient (13.14-rasm).



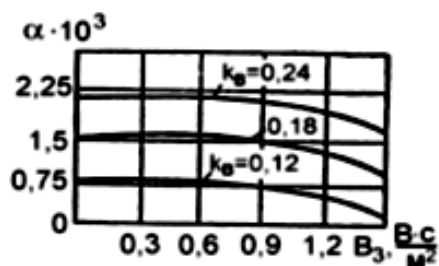
13.11-rasm. K_v ko'effitsiyentining chiziqli tezlikdan bog'liqligi



13.12-rasm. K_n ko'effitsiyentini va Π parametrining tirqishdan bog'liqligi

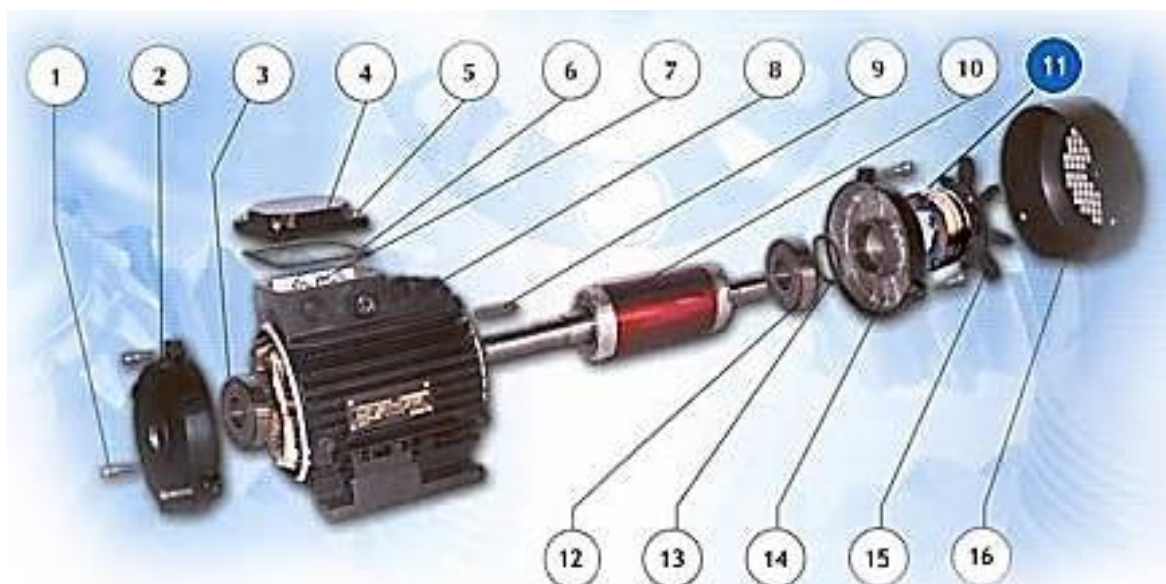


13.13-rasm. Tirqish magnit o'tkazuvchanligining induksiya dan bog'liqligi



13.14-rasm. α ko'effitsiyentining induksiya dan bog'liqligi

Loyihaviy hisoblarda $P = 0,03 \dots 0,17$ MPa deb olinadi, (P katta sonlari δ kichik sonlariga to'g'ri keladi).



13.15-rasm. Diskli tormozli elektrodvigatel

1-podshipnik shitini mahkamlovchi vint; 2-oldingi podshipnik shiti; 3-oldingi podshipnik; 4-chiqish korobkasi qopqog'i; 5-qopqoqni mahkamlash vinti; 6-prokladka; 7-klemma kolodkasi; 8-stanina; 9-shponka; 10-rotor val bilan; 11-elektromagnit tormozi; 12-orqadagi podshipnik; 13-prujinali xalqa; 14- orqadagi podshipnik shiti; 15-ventilyator; 16-ventilyator g'ilo fi.

Bu elektrdvigatellar mashina aylanuvchi qismlarini tormozlash uchun ishlatiladi, ularning vazifasi quyidagilar:

- yuritma xavfsizlik funksiyasini ta'minlash uchun avariya li tormozlash;
- pozitsiyalash funksiyasini ta'minlash uchun mashina ijrochi mexanizmlarini to'xtatish;
- elektr ta'minoti berilishi to'xtatilganda yuritmani to'xtatish vaqtini minimallashtirish.

Elektrodvigatel ishsiz holatida tormozlangan bo'ladi, bunda prijinalar yakorga bosuvchi ta'sir qiladi, yakor o'z navbatida tormoz diskiga qisiladi, tormoz diski blokirovkalanadi va tormozlovchi moment hosil bo'ladi.

Elektrodvigatel elektromagniti katushkasiga elektr kuchlanish berilganda elektromagnit yakorni o'ziga tortadi va yakor tormoz ta'siridan chiqadi hamda yakor elektrodvigatel valini aylanma harakatga keltiradi.

4. Yo`naltiruvchilarning vazifasi va turlari

Mexanizm elementlariga berilgan nisbiy harakatni ta`minlab beruvchi qurilmalar **yo`naltiruvchilar** deb ataladi.

MM da asosan ilgari lanma harakat uchun yo`naltiruvchilar ishlatiladi. Ular bir detalni ikkinchi detalga nisbatan berilgan aniqlik bo`yicha siljitish uchun ishlatiladi. Yo`naltiruvchilarga quyidagi talablar belgilangan:

- harakatni turkkisiz amalga oshirish;
- ishqalanishning uncha katta bo`lmasligi;
- ishlash resursining kattaligi;
- siyqalanishga chidamli;
- haroratning keskin o`zgarishlarida ishlash qobiliyati.

Ishqalanish turiga qarab sirpanadigan va tebranadigan yo`naltiruvchilar tavsiflanadi. Yo`naltiruvchilar va konstruktiv sxemalar turi quyidani faktorlarga qarab tanlanadi: yo`naltiruvchilarning vazifasi, harakatning aniqligi, ruxsat etilgan yuklama, ishqalanish kuchi kattaligi, yaratish narxi, o`rnatish qiyinligi va xizmat ko`rsatish imkoniyatlariga qarab tanlanadi.

Sirpanish va tebranish yo`naltiruvchilari qabul qiladigan yukiga qarab ochiq va yopiq turlariga bo`linadi. Ochiq turlariga kuch zanjirini yopish uchun qo`shimcha kuchlar ishlatish (harakatlanuvchi detalning massasi, yassi yoki spiralsimon prujinaning va membrananing kuchi) zarur bo`lgan qurilmalar kiradi. Yopiq turlariga kuch zanjiri uning konstruktiv formalari yordamida amalga oshiriladi.

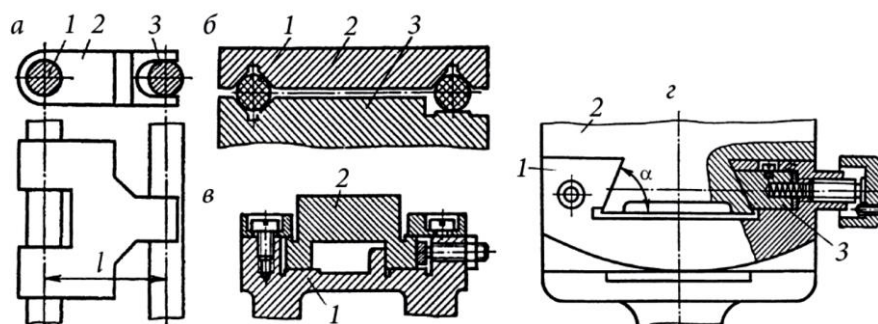
Ishchi yuzasining shakliga qarab yo`naltiruvchilar silindrsimon, prizmasimon, H-, II-, T-simon, shu bilan birga “qaldirg`och dumi”simon bo`lishi mumkin.

**Sirpanish yo`naltiruvchilari.** Sirpanish yo`naltiruvchilari konstruksiyasi tebranish yo`naltiruvchilaridan soddaroq hamda kichikroq gabarit o`lchamlarga ega. Material turiga qarab ular harorat o`zgarishlariga chidamli bo`lib hisoblanadi.

Ularning kamchiliklaran biri bu ishqalanishda energiya sarfining ko`pligi hisoblanadi.

Sirpanish juftligi 40, 50, Y8A markali po'lat CЧ12, CЧ15 markali cho'yan bilan, bronza БрОС10—2, БрОФ10—1, БрОТСС, latun bilan hosil qilinadi. Po'lat – bronza, po'lat –latun, po'lat-cho'yan juftliklari maqsadga muvofiqdir. Agar MM keskin harorat o'zgarishlarida ishlatilsa, unda chiziqli kengayish issiqlik koeffitsienti bir-biriga yaqin bo'lgan materiallarni ishlatish kerak.

Yopiq sirpanish yo'naltiruvchilarning konstruktiv sxemasi 13.16, *a*, *b*, *в*, hamda 13.17, *a-b* rasmlarda berilgan.



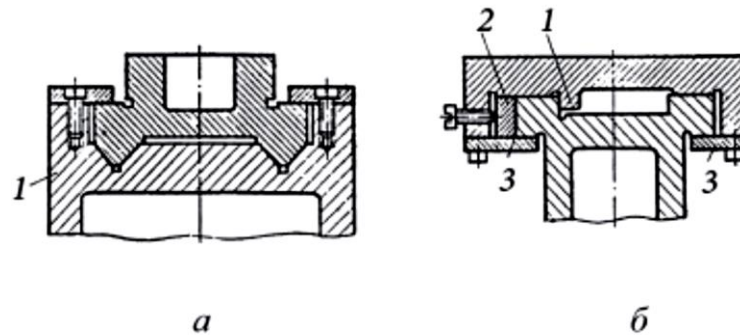
13.16-rasm. Sirpananish yonaltiruvchilar

13.16.*a*.- rasmdagi sxemada silindrik va yassi ishchi yuzali polzun 2 silindrsimon yo'naltiruvchilar 1 va 3 bo'ylab harakatlanadi, to'g'riburchakli prizmasimon yo'naltiruvchilar 1da II-simon prizma 2 (13.16- rasm *b*); prizmasimon yo'naltiruvchilar 1 bo'ylab burchakli “qaldirg'och dumi” profili α (odatda $\alpha = 60^\circ$) prizma 2 harakatlanadi. Aytib o'tish joizki, *qaldirg'och dumi* tipidagi yo'naltiruvchilar sinchkovlik bilan yig'ilish va moslashtirishni talab qiladi, chunki detallarning bir oz o'rnidan siljishi yo'naltiruvchilar to'xtatishga sabab bo'ladi.

Ochiq tipdagi yo'naltiruvchi sxemasi 13.16-rasm, *b* da berilgan: turg'un asos 3da mahkamlangan silindrik sterjen 1 bo'yicha prizmasimon ishchi yuzali karetk 2 harakatlanadi.

Prizmatik yo'naltiruvchilarda trapetsiyasimon to'g'riburchakli yoki uchburchak kesimli prizmalar 1 ishlatiladi (13.17-rasm, *a*). Yo'naltiruvchilar tirqishini rostlash

plankalar yoki “suxariklar” yordamida amalga oshiriladi. Sxemada (13.17-rasm, *b*) yo`naltiruvchilarni siljitish vistup 1 va plankalar 2 yordamida, vertikal siljitish esa ikkita plankalar 3 yordamida amalga oshiriladi.



13.17-rasm. Prizmalı sirpanish yonaltirgichi

13.16-rasm, *z* da ko`rsatilgan yo`naltiruvchilarda tirqishni rostlash “suxariklar” 3 yordamida amalga oshiriladi. Tanlash to`g`riligi va detallar birikmasining aniqligini quyidagi formula asosida tekshiriladi.

$$\Delta = D_1[(1 \pm \alpha_1(t - t_0))] - D_2[(1 \pm \alpha_2(t - t_0))],$$

bu yerda Δ — berilgan haroratda minimal tirqish, mm; D_1 — detalni qamrab oluvchi berilgan dopusk bo`yicha eng kichik diametri (yoki chiziqli o`lchamlari) mm; D_2 — detalni qamrab oluvchi berilgan dopusk bo`yicha eng katta diametri (yoki chiziqli o`lchamlari, mm); t_0 va t — o`z o`rnida yo`naltiruvchilarning boshlang`ich va oxirgi haroratlari, $^{\circ}\text{C}$; α_1 va α_2 — bog`langan detallar materialining chiziqli kengayishi koeffitsienti (13.2. jadval).

“Plyus” belgisini $t > t_0$, «minus» belgisini esa $t < t_0$ bo`lganda olinadi.  $\Delta \geq 0$  bo`lganda posadka to`g`ri bo`lgan sanaladi, boshqa hollarda bo`sh posadkani belgilash yoki chiziqli kengayishi koeffitsienti bir xil bo`lgan (farqi uncha ko`p bo`lmagan) materiallarni ishlatish kerak. Ayrim hollarda yo`naltiruvchilarning diametri va kengligini kamaytirish mumkin, ammo bunda konstruktsiyaning mustahkamligi va eskirishini inobatga olish lozim.

13.2-jadval. Materialning chiziqli kengayishi koeffitsienti α .

<i>Material</i>	<i>Koeffitsiyent $\alpha \times 10^{-6}$</i>
<i>Uglerodli po'lat legirlangan</i>	11,5...12 20
<i>Xrom</i>	9
<i>Cho'yan</i>	10,4
<i>Bronza</i>	17...18
<i>Latun</i>	18,5...19,8
<i>Mis</i>	17
<i>Kumush</i>	19...19,7
<i>Orgshisha</i>	13



13.18-rasm. GUDDEL kompaniyasining chiziqli harakatlanish tizimi

Bu modullar 500 m/min tezlikni, 10 m/s^2 tezlanishni hamda ko'p harakat qaytarilishni $<0,1 \text{ mm}$ ni ta'minlaydi. Ishlash shovqini past va ishonchlilik darajasi baland.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Tormozli qurilmalar deb nimaga aytiladi?
2. Mexatronik modullar tormozli qurilmalariga qanaqa asosiy talablar qo'yiladi?

3. Qo`llaniladigan kuchga qarab tormozli qurilmalar qaysi turlarga ajratiladi?
4. Mexanik tormozli qurilmalarnig qaysi turlari mexatronika tizimlarda ishlatiladi?
5. Friksion tormozlovchi uskunalar qanday ishlaydi?
6. Harakat yo`naltiruvchilarning vazifasi va turlari

Modul 3. Mexatronikada harakat modullari

Ma'ruza №14

Mexatronik modullar strukturasi va kvalifikatsiyasi. Harakat modullari

Reja:

1. Mexatronik modullarining strukturasi va kvalifikatsiyasi (tasnifi).
2. Harakat modullari.

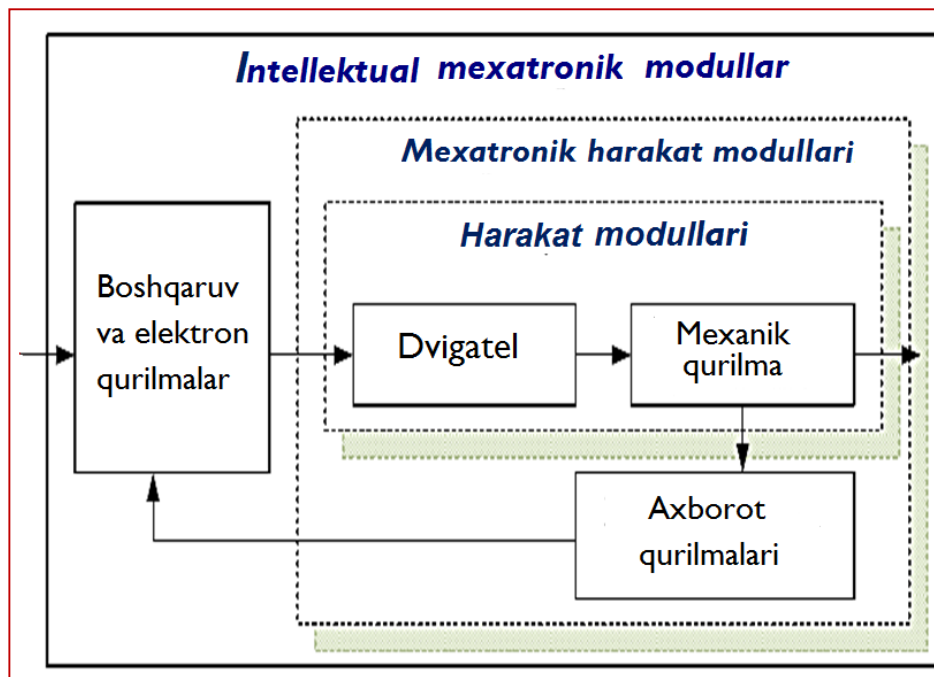
Asosiy kalit so'z va iboralar

Mexatronik modullar strukturasi; harakat moduli; mexatronik harakat moduli; intellektual mexatronik modul; motor-reduktorlar; yuqori momentli dvigatellar; "dvigatel-ishchi organ" tipidagi yuritmalar; elektrshpindellar

1. Harakat modullarining strukturasi va kvalifikatsiyasi (tasnifi).

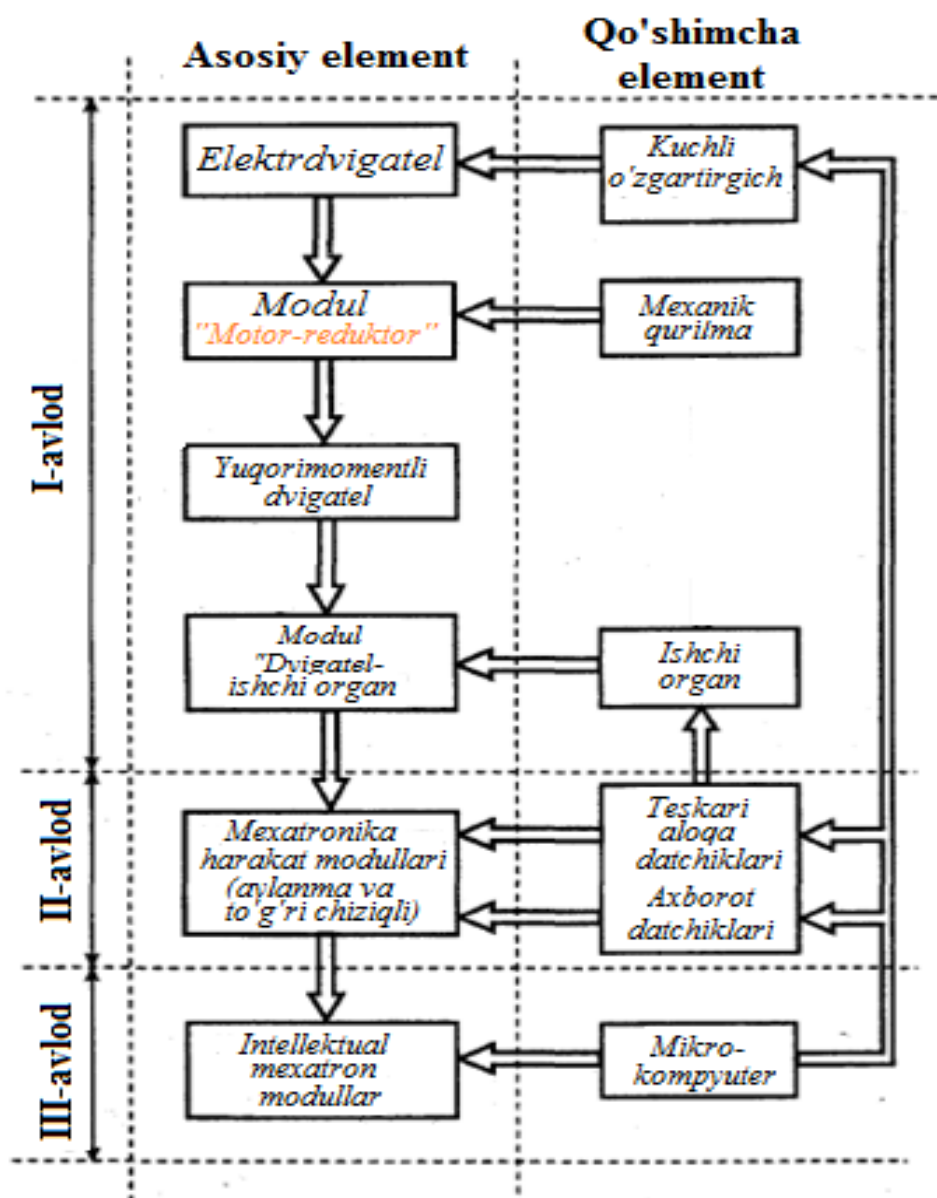
Mexatronik modullar strukturasi. Mexatronik modullarni ularni tashkil qilgan elementlariga qarab 3 ta guruhga ajratish mumkin (14.1-rasm).

- ***Harakat moduli (HM);***
- ***Mexatronik harakat moduli (MHM);***
- ***Intellektual mexatronik modul (IMM)***



14.1-rasm. Mexatron modullarning strukturasi

Harakat moduli (HM) — konstruktiv va funksional mustaqil mahsulot bo'lib, unda boshqariladigan dvigatel va mexanik qurilma konstruktiv birlashtirilgan.



14.2-rasm. Mexatron harakat modullarining rivojlanish sxemasi

Mexatronik harakat moduli (MHM) - — konstruktiv va funksional mustaqil mahsulot bo'lib, unda boshqariladigan dvigatel, mexanik qurilma va axborot qurilmasi konstruktiv birlashtirilgan. Ta'rifga asosan HMga ko'ra bu yerga axborot qurilmasi joylashtirilgan (14.1-rasmga qarang).

Axborot qurilmasi tarkibiga teskari aloqa va axborot datchiklari, hamda signallarni qayta ishlovchi va o'zgartiruvchi elektron bloklar kiradi. Bularga misol bo'lib, harakat tezligi va burchak bo'yicha harakat haqidagi axborotni beruvchi fotoimpulsli datchiklar (inkoderlar), optik lineyklar, aylanuvchi transformatorlar va b. xizmat qiladi.

Intellektual mexatronik modul (IMM) - konstruktiv va funksional mustaqil mahsulot bo'lib, dvigatel mexanik, axborot, elektron va boshqaruv qismlarni sinergetik inegratsiyalash yo'li bilan qurilgan. Shunday qilib, IMMLarda konstruktsiyasida MHMga nisbatan qo'shimcha boshqaruvchi va elektron qurilmalar joylashtirilgan. Bu qurilmalar IMMga intellektual xususiyatlarni yaratadi. Bu guruhga raqamli hisoblash qurilmalari (mikroprotessorlar, signalli protessorlar va b.), elektron kuchli o'zgartirgichlar, kompyuterli aloqa va bog'lanish qurilmalari kiradi.

Mexatronika modullarining kvalifikatsiyasi (tasnifi) 14.3.-rasmda keltirilgan.

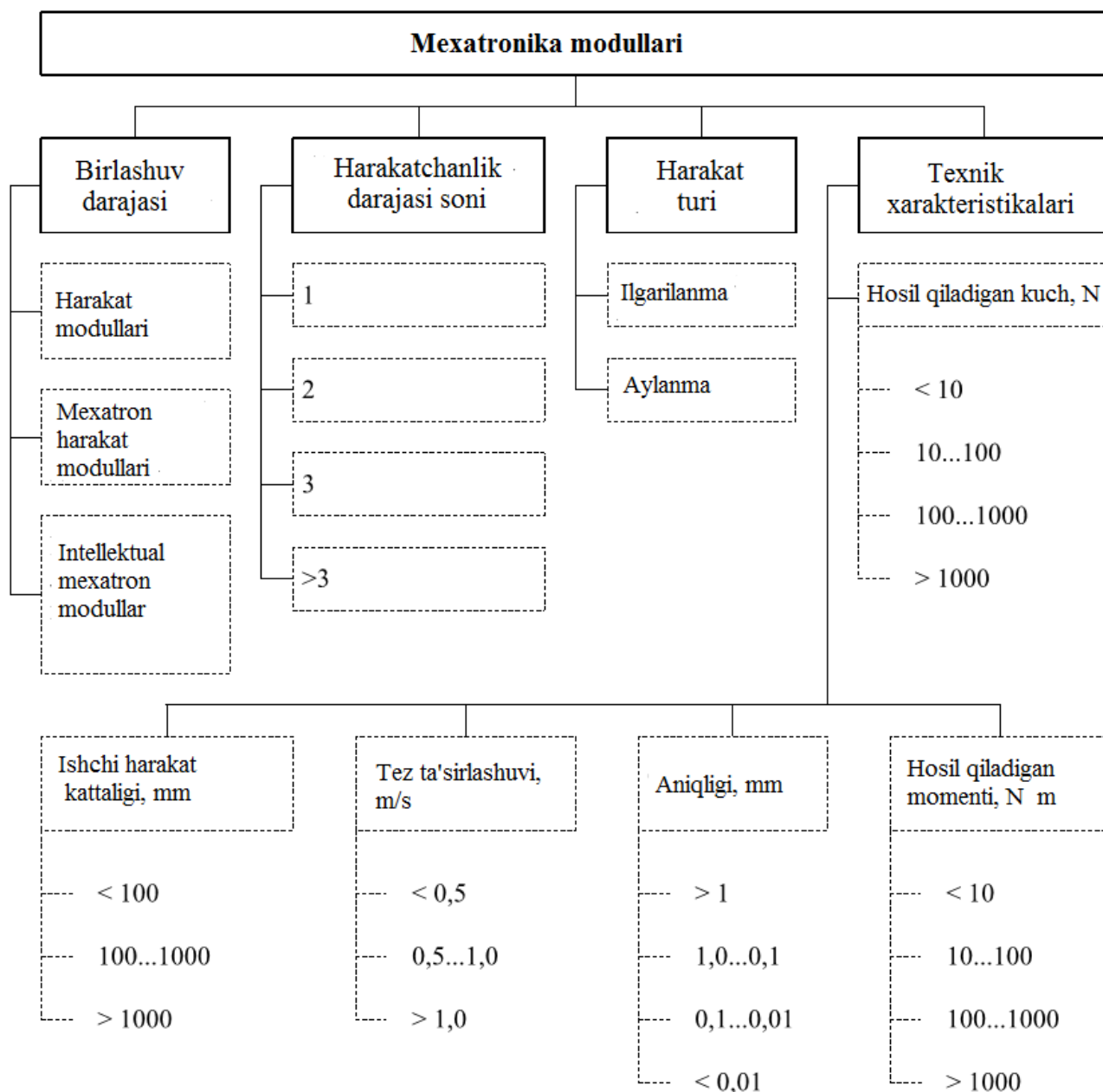
2. Harakat modullari

Harakat modullarining umumiy sanoat yuritmalaridan asosiy farqi – bu HMda dvigatel vali harakatni mexanik o'zgartirish elemneti bo'lib xizmat qiladi. Zamonaviy HMLarda elektrik dvigatellar – asinxron va sinxron, o'zgaras tokli, qadamli, p'ezoelektrik va b. ishlatiladi.

Harakat modullariga misol qilib *motor-reduktor*, *motor-g'altak* yoki *elektrshpindellarni* olish mumkin.

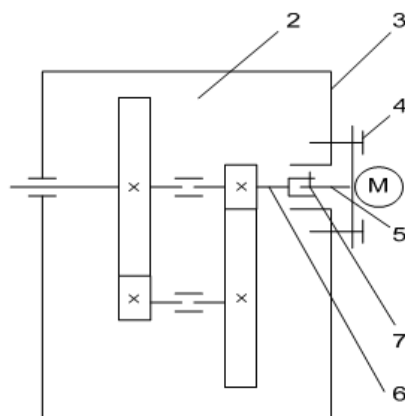
Motor-reduktorlar. 1927 yilda «Bayer» firmasi tomonidan printsiptial yangi konstruktsiya – motor-reduktor ishlab chiqildi. Bunda elektrodvigatel va mexanik harakatni o'zgartiruvchi (reduktor) birta ixcham konstruktorlik moduliga birlashtirilgan. Bu konstruktsiyalar hozirgacha ham keng ishlatilib kelinmoqda. elektrodvigatel va mexanik harakatni o'zgartiruvchi (reduktor)ni birta elektryuritmaga birlashtirish bu 2 ta qurilmani mufta orqali birlashtirilgan konstruktsiyalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bular:

- gabarit o'lchamlarning kichrayishi;
- bog'lovchi detallari sonining kamayishi;
- o'rnatish, sozlash va ishga tushirish ishlariga xarajatning kamayishi;
- ishlatish xususiyatlarining yaxshilanishi (chang va namlikdan himoya, vibratsiyalarning kamayishi, noxush ishlab chiqarish sharoitlarida xavfsizlik va ishonchlilik).



14.3.-rasm. Mexatronika modullarining kvalifikatsiyasi (tasnifi)

Modulning konstruktiv bajarilishi qo'llaniladigan reduktorlar turiga bog'liq bo'lib, silindrik, konusli, chervyakli va boshqa turdagi motor-reduktorlar mavjud. elektrdvigatellar sifatida qisqa yopilgan rotorli asinxron, aylanish chastotasi rostlanadigan, bir fazali va o'zgarmas tokli dvigatellar ishlatiladi.

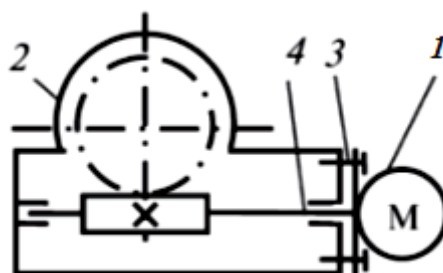


14.4-rasm. Silindrik ikki pog'onali o'qdosh motor-reduktor

Motor-reduktor (14.4-rasm) ikkita asosiy elementdan tarkib topgan: elektrdvigatel 1 va harakat o'zgartiruvchisi (reduktor) 2. Reduktor qismida elektrdvigatelni vint va bolt 4 bilan mahkamlash uchun teshikli bog'lash yuzasi 3 mavjud. Elektrdvigatel va reduktorni bitta konstruktiv modulga birlashtirish uchun val 5 reduktorning ichi bo'sh kirish vali 6 ga shponka 7 orqali mahkamlanadi.

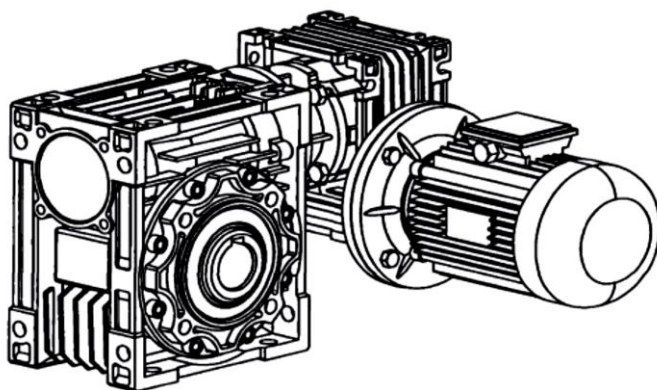
Dvigatel va reduktor umumiy valga ega bo'lish varianti ham mavjud.

Bir bosqichli chervyakli motor-reduktor sxemasi 14.5-rasmda keltirilgan. U dvigatel 1 dan va harakatni o'zgartiruvchi chervyakli uzatma 2 dan iborat. Ular umumiy korpusga vint 3 yordamida birlashtirilgan. Dvigatel va chervyak vali 4 umumiy.



14.5-rasm. Chervyakli motor-reduktor

Ikki bosqichli *MOTOVARIO* firmasining chervyakli motor-reduktorning tashqi qo'rinishi 14.6-rasmda ko'rsatilgan.



14.6-rasm. Ikki bosqichli *MOTOVARIO* firmasining chervyakli motor-reduktori

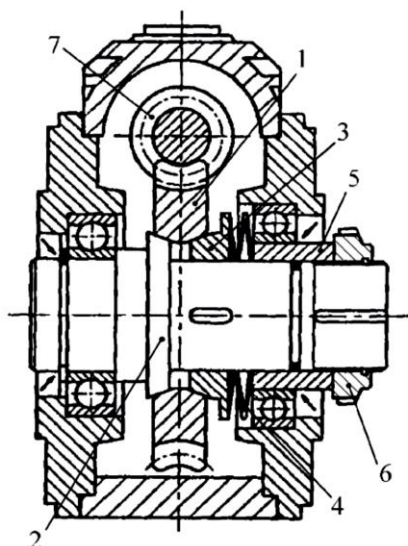
Motor-reduktorlarda ko`pincha val aylanishi chastota o`zgartirgichi yordamida rostlanadigan qisqa ulangan rotorli asinxron dvigatellar, bir fazali dvigatellar va o`zgaras tok dvigatellari ishlatiladi.

Harakatni o`zgartiruvchilar sifatida, yuqorida ko`rsatilgan, tishli silindrik, konusli, chervyakli, planetar, to`lqinli, vint-gaykali va boshqa uzatmalar ishlatiladi.

Motor-reduktorni kutilmagan o`ta yuklamalardan himoyalash uchun ular konstruktsiyalarida aylantiruvchi momentni cheklovchi qurilma ko`zga tutilgan. Bunday qurilma variantini chervyakli motor-reduktordagi ko`rinishi 14.7-rasmda ko`rsatilgan.

Chervyakli g`altak 1 ni qo`zg`almas konus 2 ga va harakatchan konus 3 ga o`rnatiladi. Konus 2 chiqish vali bilan birga yasalgan. Konus 3ni esa tarelkali prujina 4 harakatchan vtulka 5 rostlanadigan fiksatorli gayka 6 yordamida qisadi. Rostlanadigan gayka qancha aylanishga aylantirilgan bo`lsa, shunga qarab joriy o`q kuchi paydo bo`ladi. Bu kuch o`z navbatida konus va chervyakli g`altak orasida ishqalanish momentini (chegaraviy uzatuvchi momentni) chaqiradi.

Chiqish vali 2 da tashqi aylantiruvchi momentning qiymati uning chegaraviy qiymatidan katta bo`lganda chervyakli g`altak 1 salt aylanadi va harakatni chervyak 7 ga uzatmaydi va shu bilan harakat o`zgartirgichi va dvigatelni zarardan himoya qiladi.

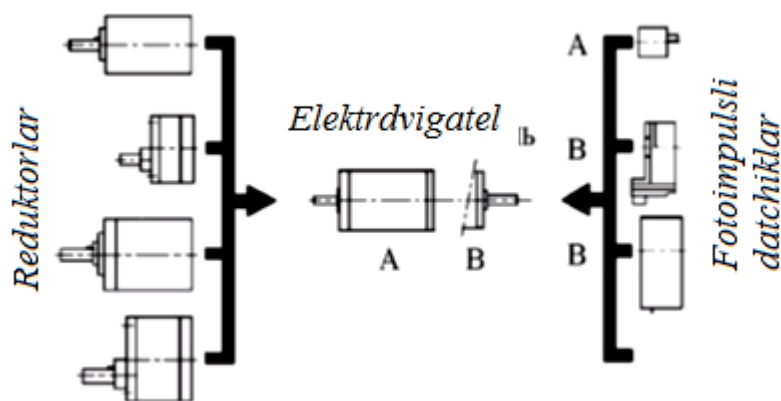


14.7-rasm. Aylantiruvchi momentni cheklovchi qurilmali motor-reduktor

Ko`pgina horijiy firmalar, masalan *MOTOVARIO*, *VARVEL*, *MAXON*, har xil turdagi motor-reduktorlar ishlab chiqaradi. *MAXON* firmasi elektrdvigatellar, tsilindrik va planetar reduktorlar va ular bazasida motor-reduktorlar ishlab chiqaradi. Kerak bo`lganda ushbu motor-reduktorlar fotoimpulsli datchiklar, rezolverlar va tormozlar bilan jihozlanadi (shunday qilib ular MHM sinfiga o`tadi).

Motor-reduktor o`zining afzalliklariga asosan hozirgi vaqtda eng ko`p tarqalgan elektryuritma turiga kiradi. Butun dunyoda hozirgi vaqtda har yili million dona motor-reduktorlar ishlab chiqarilyapti.

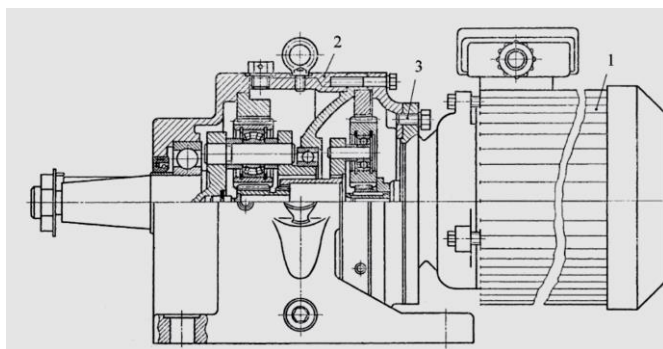
Dvigatelga har xil turdagi planetar va silindrik reduktorlarni hamda magnitli va raqamli fotoimpulsli datchiklarni blokli-modulli bog`lash tizimi 14.8-rasmida ko`rsatilgan.



14.8-rasm. Dvigatel va reduktorlarni blokli-modulli bog'lash tizimi

Planetar tishli motor-reduktor 14.9-rasmda ko'rsatilgan. U asinxron dvigatel 1 va ikki bosqichli planetar tishli harakat o'zgartirgichi 2 dan iborat. Bu ikkita element vint 3 yordamida bitta umumiy korpusga birlashtirilgan.

Harakat o'zgartirgichida harakatchan elementlar bo'lib birinchi bosqichdagi vodilo va ikkinchi bosqichdagi quyosh shesternyasi xizmat qiladi. Ular bir-biri bilan tishli mufta yordamida bog'langan. Ikkinchi bosqich vodilosı harakat o'zgartirgichi chiqish vali bilan birga yasalgan. Birinchi bosqich satellitlar vodilolarda konsolli o'rnatilgan.



14.9-rasm. Planetar tishli motor-reduktor

Ko'p hollarda motor-reduktorning chiqish vali aylanish tezligi o'zgaruvchan bo'lishi talab etiladi. Bu shartni bajarishning ikkita yo'li bor: *birinchisi* – *aylanma*

tezlikni rostlaydigan mexanik variatorlardan foydalanish; ikkinchisi – dvigatel aylanish tezligini o`zgartiruvchi elektron qurilmalardan foydalanish.

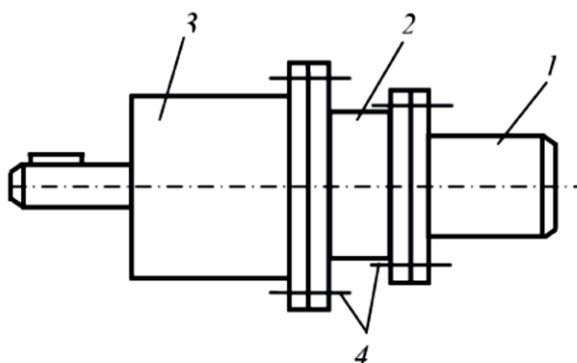
Bu ikkita usulning o`ziga yarasha afzalliklari va kamchiliklari bor. Ularni konstruktiv va texnologik vazifalarni bajarishga qarab ishlatadilar.

Agar chiqish validagi aylantiruvchi momentni kuchaytirish kerak bo`lsa, unda mexanik variatorli motor-reduktorni ishlatish maqsadga muvofiq bo`lardi.

Agar motor-reduktorning minimal gabaritlari va massasini saqlab qolish kerak bo`lsa, yoki tezlikni rostlash diapazonini kattalashtirish kerak bo`lsa, unda tezlikni chastotali o`zgartirgichlardan foydalanish afzalroq.

Motor-reduktorlarda har xil turdagi variatorlar ishlatiladi. Masalan, planetar-friktsion variatorlar. Unda mahsulot “*motor-variator-reduktor*” deb ataladi.

14.10-rasmda motor-variator-reduktorlarning umumiy komponovkalash sxemasi keltirilgan. Dvigatel 1, variator 2 va reduktor 3 bir-biri bilan flanetslar bilan vintlar (boltlar) 4 yordamida biriktirilgan.



14.10-rasm. Motor-variator-reduktorlarning umumiy komponovkalash sxemasi

Motor-reduktorlarning chastotali tezlikni o`zgartirgichlari bilan komplektda qo`llash dvigatel vali aylanish tezligini o`zgartirish yordamida silliq (bosqichlarsiz) chiqish vali tezligini rostlash va momentni saqlab qolish imkonini yaratadi.

Yuritmali texnikaning rivojlanishidagi keyingi qadam bu – aylanma harakatlanuvchi **yuqori momentli dvigatellarning** paydo bo`lishi bo`ldi. Ularni qo`llash kichik tezliklarda ishlaydigan o`zgarmas tokli elektryuritmalar tarkibidan mexanik reduktorni olib tashlash imkonini berdi.

Yuqori momentli deb doimiy magnitdan va o`ramlari elektronli kommutatsiyadan g`alayonlanadigan o`zgarmas tokli dvigatellarga aytiladi, ya`ni ular o`zgarmas tok elektrdvigatellari bo`lib, elektrmagnit to`lqinlanish o`rniga doimiy magnitlardan to`lqinlanish qo`llaniladi.

Bunday dvigatellar moment bo`yicha ko`p martali yuklamani o`zgartirish imkonini yaratadi.



14.11-rasm. Yuqori momentli dvigatel

Yuqori momentli dvigatellar kichik tezliklarda (1000 ayl/min gacha) va yuqori momentlarda (60000 N·m gacha) aylanma harakatni ta`minlash uchun yaratilgan.

Asosiy xususiyatlari:

- kuchli reduktorlarni inkor etish imkoniyati;
- doimiy magnitlardagi sovuq rotor;
- katta F.I.K. (0,9 dan katta);
- yuqori solishtirma xarakteristikalar (100 N·m/kg gacha);
- yangi avlod materiallarni qo`llash.

Ventilli yuqori momentli dvigatellarda rotoridagi polyuslari holatini aniqlash uchun qo`shimcha texnik vositalar o`rnatiladi (masalan, Xoll datchigi, induktiv va fotoelektrik datchiklar).

Odatda yuqori momentli dvigatellar $0,1-1 \cdot 10^3$ ayl/min aylanish chastotalarida ishonchli barqaror ishlaydilar. Bu aylanish chastotalari metall kesuvchi stanoklar va sanoat robotlarida ko`p qo`llaniladi.

Ular oraliq uzatmalarsiz asosiy valga ulanganda katta aylanuvchi moment hosil qilishadi. Juda kichik vaqt mobaynida va kichik aylanish chastotalarida (20-50 martalik) ko`p aylanish momenti hosil qiladi, shuning uchun ular tez ishlashi va katta yuklamalarga chidamliligi bilan ajralib turadi. Elektrmagnitli dvigatellardagidek ishlash vaqtida isib ketadigan qo`zg`alish o`ramining yo`qligi tufayli doimiy magnitli bu dvigatellarda isish ancha kam.

Yuqori momentli dvigatellar yuritmalarida reduktorning bo`lmasligi quyidagi afzalliklarni keltirib chiqaradi:

- konstruktsiyaning kompaktiligi va modulliligi, material hajmining kamayishi;
- tirqishlar yo`qligi tufayli yuritmaning aniqlilik xarakteristikalarining yuqoriligi;
- mexanik transmissiyadagi ishqalanishlarning yo`qligi pozitsiyalashning va nochiziqli dinamik effektlarning noaniqliklarining kamayishi ;
- rezonansli chastotaning oshishi.

Mexatronikada harakat modullarining muhim rivojlanish bosqichlaridan biri bu – **“dvigatel-ishchi organ” tipidagi modullarni** ishlab chiqishdir. Ishlash ob`ektlariga ishchi organning maqsadga muvofiq ta`sir etishni amalga oshiruvchi texnologik mexatronika tizimlari uchun ushbu konstruktiv modullar katta ahamiyatga ega.

“Dvigatel- ishchi organ” tipidagi modullardan har xil turdagi o`zi yurar vositalar (elektrvelosipedlar va elektrmobillarda, robokar va mobil robotlarda hamda b.da) yuritmalarida keng qo`llaniladi.



14.12-rasm. “Dvigatel-ishchi organ” tipidagi yuritmalar

Bu modullar tarkibiga sinxron elektrdvigatel, *IGBT* yarimo`tkazgich (tranzistorlar) asosida qurilgan integratsiyalangan kuchli invertor, *IGBT* boshqarish drayveri va mexatron modulni boshqaruvchi kontroller kiradi.

- Manba kuchlanishi 220-450 V (DC), 12-14 V (DC);
- Ishlatish temperaturasi $-40^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;
- Maks. aylantiruvchi moment: motorda 200 *N·m*, reduktor chiqish valida 1900 *N·m*;
- Maks. quvvat 60 *kVt*, nom. quvvat 30 *kVt*, massa 58 *kg*;
- Suyuqlikli sovitish sistemasi.

Solishtirma aylantiruvchi momenti uncha katta bo`lmagan stanoklarda (kichik o`lchamdagi tokarli, konsolno-frezerli, yuqori tezlikli frezerli stanoklarda) **“motor-shpindellar”** deb ataluvchi qurilmalar qo`llaniladi. Bu qurilmalarning yuritmalarning elektrmexanik uzellaridan asosiy ajralib turadigan konstruktiv xususiyatlari bu – shpindelni bevosita dvigatel rotorida o`rnatilganidir.

Elektrshpindellar. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar uchun asbobni avtomatik almashtirish xususiyatiga ega elektroshpindellar (14.13-rasm). Ular quyidagilar bilan jihozlangan:

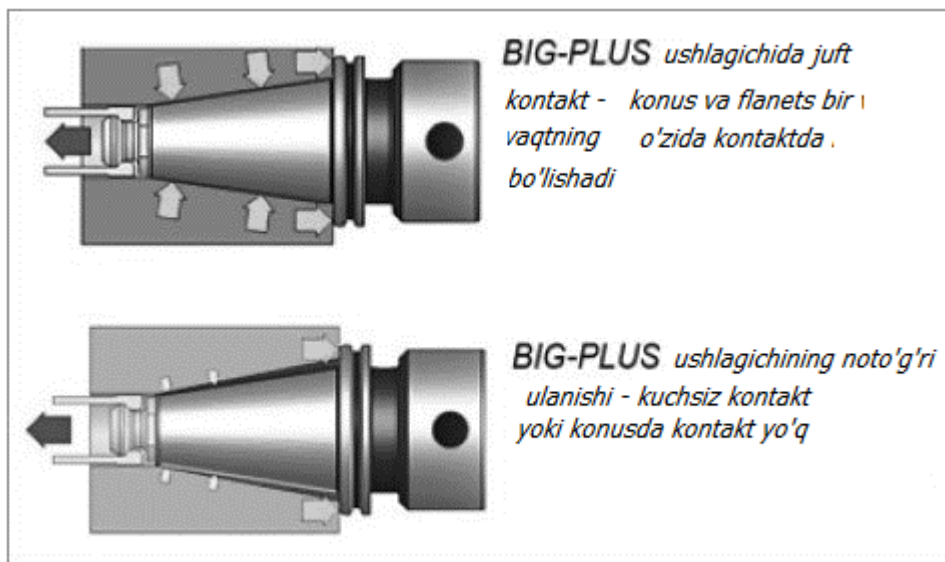
- asbobni almashtirishni nazorat qiluvchi sensor;
- xizmat ko`rsatishni inkor qiladigan gibrad keramik podshipniklar permanentli moylash usuli bilan – xizmat muddati 6000 soat;
- katta tezlikni ta`minlaydigan moylash sistemasi;
- katta ish unumdorligida ega *HF* motorlar (sinxron va asinxron);

- motorlarni himoyalovchi termoviklyuchatel *KTB 84*;
- aniq ishlash uchun vektorli nazorat;
- elektrshpindel ichidagi sovitish sistemasi;
- *HF* motor va podshipniklarni sovitish uchun ichki suyuqli sirkulyator;
- havo bar'arli oldingi havo purkagich;
- asbobni almashtirish vaqtida o`qni tozalash.



14.13-rasm. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar uchun asbobni avtomatik almashtirish xususiyatiga ega elektroshpindellar

Shpindel Big Plus. Standart Big Plus BBT 40 markali shpindel sistemasida shpindel yuzasi va asbobni ushlaydigan flanets orasida ikkitalik kontakt mo`ljallangan (14.14-rasm). Detalning chuqur elementlarini effektiv ishlov berish uchun F650Value Master markazida 18,4 kVt quvvatli va 10000 gacha ayl/min aylanish chastotasiga ega shpindel o`rnatilgan. Bosh shpindel juda katta tezlikdagi aylanishlarda olib boriladigan ishlov berishlarda ham juda ham kichik shovqin va vibratsiya hosil qiladi, ishlov berish sifatining ishonchliligi va ichki qismlarga minimal issiqlik kirishi bilan xarakterlanadi. Katta aniqlikdagi radial-tayanchli podshipniklar katta tezlikdagi kesishlarda yuqori musbat va manfiy tezlanishlar hosil qilish imkoniyatini beradi.



14.14-rasm. Standart Big Plus BBT 40 markali shpindel sistemasi

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Mexatron modullar strukturasi.
2. Harakat moduli nima?
3. Mexatron harakat modullariga qaysi qurilmalar kiradi?
4. Motor-reduktorlarning oddiy yuritmalarga nisbatan afzalliklari.
5. Intellektual mexatron modul qaysi qismlardan tarkib topgan?
6. IMMLarni qo'llashdan ijobiy natijalar.
7. Mexatron modullar klassifikatsiyasi.

Ma'ruza №15

Mexatronik harakat modullari

Reja:

1. Mexatronik harakat moduli tarkibi
2. Elektryuritmal mexatronik harakat modullari
3. Chiqish zvenosi chiziqli harakatlanadigan modullar

Asosiy kalit so'z va iboralar

Mexatronik harakat moduli; harakat o`zgartirgichi; axborot qurilmasi; aylanuvchi stol; chiziqli dvigatellar; yuqori momentli dvigatellar

1. Mexatronik harakat moduli tarkibi

Yangi elektron texnologiyalarning rivojlanishi miniatyurali (kichkina) datchiklar va signallarni qayta ishlovchi elektron bloklarni yaratish imkonini berdi.

Harakat modullari tarkibiga ana shu miniatyur datchiklarni va elektron bloklarni kiritish bilan ularni mexatron harakat modullari (MHM)ga aylantirish mumkin.

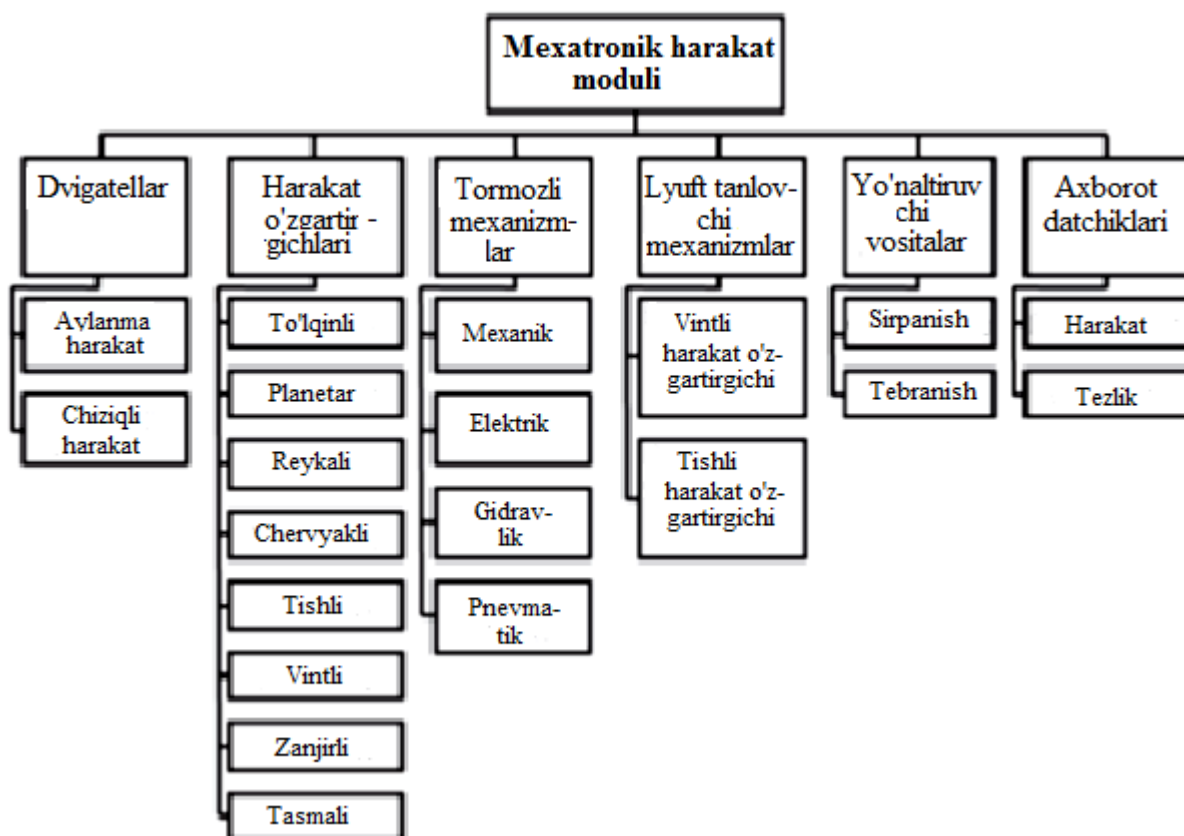
Mexatron modullar “funktional” kubiklar bo`lib, ulardan murakkab mexatron tizimlar qurish mumkin.

Avtomatlashtirilgan texnologik operatsiyalarning xususiyatlari ijrochi harakatlarning hosil qilinadigan kuchlanish, aniqlik va tezliklarga o`ziga xos talablar qo`yadi. Mexatron modullar o`lchamlarining minimal bo`lish talabi ularni texnologik mashinalarga o`rnatish kerakligidan kelib chiqadi.

Ularga misol qilib har xil dvigatellar va harakat o`zgartiruvchilar asosida qurilgan qurilmalarni, reduktorsiz mexatron modullarni, reduktorsiz aylanuvchi stollarni aytish mumkin.

Hozir qo`lostida bor bo`lgan seriyali ishlab chiqarayotgan komponentlardan mexatron modullarni sintez qilish texnik va iqtisodiy nosamarali yechimlarga olib keladi. Shuning uchun o`zining xizmat vazifalariga mos keladigan maxsus mexatron harakat modullarini loyihalash ratsional hisoblanadi.

MHM tarkibi 15.1-rasmda keltirilgan.



15.1-rasm. Mexatronik harakat moduli tarkibi

Ayrim bloklar tuzilishi sxemada ko'rsatilgandan farq qilishini ta'kidlash joiz. Siljish va tezlik datchiklari bilan birga MHM larda kuch datchiklari, aylanma moment datchiklarini ishlatish mumkin.

2.Elektryuritmal mexatronik harakat modullari

Elektryuritmal MHM lar asosan quyidagi asosiy qismlardan (bloklar) iborat:

-dvigatel, ya'ni elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi elektromexanik o'zgartirgich;

-harakat o'zgartirgichi (reduktorsiz MHM larda ular yo'q);

-harakatlanadigan zvenoni tezligini kamaytiruvchi, to'xtatuvchi va uni bir joyda ushlab turuvchi tormoz qurilmasi (ayrim hollarda bo'lmasligi ham mumkin);

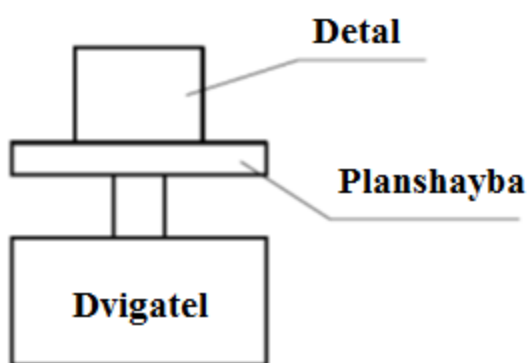
-harakat o'zgartirgichlarning ayrim turlarida uchraydigan tirqishni (o'lik yo'lni) tanlash uchun mo'ljallangan lyuft tanlovchi mexanizm (ayrim hollarda bo'lmasligi

ham mumkin);

-MMning chiqish zvenosiga nisbatan harakatni amalga oshiruvchi yo`naltirgich (ayrim hollarda bo`lmasligi ham mumkin);

-o`lchash, yuborish, o`zgartirish, saqlash va qayd qilish uchun qulay bo`lgan nazorat o`lchamlarini o`lchash uchun qulay signallarga aylantiruvchi hamda boshqariladigan jarayonlarga ta`sir etuvchi axborot qurilmasi.

15.2 va 15.3-rasmlarda mexatron aylanuvchi stol sxemasi berilgan. Stol dvigatel, vertikal aylanish o`qiga ega bo`lgan rotor, ishlov beriladigan detal o`rnatilgan planshaybalardan iborat (15.2- rasm). Dvigatel rotori planshayba bilan bevosita (reduktorsiz) bog`langan. Aylanma stolning texnologik vazifasi – planshaybaga o`rnatilgan detalni pozitsiyalash yoki o`lchov va belgilash ishlarini olib borish uchun bir maromda ushlab turish uchun belgilangan dastur asosida aylantirish yoki metall kesuvchi (sverloli-frezerli-rastochkali) stanoklarda detallarga ishlov berishdir.

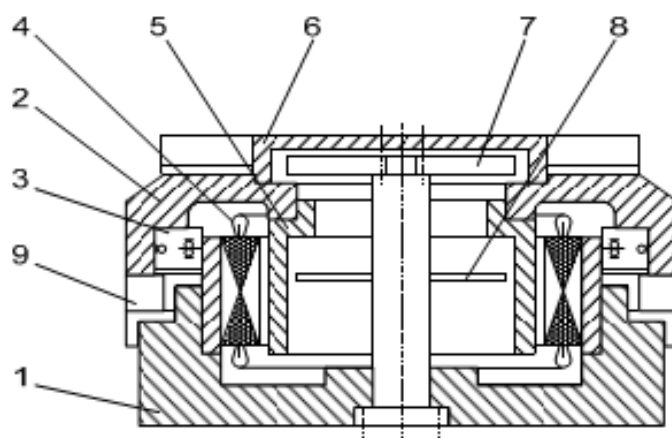


15.2-rasm. Aylanuvchi stol komponovkasi

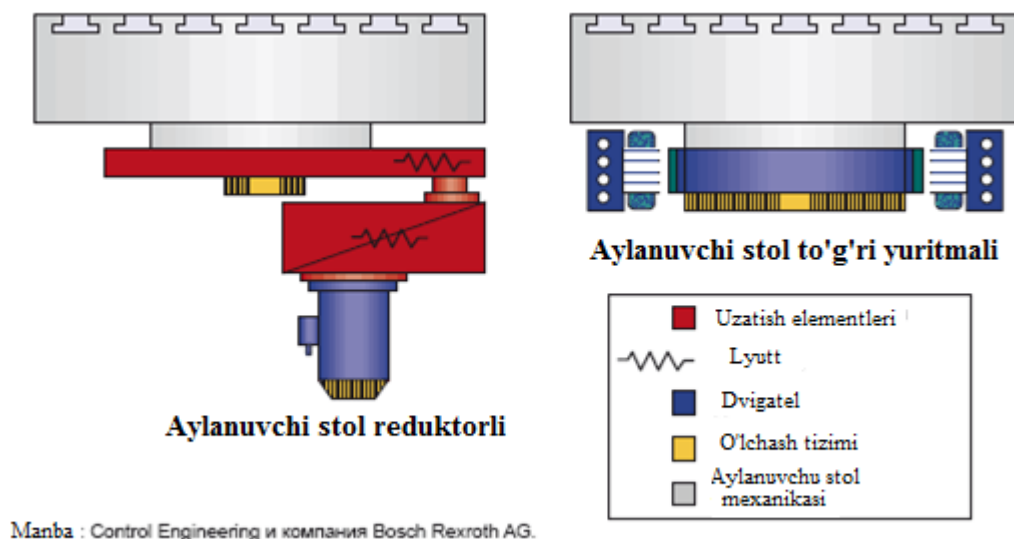
15.3-rasmda ko`rsatilgan mexatron harakat moduli quyidagilardan tarkib topgan: 1-asos; 2- aylanuvchi stol; 3- tayanch podshipniklar; 4- uch fazali maxsus joylashtirilgan elektrdvigatel; 5- rotor; 6- planshayba; 7- holat danchigi; 8- tezlik datchigi; 9- gidrotormoz.

Aylanuvchi stol elektrdvigatelning podshiplariga tayanadi. Elektrdvigatel rotori planshayba va gidrotormoz bilan bog`langan. Bundan tashqari rotorda holat va tezlik

datchiklari o'rnatilgan. Hidrotormoz planshaybani texnologik jarayon uchun kerak bo'lgan holatda to'xtatib turadi. Elektrdvigatel rotorini planshayba bilan reduktorsiz bog'lash lyuftni yo'qotishga imkon beradi, bu o'z navbatida stolni pozitsiyalash aniqligini va uning texnologik imkoniyatlarini oshiradi. Bunda stolning konstruktsiyasi soddalashadi, detallar soni kamayadi, mustahkamlik oshadi.



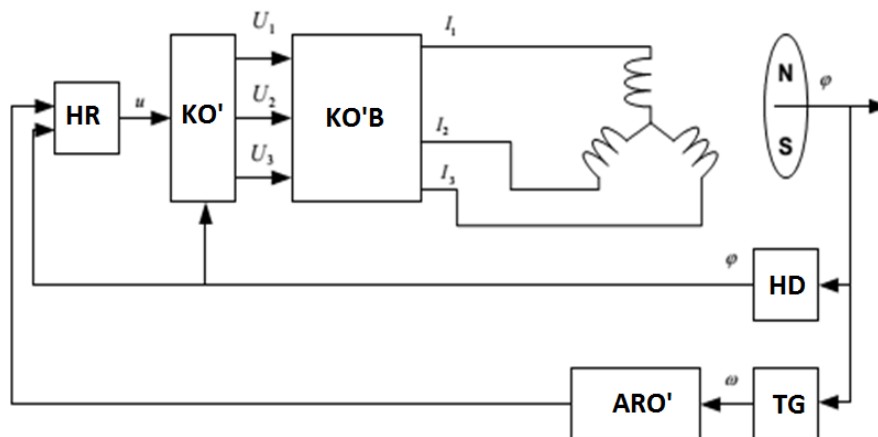
15.3-rasm. Aylanuvchi mexatronik stol sxemasi



<http://www.orionmotor.narod.ru/privod.htm>

15.4-rasm. Reduktorli va to'g'ri yuritmal stol sxemalari

To'g'ridan to'g'ri reduktorsiz ishlatiladigan yuritma stol konstruktsiyasini soddalashtiradi va avtomatlashtirish vositalarini qo'llashni osonlashtiradi. Aylanuvchi mexatronik stolning funksional sxemasi 15.5-rasmda ko'rsatilgan.



15.5-rasm. Aylanuvchi mexatronik stolning funksional sxemasi

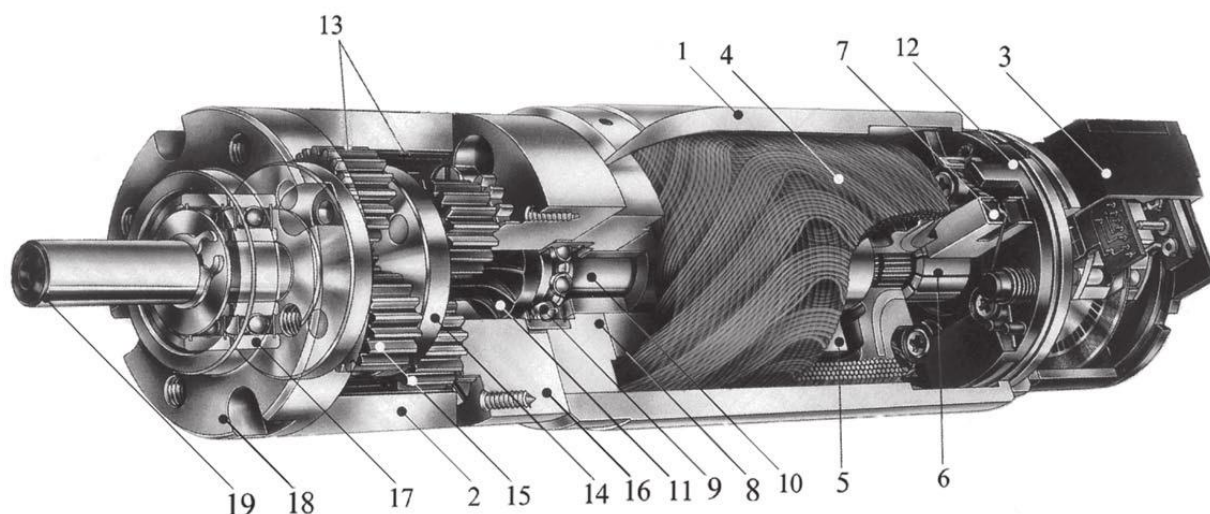
KO'B – kuchatiruvchi-o'zgartiruvchi blok; KO' – koordinatalar o'zgartirgichi; HR – holat rostlagichi; HD-holat datchigi; NG-taxogenerator; ARO'-analog-raqamli o'zgartirgich

Stol 2N qutbli 3 fazali elektr mashina asosida ishlangan. Statorda mashina o'rami (obmotkasi) joylashgan, rotorda esa – doimiy magnitlar. Shunday qilib rotni almashtirish sxemasida doimiy magnit ishlatilgan (15.3-rasm). Rotor o'qi holat datchigi bilan bog'langan. U rotorning φ burchakka aylanishini aniqlaydi. Qo'shimcha ravishda aylanuvchi stol tok datchiklari (har bir stator o'rami fazasida alohida), tokning analogli rostlagichi, tiristorli kuchaytirgich, taxogenerator va taxogeneratordan kelayotgan signallarni raqamlovchi analogli-raqamli o'zgartirgich bilan jihozlangan. 15.3-rasmda tok datchiklari, analogli rostlagich va tiristorli kuchaytirgich KO'Bga birlashtirilgan.

Signal HDdan KO' kirishiga uzatiladi. KO'ning ikkinchi kirishiga HRdan u boshqarish signali kiradi. Mikroprotsessor bazasida yaratilgan KO' fazadagi kuchlanishlar U_1, U_2 va U_3 larni hisoblaydi. Bu fazalar elektr burchak $\varphi_e = N\varphi$

funktsiyasi sinusoidal qonuni bo'yicha o'zgaradi va bir-biriga nisbatan 120 elektr gradusiga siljigan bo'ladi. Bu kuchlanishlar KO'B quvvat bo'yicha kuchaytiriladi va statorning o'ramiga beriladi. Statorning o'zgaruvchan toklari I_1 , I_2 va I_3 tebranuvchi magnit maydonini hosil qiladi. Buning natijasida statorning aylanuvchi magnit maydonini paydo bo'ladi. Stator va rotorning magnit maydonlari ta'sirlashuvi natijasida dvigatel rotorini harakatga keltiruvchi aylantiruvchi moment hosil bo'ladi.

MAXON firmasining mexatronik harakat moduli 15.6-rasmda ko'rsatilgan.



15.6-rasm. MAXON firmasining mexatronik harakat moduli

U kollektorli dvigatel 1, ikki bosqichli planetar reduktor 2 va holatning fotoimpulsli datchigi 3 dan iborat. Dvigatel o'ram (obmotka) 4, magnit 5, kollektor 6, chiyotkalar 7, flanets 8, podshipnik 9, val-shesternya 11 bilan tugaydigan val 10 va qopqoq 12 dan iborat.

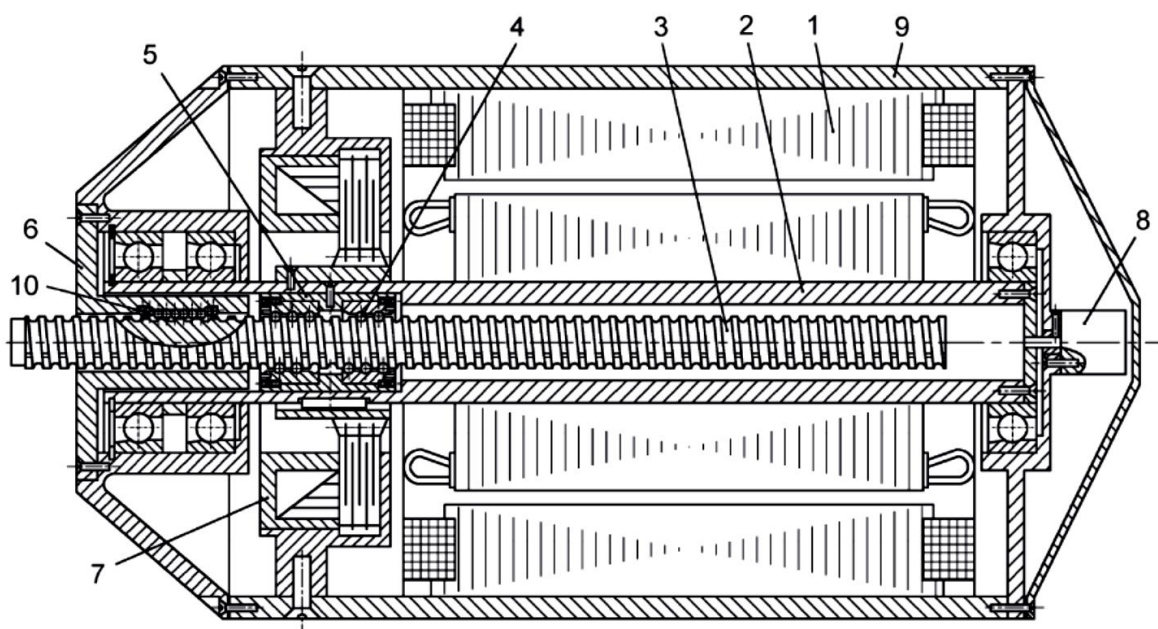
2K-N rusumli reduktorning har bir bosqichi bitta tashqi va bitta ichki ilashma bilan 2 ta markaziy g'ildirak 11 va 13 (birinchi bosqich), vodilo 14 va satellitlar 15 ga ega. Podshipnik 9 ni o'rnatish uchun maxsus montaj plitasi 16 mavjud. Podshipnik 17 harakat o'zgartirgichining flanets 18 ga o'rnatilgan va podshipnik o'rtasidan chiqish vali 19 o'tadi.

Fotoimpulsli datchik chiqish valining holati va harakatini aniqlash uchun mo'ljallangan.

3. Chiqish zvenosi chiziqli harakatlanadigan modullar

Chiqish zvenosi chiziqli harakatlanadigan MHM sxemasi 15.7 rasmda berilgan.

U ichi bo'sh val 2 li asinxron dvigatel 1 dan, vint 3 ni o'z ichiga olgan sharik-vintli uzatmadan, shariklar 4, val 2 bilan bog'langan gayka 5, yo'naltirgich 6, normal yopilgan elektromagnit tormoz 7, fotoimpuls datchigi 8 va korpus 9 dan tashkil topgan.



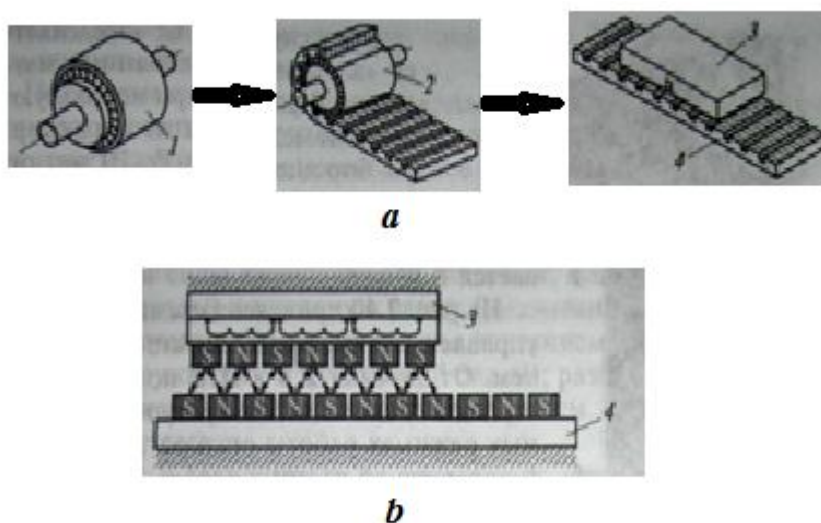
15.7 rasm. Chiqish zvenosi chiziqli harakatlanadigan MHM sxemasi

Dvigatel rotori 1 aylanganda val 2 gayka 5 ni aylantiradi, bunda sharik 4 lar orqali vint 3 ning ilgarilanma harakati vujudga keladi.

Vint harakati natijasida me'yordan ortiq aylanib ketish va siyqalanish oldini olish maqsadida unga uchta o'q bo'ylab tirqish (paz)lar qilingan bo'lib, pazlarga yo'naltirgich 6 ning shariklari 10 kiradi. Vint 3 ning harakat qiymatlarini fotoimpul'sli datchik 8 belgilab boradi. Elektr energiyasi o'chgan paytda korpus 9 da joylashgan elektromagnit tormoz 7 ishga tushadi va vint to'xtatiladi.

Chiziqli harakat uchun mexatron modullar *chiziqli dvigatellar* asosida quriladi. Stanoklarda chiziqli siljitish uchun aylanma harakat elektrodvigateli va aylanma harakatni to'g'ri chiziqli ilgarilanma harakatga aylantiruvchi mexanik uzatgichlar (tishli reyka, sharikli vintli juftlik va b.) bilan berish yuritmasi ishlatilgan. Mexanik uzatgichlarni ishlatmas maqsadi aylanma harakat qiluvchi stator 1 va rotor 2ni tekislikda chiziqli qiluvchi dvigatellarni yaratish fikriga olib keldi (15.8-rasm, a).

Shunday qilib, bir mexatron uzelifda yuritmaning yurituvchi va bajaruvchi elementlari konstruktiv birlashtiriladi. Odatda harakat qiluvchi qismida (stanokning ishchi organi - supportda, stolda va b.da) elektromagnitlar 3 (15.8-rasm, b), yo'naltiruvchi (harakat qilmaydigan) qismida doimiy magnitlar 4 joylashtiriladi. Chiziqli dvigatellarda harakati doimiy magnitlarning va elektromagnit g'altak (katushka)larning magnit maydonlarining o'zaro ta'siri natijasida paydo bo'ladi, ya'ni, bevosita energiyani chiziqli harakatga aylanishiga olib keladi.



15.8-rasm. Aylanma harakatlanuvchi elektrdvigatelni chiziqli harakatlanuvchiga o'zgartirish sxemasi (a) va uni amalga oshirish (b).

1-stator; 2-rotor; 3-elektromagnitli blok; 4-doimiy magnit plitasi

1980-yillardan boshlab chiziqli dvigatellarni ishlab chiqish yo'lga qo'yilgan, lekin ularning past solishtirma kuch ko'rsatgichlari sababli kam sohalarda ishlatilgan (grafopostroitellar, koordanata o'lchaydigan mashinalar), avtomatlashtirilgan jihozlarda ishlatish imkoni bo'lmagan.

Mexatron yondoshish asosida yuqori momentli dvigatellar bazasida aylanma harakat modullarini yaratish oxirgi yillarda chiziqli harakat qiluvchi modullarda ham o'z rivojini topdi. Bunday loyihalashning maqsadi yuqoridagisiga o'xshash –MHM tarkibidan mexanik uzatmalarni olib tashlash.

Chiziqli yuqori momentli dvigatellar asosida yaratilgan mexatronik harakat modullari geksapodlar, yuqori tezlikli stanoklar (ko'p maqsadli, frezerli, shlifovkalaydigan), suv oqimi va lazer yordamida kesish komplekslari, yordamchi uskunalar (krest stollar, transporterlar)da ishlatiladi.

Ularning afzalliklari:

- Maksimal tezlikning (150-210 m/min) va tezlanishning (kelajakda 5g gacha) bir necha marta oshishi;
- Harakatlar amalga oshirishning o'ta aniqligi;
- Statik va dinamik qattqlik (жесткость)ning yuqoriligi;

Shu bilan birga chiziqli yuqori momentli dvigatellarni loyihalash va tadbiq etishning muammolari bor: narxining qimmatligi, sovutish tizimining ishlatilish lozimligi (havo yoki suyuqlikli), modulning nisbatan uncha katta bo'lmagan F.I.K. va boshqalar.



15.9-rasm. CTS kompaniyasining (Italiya) chiziqli harakatlanish moduli

Bu chiziqli modul ikkitalik sharikli podshipniklar bilan jihozlangan va uning maxsus rolikka ega relsli yo'naltiruvchisi bor. Bu roliklar moylashni talab qilmaydi,

shuning uchun ifloslangan muhitda (chang, strujka) yoki moylash zarar etkazadigan muhitlarda (qog'oz yoki mato) ishlatiladi. Modul a'lo xarakteristikaga va yuqori aniqlikka ega, hamda ishining silliqiligi bilan ajralib turadi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Mexatron modullar klssifikatsiyasi.
2. Aylanuvchi mexatronik stolning tuzilishi.
3. Aylanuvchi mexatronik stolning ishlash printsipi.
4. “Harakat moduli” va “Mexatronik harakat modullari” haqida tushuncha bering va ular orasidagi farqni ko`rsating.
5. Harakat modullarini ishlash printsipini tushuntiring.
6. Mexatron harakat modul tarkibiga nimalar kiradi?
7. Mexatron harakat modullarning strukturaviy va funktsional sxemalari.

Ma`ruza №16

Intellektual mexatronika modullari

Reja:

1. Intellektual mexatronika modullariga tushuncha
2. Harakat kontrollerlari
3. Intellektual kuch modullari.
4. Mexatronik modul va tizimlarning intellektual sensorlari.
5. Intellektual mexatronika modullariga misollar.

Asosiy tayang so`z va iboralar

Harakat kontrollerlari, intellektual kuch modullari, intellektual sensorlar, enkoderlar, intellektual mexatronika modullari.

1. Intellektual mexatronika modullariga tushuncha

Intellektual mexatron modullar (IMM)ning yaratilishi mexatronika rivojlanishining zamonaviy bosqichi asosiy xususiyati hisoblanadi. Mexatron harakat modullaridan farqi ularda qo`shimcha ravishda mikroprotsessorli hisoblash qurilmalari va kuchli elektron o`zgartirgichlar o`rnatilgan bo`ladi. Bu esa IMMlarga intellektuallik xossalarini beradi.

Intellektual mexatron modullar uchun modullik printsiplari xos bo`lib hisoblanadi. **KONTROLLER + KUCH O`ZGARTIRGICH + DVIGATEL + MEXANIZM + DATCHIK** modullarining birlashmasi va kontrollerning belgilangan **DASTURIY TA`MINOTI** bo`lgan taqdirda **intellektual mexatron ijro etuvchi mexanizm** bo`lib hisoblanadi. Ammo bu elementar modullar asosida yasalgan ijro etuvchi mexanizmlar berilgan talablarga hamma vaqt ham javob bera olmaydi. Zamonaviy yuqori texnologik intellektual modul (IM)larni yaratishga mexatron yondoshish mexanik, elektromexanik, elektron, elektrotexnik, kompyuter va interfeys elementlarining o`zaro hamkorligi, oraliq energiya va ma`lumotlar hosil bo`lishini minimallashtirish, hamda elektr va mexanik interfeyslarning alohida blok sifatida ishlashini talab qiladi. Bu talablar ijrochi mexanizmlarining ixchamligi, aniqligi va tannarxi kabi ko`rsatkichlarni yaxshilashga olib keladi.

Intellektual mexatron modul (IMM)larda zamonaviy mexatron modullarning 3 ta komponentlari birlashtirilgan – elektromexanik, elektron va kompyuterli.

Mexatron modullarning zamonaviy rivojlanishi ularning ta`sirini ko`p funktsional harakatlarining intellektuallashtirish bo`lib hisoblanadi: yangi avlod modullari o`z tashkil etuvchilari – elektromexanik, elektron va kompyuter yo`nalishlarini birlashtirilgan. Texnik jihatdan intellektual mexatronik modullarini rivojlantirish mikroprotsessor tizimlarining jadal rivojlanishi bilan bog`liqdir. Ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanib borishi mikroprotsessorlar narxining pasayishiga va rentabelligining oshirishga va shu sababli uni amaliyotga keng qo`llashga olib keladi.

Harakatlanish mexatron modullarning intellektuallasuvi interfeysli birlashish nuqtasiga qarab 3 yo`nalishga bo`linadi:

1. Boshqaruv kontrollerini yuqori bosqichdagi kompyuter bilan yaxlit apparat-dastur boshqaruv kompleksiga bog'lovchi integrallashgan interfeyslarni yaratish.

2. Boshqaruv kontrollerlari va kuch o'zgartirgichlarni integratsiyalash orqali intellektual kuch modullarini yaratish.

3. Barcha oddiy o'lchov vazifalaridan tashqari signallarga kompyuterli ishlov beruvchi va ularni dasturlarga mos ravishda o'zgartiruvchi intellektual sensorlarini yaratish.

Kompyuterli boshqarish qurilmalari (KBQ)ning mexatron modullarda texnik qo'llash usullarining ko'rib chiqamiz.

2.Harakat kontrollerlari

Yuqorida ko'rsatilgan 1-yo'nalish – foydalanuvchiga modul harakatini boshqarishni kompleks vazifalarini yechishni tez va to'laqonli bajarish imkonini beradigan yangi avlod kompyuter qurilmalarini yaratishni ko'zga tutadi.

Mexatron harakatlarni boshqarish masalasini ikkita asosiy qismga ajratish mumkin:

- harakatni rejalashtirish;
- harakatni vaqt davomida bajarish.

Harakatni rejalashtirish va dasturni avtomatlashgan tarzda boshqarish masalasini yuqori bosqichdagi kompyuter belgilaydi. Bu kompyuter o'z navbatida topshiriqlarni inson-operatoridan oladi. Signallarni hisoblash va harakat signallarini yuritmalarga berish vazifasini harakat kontrolleri amalga oshiradi. Shunday qilib, KBQ arxitekturasida kompyuter va kontrollerning ishtiroki boshqarishning topshiriqlarini bajarishda vazifalarni ajratish nuqtai nazaridan maqsadlidir.

Faqat oddiy modullarda vaqt vaqti bilan oddiy kontrollerlar ishlatiladi va ular shartli ravishda arzonligi bilan foydalanuvchilar uchun qulaydir. Bu turdagi kontrollerlar vazifasi bir (kam xollarda ikki) koordinata bo'ylab mexanik harakatni boshqarish bo'lib, murakkab boshqaradigan strukturalar uchun oddiy interfeysga ega.

Operator tomonidan uncha qiyin bo'lmagan tilda (masalan, *BASIC*) boshqarish dasturini tuzish lozimligi, aloqa kanallarining kamlig va xotirasi hajmini kichikligi bu turdagi kontrollerlarni intellektual boshqariladigan ko'p koordinatli mexatron tizimlarda ishlatish mumkin emasligini ko'rsatadi.

Zamonaviy kontrollerlar boshqarilayotgan mexanik ob'ektning joylashuvi va/yoki tezligini teskari aloqa printsipli asosida boshqaradi, ya'ni mexatron tizim ijro etish bosqichida yopiq tizim bo'lib hisoblandi. Ochiq tizim bugungi kunda faqat qadamli dvigatelli tizimlarda ishlatiladi. Qadamli dvigatellar grafopostroitellar, plotterlar, aylanma stollar va boshqa sodda uskunalarda ishlatiladi.

Avtomatlashtirilgan mashinasozlik uskunalarida (metall kesuvchi, texnologik robotlar) harakatlarning aniqligiga erishish uchun faqat yopiq boshqaruv tizimlari ishlatiladi.

Ko'p funktsional harakatlarni amalga oshirishi uchun kontrollerlar tashqi qurilmalar bilan aloqada bo'lishini ta'minlaydigan qo'shimcha kirish/chiqish interfeyslari mavjud. Odatda, bu signallar diskret shaklga ega (*I/O*). Sanoatda avtomatik tizimlarda jihozlar bilan aloqa qilish uchun dasturlanadigan mantiqiy kontrollerlar (DMK) keng qo'llaniladi. Bunda harakat kontrollerlari va DMK orasidagi axborot almashinish faqat diskret kirish/chiqish bloklari orqali amalga oshiriladi.

Kontrollerlar tomonidan kuchli o'zgartirgichlar uchun boshqariladigan signallarning shakllanishining 2 usuli keng tarqalgan.

- analogli topshiriq signallari;
- modullashgan boshqaruv signallari.

Analogli boshqaruv signallarini hosil qilish uchun (-10V dan +10V gacha o'zgarmas tok) elektr kuchlanish beradigan raqamli-analogli o'zgartirgich kerak bo'ladi. energiya nuqtai-nazaridan o'zgartirgichlarning kuch kalitlarini boshqarishda keng-impul'sli modulyatsiya (широотно-импульсная модуляция (ШИМ)) metodini qo'llash foydaliroqdir.

Kontrollerlarnin texnik izohlarida harakatlar kattaligini asosan o'lchami [Imp] (*Steps* yoki *Counts*), tezlik esa [Imp/s] (*Steps/sec* yoki *Counts/sec*) birliklarda

o`lchanadi. Bu kattaliklar teskari aloqa datchiklarning xarakteristikalarini hisobga olmagan holda kontrollerning shaxsiy xususiyatlarini ifoda etadi. SI sistemasida harakat xarakteristikalarini aniqlash uchun ushbu kattaliklarni tanlab olingan datchiklar koefitsientiga bo`lish kerak. Masalan, oddiy aylanuvchi fotoimpulsli qabul qiluvchi (enkoder) 5000 Imp/ayl koefitsientiga ega, tanlab olingan rezolver esa 65000 Imp/ayl koefitsientiga egayu Unda kontrollerning pasport xarakteristikasi 1000000 Imp/s bo`lganda, motorning maksimal aylanish tezligi 200 ayl/s ni olamiz, rezolver apparati – 15,38 ayl/s.

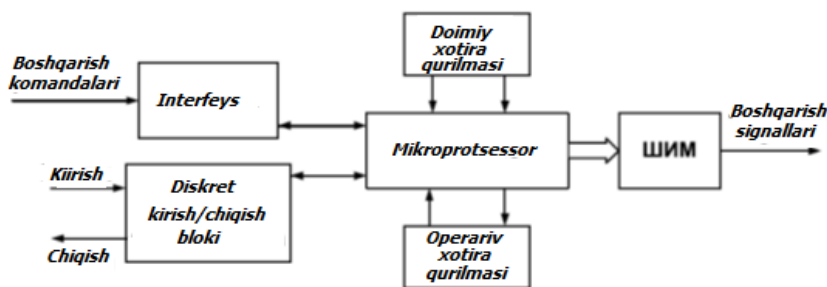
Intellectual mexatron modulni yaratishda KBQ apparat arxitekturasining 2 ta asosiy varianti mavjud:

- Standart interfeys bilan bog`langan yuqori bosqich kompyuterini va harakat kontrollerini alohida moslama sifatida qo`llanishi (bunda kontroller kompyuterga nisbatan tashqi blok bo`lib hisoblanadi);
- Monoblok konstruktsiya, bunda kontroller kompyuter ichiga o`rnatiladi (ichida o`rnatilgan kontroller).

Mazkur apparat sxemalar turli sohalarda tadbqiq qilinadi. “Tashqi kontroller” tipidagi kontrollerlarni bir nechta ko`p koordinatali boshqariladigan (stanoklar, robotlar, yordamchi uskunalar) murakkab mexatron tizimlarda qo`llash maqsadga muvofiqdir.

Bu tizimlarda kompyuter server vazifasini bajaradi, harkatni rejalashtiradi, dispetcherlik funksiyasini amalga oshiradi, kompleksning barcha kontrollerlari ishini boshqaradi. Ichiga o`rnatilgan kontrollerlar bitta mexatron tizim tarkibiga kiruvchi bir nechta mexatron modullar harakatini boshqarish uchun xizmat qiladi.

“Tashqi kontrollerli” KBQsining blok-sxemasini ko`rib chiqamiz.



16.2-rasm. Harakat kontrolleri blok-sxemasi

Boshqarishning moslashuvchanligi qo'llanilayotgan mikroprotsessor tomonidan ta'minlanadi.

Funktsional harakatlarni rejalashtirish amaliy dasturiy paketlar yordamida yuqori bosqich kompyuterdagi operator tomonidan amalga oshiriladi. Bundan tashqari kompyuter kontroller uchun standart interfeys (m-n, *RS-232C*) orqali yuboriladigan topshiriqlarni avtomatik generatsiya qiladi. Bu topshiriqlar ijrochi dvigatel valining talab qilingan holati, tezligi va tezlanishini vaqt bo'yicha o'zgarishi qonuniyatini ko'rsatadi

"Ichiga o'rnatilgan kontroller" arxitekturasida harakatni boshqarish uchun apparat platformasi sifatida personal kompyuter (PC) ishlatiladi. Bu mexatron modul va tizimlarning ko'p funktsiyali harakatini rejalashtirish va boshqarish, axborot-o'lchov ma'lumotlarini qayta ishlash funktsiyalarini bitta qurilmada bajarish imkonini beradi. Foydalanuvchi nuqtai nazaridan buning afzallik tomonlari oddiy operatsion tizimlar va dasturiy vositalarning (*AutoCAD, Excel, Windows NT/95/3.1, C++* va b.) harakatni dasturlaydigan tizimlar bilan integratsiyalashuvidir. Boshqaruv kompyuterlarining bitta tarmoqda birlashtirish yacheyka, sexlar va korxonalarni avtomatlashtirish vazifalarini bajarishda taqsimlangan boshqaruv komplekslarini yaratish imkoniyatini beradi. Bunda PCdagi modul strukturasi apparatni issiqlik, tebranish va ishlab chiqarishning boshqa ta'sirlaridan himoyalaydi.

Ichiga o'rnatilgan kontrollerlar kompyuterning qo'shimcha raz'yomiga ulangan maxsus platalar (*plug-incard*) sifatida ishlab chiqariladi. Kontroller va PC orasidagi ma'lumot almashtirish adres va ma'lumotlarning oddiy shinasini (32-bitli) orqali amalga oshiriladi. Oddiy shina standartlari *ISA, STD, VME* va *IBM-PC Bus* bo'lishi mumkin. Kontroller platasida shu bilan birga yuritma kuch o'zgartirgichi, teskari aloqa datchigi (analogli va raqamli), tashqi diskret kirish/chiqish uchun kerakli raz'yom joylari mavjud.

3.Intellektual kuch modullari

Harakat kontrollerlari va kuchli o'zgartirgichlarni integratsiyalashga qaratilgan mexatron modullarni intellektuallashtirish usullari va yo'llarini ko'rib chiqamiz. Bunday yechimlar komponentlari bir-biridan katta masofada joylashgan ko'p o'lchamli mexatron tizimlar uchun maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday holda boshqarish sistemasini bitta kompyuter bazasida amalga oshirish qiyin yoki umuman texnik jihatdan mumkin bo'lmaydi. Chunki uzoq masofalarga signallarni uzatish va qabul qilish texnik jihatdan mumkin emas (masalan, oddiy RS-232 protokoli ma'lumot va signallarni faqat 9,15 m masofaga uzata oladi).

Bunday tizimlarda har bir modulni boshqarish bloki o'zgartirgich korpusiga yoki elektrdvigatelning klemma korobkasiga o'rnatilgan bo'ladi. Bunaqa modullarni *intellektual kuch modullari* (IKM) deb ataymiz.

IKMlar yangi avlod yarim o'tkazgichli asboblarning bazasida yasalanadi. Bunaqa asboblarning tipik namoyondalari dala kuchli tranzistorlari (*MOSFET*), bipolyar tranzistorlar (*IGBT*), dala boshqaruvli yopiladigan tiristorlar (*MST*). Yangi avlod asboblarning tezkorligi (*IGBT* tranzistorlari uchun kommutatsiyalash chastotasi 50 kGts gacha, *MOSFET* tranzistorlari uchun - 100 kGts) va kommutatsiya qilinadigan tok kuchi va kuchlanishi (*IGBT* uchun chegaraviy tok kuchi – 1200 A gacha, chegaraviy kuchlanish – 3500 V gacha) hamda boshqarish uchun kichik quvvatlari bilan ajralib turadi.

IKM tarkibiga kuchli elektronikaning an'anaviy asboblari (kuchli tranzistorlar yoki tiristorlar va diodlar bazasida qurilgan kalitlar) dan tashqari mikroelektronika elementlari ham kiradi. Ular intellektual funktsiyalarni: harakatni boshqarish, avariya rejimida himoyalash va nosozliklarni diagnostikalash ishlarini bajarishga mo'ljallangan. Mexatron modullarning yuritma qismida IKMlarning ishlatilishi kuchli o'zgartirgichlarning massogabaritlarini ancha kamaytirish, ularning ishi ishonchligini oshirish va texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlarini yaxshilash imkonini beradi.

4.Mexatronik modul va tizimlarning intellektual sensorlari

Intellektual sensorlarni yaratish bu –mexanik harakat parametrlarini o`lchash, ularni o`zgartirish va berilgan algoritmlarga mos kompyuterli qayta ishlash funksiyalarini bitta axborot-o`lchash modulida birlashtirish demakdir. Struktura nuqtai-nazaridan qaraganda so`z mexatron modulning sensor va kompyuter bloklarini integrallashtirish haqida boradi. Sensorlarni intellektuallashtirish o`lchash ishlarini aniqligini oshirish imkonini beradi. Aniqlikning oshishiga dasturlash asosida sensor modulida shovqinlarni filtrlash, kalibrovkalash, kirish/chiqish xarakteristikalarini chiziqlashtirish, ayqash aloqalarni kompensatsiyalash, nolni gisterislash va dreyflash sabab bo`ladi.

Mexatron modullarda, avval aytib o`tkanimizdek, harakatlanuvchi sistema elementlarining joriy holati haqidagi ma`lumotlarni yig`ish, ularni real vaqt rejimida qayta ishlash va signallarni tesqari aloqa orqalikompyuter boshqarish qurilmasiga yetkazish uchun sensorlar xizmat qiladi. Tipik o`lchash kattaliklari – bu modul va sistemalarni boshqarish uchun foydaniladigan axborotlar: ijrochi dvigatellar tomonidan amalga oshiriladigan harakat (chiziqli yoki aylanma), tezlik, tezlanish va moment; ishchi organ (masalan, shpindel)ga ta`sir qiluvchi tashqi kuchlar; ishchi organ (masalan, sanoat robotining qo`li yoki nazorat-o`lchash mashinasining sezgir organi)ning fazodagi holati va orientatsiyasi.

Zamonaviy enkoderlarning (aylanish burchagini o`lchovchi sensorlarning) ajralib turadigan afzalliklari: ham harakatni, ham harakat tezligini o`lchash imkoniyati; o`lchasdagi yuqori aniqlik va past shovqinlar; ko`plab qayta o`lchash; konstruktiv ixchamlilik va mexatron modul ichiga o`rnatish imkoniyati.

Absolyut enkoderlar chiqish signalini real vaqt rejimida kompyuterli qayta ishlash uchun qulay bo`lgan kod shaklida chiqaradi.

Enkoderlarni intellektuallashtirish uchun ular korpusida mikroprotssessor o`rnatiladi. Mikroprotssessor quyidagi vazifalarni bajaradi: datchik axborotini

kodlashtirish, o`lchash xatoliklarini aniqlash, signalni masshtablashtirish va standart protokol orqali joriy kodni harakat kontrolleriga uzatish.

Enkoderlarni yaratishning zamonaviy tendentsiyasi konstruktiv elementlarni (val, podshipniklarni) va kodlovchi disk, fotoelement va mikroprotsessorni bitta sensor modulida birlashtirishni ko`zga tutadi.

5.Intellektual mexatronika modullariga misollar

Intellektual mexatronika modullari (IMM) bu zamonaviy harakat modullarining uchinchi avlodidir. Mexatron harakat modullari bilan taqqoslaganda IMM mexanik va axborot qismlarini, dvigatellarni, boshqaruvchi va elektron qurilmalarni (kuchli o`zgartirgichlarni) o`z tarkibiga kiritgan konstruktiv va funktsional yaxlit modulni tashkil qiladi. Bunday yaxlitlik ularga intellektuallik xususiyatini beradi va foydalanuvchini interfeys muammosidan xalos qiladi.

IMMlarni qo`llashdan ijobiy natijalar quyidagilar:

- Yuqori bosqichlarga murojaat qilmasdan murakkab harakatlarni mustaqil amalga oshirish. Bu modullarning avtonomligini, hamda o`zgaruvchan va noma`lum tashqi muhit sharoitida ishlash qobiliyatini oshiradi.

- Modullar va markaziy boshqarish qurilmalari orasidagi kommunikatsiyalarning soddalashuvi. Bu tizimning xalaqit qiluvchi signallardan himoyalanişini oshiradi.

- Nosozliklarni kompyuterli tashxis qo`yish yo`li bilan aniqlash va avtomatik himoyalash orqali tizimlarning ishonchligini oshirish.

- IMM asosida tarqatilgan boshqarish tizimlarini tarmog`lanish usuli bilan yaratish. Kerakli dasturiy ta`minotni ta`minlagan holda apparat-dasturiy platformalarni qo`llash.

- Quchli o`zgartiruvchilarni va sensorlarni intellektuallashtirish. Bu o`lchashlarni aniqlashtirishga, shovqinlarni filtrlashga, kirish/chiqish xarakteristikalarini chiziqlashtirishga olib keldi.

IMM quyidagi elementlardan iborat:

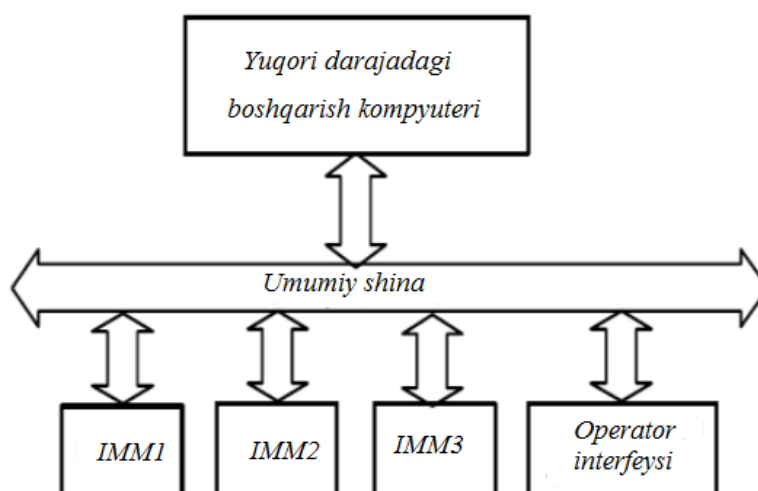
- Dvigatel (aylanma va ilgarilanma harakatlanuvchi va h.k.);

- Mexanik o'zgartirgich (tishli, tasmali, vintli va h.k.);
- Tesqari bog'lanish datchiklari;
- Kuchli o'zgartirgichlar (holat, tezlik, tok, temperatura, vibratsiya va h.k.);
- Bog'lanish vositalari.

Zamonaviy elementlar bazasida tayyorlangan boshqaruvchi kontrollerlar ixcham va ishonchli mexatron mahsulotlarni yaratish imkonini beradi.

Yuqorida aytib o'tilgan barcha elementlar loyilovchi tomonidan yagona korpusga konstruktiv birlashtiriladi. IMMLar bilan ishlash uchun foydalanuvchi IMMni kommunikatsion magistral orqali boshqaruvning yuqori bosqichdagi kompyuter bilan bog'lash kerak bo'ladi. Natijada biz taqsimlangan boshqarish tizimiga ega bo'lamiz.

Uning strukturasi 16.3-rasmda keltirilgan. Bunda qurilmalar orasida aloqa almashinuvi umumiy shina printsipli asosida qurilgan kompyuter tarmog'i orqali amalga oshiriladi.



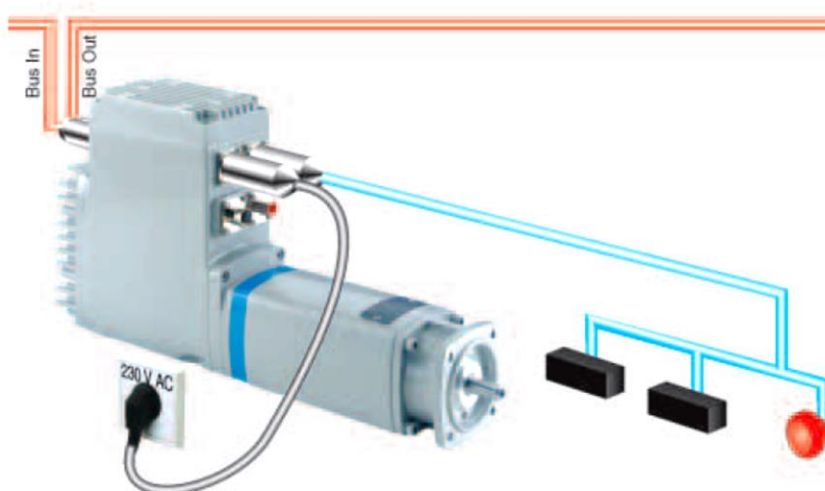
16.3-rasm. Taqsimlangan boshqarish tizimi arxitekturası

Taqsimlangan tizim arxitekturası quyidagi afzalliklarga ega:

- bog'lovchi kabel va o'tkazuvchi simlarning minimal miqdori, bu mexatronika tizimlarni sozlash va ishlatishni qulay va ishonchli qiladi;

- harakatni boshqarishning zamonaviy hisoblash algoritmlari va usullarini (aniq bo'lmagan mantiq, neyron tarmog'i) qo'llash imkoniyati;
- ochiq arxitektura printsiplarini qo'llash, bu konfiguratsiyalarni o'zgartirish va yangi funktsiyalarni yechish uchun tizimni kengaytirish imkonini yaratadi;
- tizimning ishonchliligi, ishlash vaqtida diagnostika ishlarini o'tkazish imkoniyati.

Misol tariqasida «*MilanDriveAUMA*» intellektual mexatron modulini ko'rib chiqamiz. Modul texnologik jarayonlarni markazlashmagan avtomatlashtirilgan tizimlar uchun ishlatiladi. Yaxlit korpusda sinxron dvigatel, elektron va axborot qurilmalar hamda taqsimlangan mexatron tizimni yaratish uchun interfeys bloklar konstruktiv ravishda birlashtirilgan (16.4- rasm).



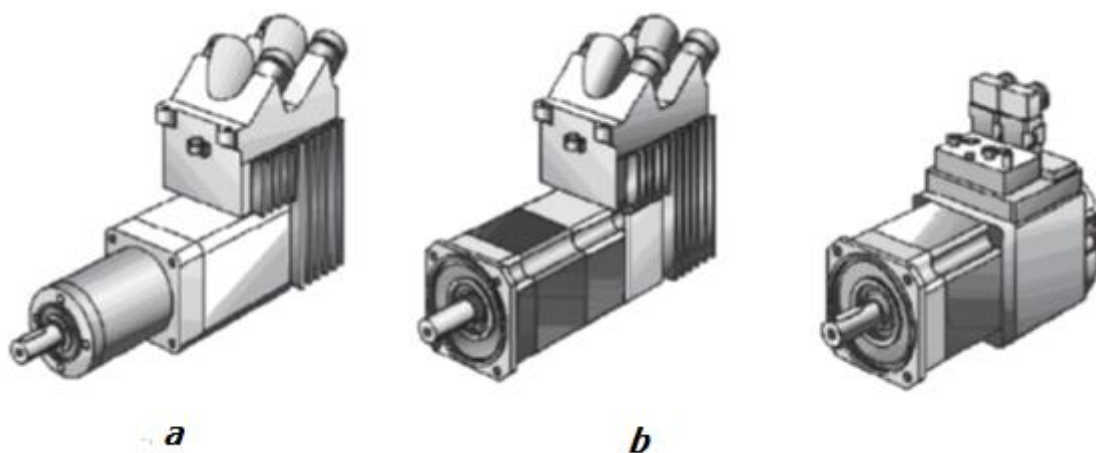
16.4-rasm. «*MilanDriveAUMA*» intellektual mexatron moduli

Elektr bog'lanish bloklari modulni is'temol manbasiga, umumiy kompyuter shinasiga, kirish/chiqish bloklariga va RS-232 tipidagi interfeysga ulanish imkoniyatini beradi. *Profibus-DP* yoki *CAN-Open* interfeyslariga ulanish ham mumkin. Kontrollerning dasturiy ta'minoti yuritmalarni boshqarish, shu jumladan elektravtomatikani interpolyatsiyalash va boshqarishni amalga oshiradi. Holat

bo'yicha teskari aloqa datchigi sifatida aylanuvchi transformator qo'llaniladi. Ba'zi bir modifikatsiyalarida o'rnatilgan tormoz qurilmasi ham mavjud.

Aylanuvchi transformator — o'zgaruvchan tok elektrik mikromashinasi, rezol'ver, u aylanish burchagini amplitudasi aylanish burchagiga proportsional yoki burchakning funktsiyasi bo'lgan elektr kuchlanishga o'zgartiradi.

16.5-rasmda *SIEMENS* firmasiining *SIMODRIVE POSMO A* (16.5-rasm, *a*) va *SIMODRIVE POSMO SI* (16.5-rasm, *b*) IMM lari keltirilgan.



16.5-rasm. *SIEMENS* firmasining intellektual mexatronika modullari

a- SIMODRIVE POSMO A; b-SIMODRIVE POSMO SI

Yana bir misol tariqasida "*Animatics Corp.*" (AQSh) va "*Siemens*" (Germaniya) firmalarining harakatlar ketma-ketligi erkin dasturlanadigan bir koordinata bo'yicha boshqariladigan harakatlarni amalga oshiradigan mexatron modullarni aytish mumkin.



16.6-rasm. "Siemens" kompaniyasining intellektual mexatron moduli

16.6-rasmda "Siemens" kompaniyasining intellektual mexatron moduli ko`rsatilgan. Bu modulda kuchli o`zgartirgich va boshqaruv qurilmasi dvigatel bilan konstruktiv birlashtirilgan. Shteker texnikasi yordamida raqamli kirish va diagnostik signallar beriladi, hamda dvigatel va kuchli o`zgartirgichlar bilan elektrik aloqani amalga oshiriladi. Markaziy boshqarish qurilmasi va boshqa modullar bilan aloqa standart shina "Profibus" orqali amalga oshiriladi.

16.7-rasmda valtsovkali birikmalarni bajarish uchun mo`ljallangan IMMning kinematik sxemasi ko`rsatilgan. Valtsovkali birikmalar avtomobillarning zamonaviy elektrjihozli qurilmalarni (elektrbenzonasos, benzinni sepuvchi forsunkalar, o`t oldirish katushkalari)ni yig`ishda qo`llaniladi.

Modul yig'ish uchun kerakli harakatlarni amalga oshiradi:

- valtsovka kallakchali shpindelni detal bilan kontaktlashishgacha ilgarilanma harakat;

- valtsovkalash vintli va aylanma harakati;

- shpindelning ilgarilanma yuqoriga birlamchi holatiga harakati.

Bu harakatlar gayka va vintning aylanish chastotalarini moslashtirish orqali amalga oshiriladi. Harakatning har qaysi bosqichida bu chastotalarni o'zgartirish qonuniyatini aniqlash jarayonni boshqarishning algoritmik ta'minoti vazifasidir.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

- 1.Intellektual mexatron modullarning boshqalardan farqi?
2. Mexatron harakatlarni boshqarish masalasini nechta asosiy qismlarga ajratish mumkin?
3. Harakat kontrolleri blok-sxemasini tushuntiring.
4. Intellektual kuch modullariga misollar keltiring.
5. Intellektual sensorlar qanaqa vazifalarni bajaradi?
6. IMMLarni qo'llashdan ijobiy natijalar qanaqa?

5-modul. Mexatronika tizimlarini boshqarish usullari

Ma`ruza №17-18

Mexatronika tizimlarini boshqarish boshqichlari

Reja:

1. MTlarni boshqarish vazifalari va iyerarxiyasi
2. Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari.
3. Taktik boshqarish bosqichi tizimi.
4. Strategik boshqarish boshqichi tizimi.
5. Intellektual boshqichi boshqarish tizimi

Asosiy kalit so'z va iboralar

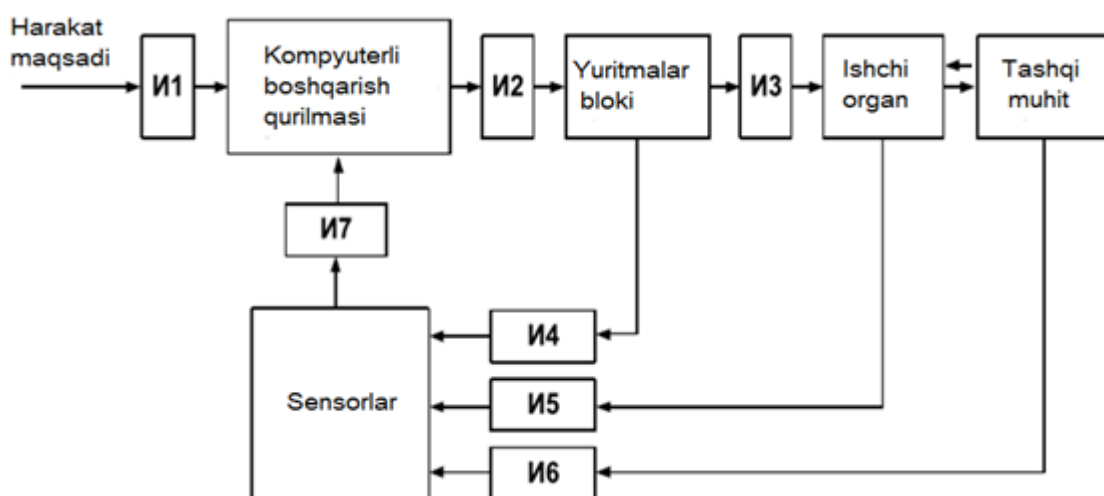
Boshqaruv iyerarxiyasi; ijro etish bosqichi; taktik boshqarish bosqichi; intellektual boshqarish bosqichi

1. MTlarni boshqarish vazifalari va iyerarxiyasi

Mexatronikada mashinalarning mexanik (funktSIONal) harakatini boshqarish vazifasi yuklatilgan.

Kompyuter bilan boshqariladigan qurilmaning funktsional sxemasini ko'rib chiqamiz. Bu qurilmaning vazifasi ishchi organ tomonidan ob'ektga maqsadli ta'sir ko'rsatishdir. Bunda tashqi muhit tomonidan ob'ektga g'alayonli ta'sir ko'rsatiladi (17.1-rasm). Bundan kelib chiqadiki, mexatronika boshqarish ob'ekti murakkab ko'p aloqali tizim hisoblanadi. Bu tizim quyidagi qismlardan iborat:

- ijrochi yuritmalar bloki;
- ishchi organli mexanik qurilma;
- sensorlar (datchiklar) bloki;
- ishchi organ ta'sir qiluvchi ish ob'ekti;
- boshqarish tizimi.

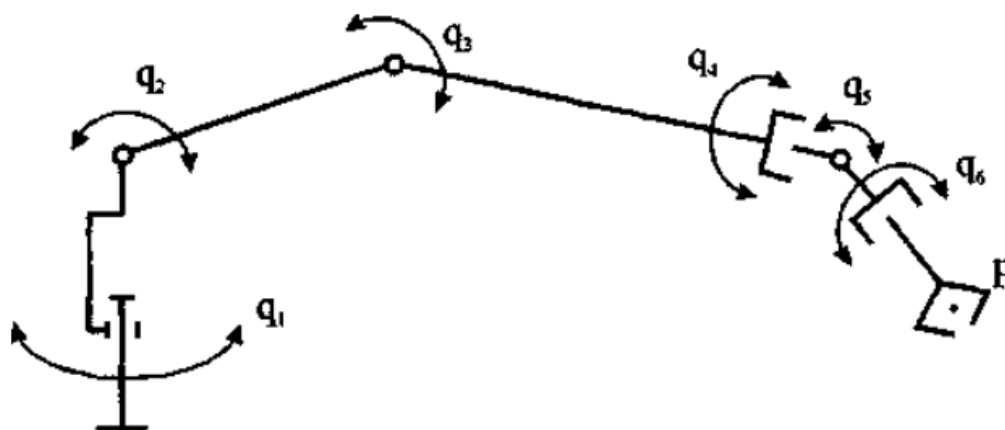


17.1-rasm. Kompyuterli boshqarish qurilmasi funkSIONal sxemasi

И1-И7 interfyeslar

Yuqorida keltirilgan boshqarish ob`ekti strukturasi mexatronik tizimlarni boshqarish talablari va vazifalarini aniqlab beradi. Bu vazifalar avtomatik boshqarish nazariyasining mumtoz talablari: boshqarish turg'unligi, aniqligi va sifatiga tayanadi.

Masalan, 6 harakat erkinligiga ega bo`lgan sanoat roboti manipulyatori uchun ishchi organ holati haqidagi teskari vazifani qo`yish quyidagicha bo`ladi (17.2-rasm). Ishchi organ  $P$ ning berilgan harakat traektoriyasi bo`yicha manipulyatorning q_1 - q_6 umumiy koordinatalarini hisoblash lozim bo`ladi.



17.2-rasm. Manipulyatorning umumlashtirilgan koordinatalari

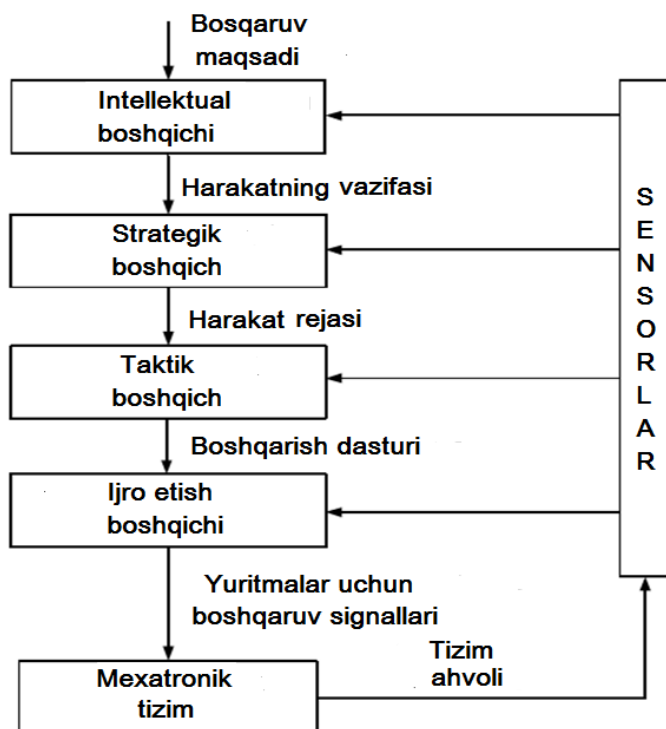
Teskari masalani yechishda umumiy koordinatalarini hisoblash uchun n noma`lumli ( $n$  – mexanizmning boshqariladigan harakat erkinligi soni)  $m$  algebraik tenglamalarni ( $m$  – ishchi organning harakat erkinligi soni) yechish kerak bo`ladi.

Iyerarxik struktura – bu bir-biri bilan o`zaro ta`sirlashadigan kichik tizimlarning ko`p boshqichli yig`indisi (birlashuvi). Bunda har qaysi kichik tizim (podсистема) ma`lum bir vazifani bajarish uchun mas`uldir va o`zi egallagan boshqichdagi boshqarish vazifalarini bajarish uchun kerak bo`lgan sensorlar bilan bog`langan.

Zamonaviy MTlarda, qoida bo`yicha, “yuqoridan-pastga” ierarxiya sxemasi qo`llaniladi, bunda pastki bosqichdagi kichik tizimlar yuqoridagisiga so`zsiz bo`ysunadi. Bunaqa struktura iyerarxiyaning har bir boshqichida va MTning o`zida boshqarishni moslanuvchanligi va umumiy rejani bajarishini ta`minlaydi. Bunday

boshqarishni tashkil qilishda MTning ma'lum qismi xarakteristikalriga o'zgartirish kiritilganda ma'lum bosqichdagi boshqarish qismlari algoritmda o'zgarish sodir bo'ladi. Bunda boshqa bosqichdagi algoritmik ta'minot o'zgarishsiz qoladi.

Mexatronik (robototexnik) tizimlar uchun xarakterli bo'lgan boshqarish iyerarxiyasini ko'rib chiqamiz (17.3-rasm). Bu strukturada 4 ta boshqarish bosqichi ajratiladi: intellektual, strategik, taktik va ijro etuvchi.



17.3-rasm. Mexatronik tizimlardagi boshqaruv iyerarxiyasi

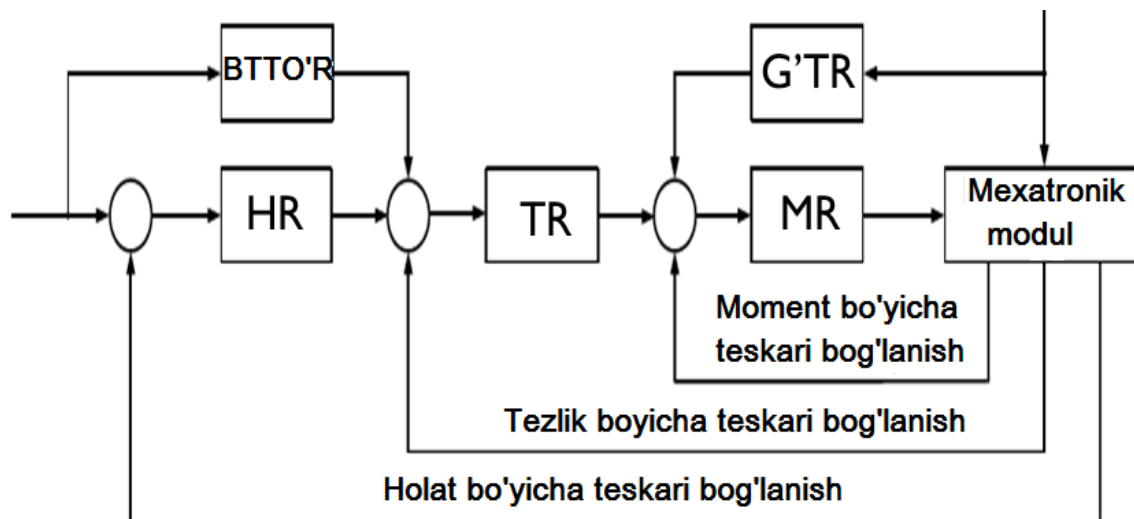
2. Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari

Bu bosqichdagi boshqarish qurilmalariga misol bo'lib harakat kontrollerlari xizmat qiladi.

Bu qurilmalarning qo'llanish maqsadi taktik bosqichdan keladigan boshqarish dasturini bajarish uchun boshqarish tizimini talablarini turg'unlik, aniqlik va sifat bo'yicha ta'minlab berishdir. Tipik kontroller bajaradigan boshqarish tizimi strukturaviy sxemasi 18.4-rasmda keltirilgan. Bu tizimga beshta asosiy rostlagichlar: holat rostlagichi (HR), tezlik rostlagichi (TR), moment yoki kuch rostlagichi (MR),

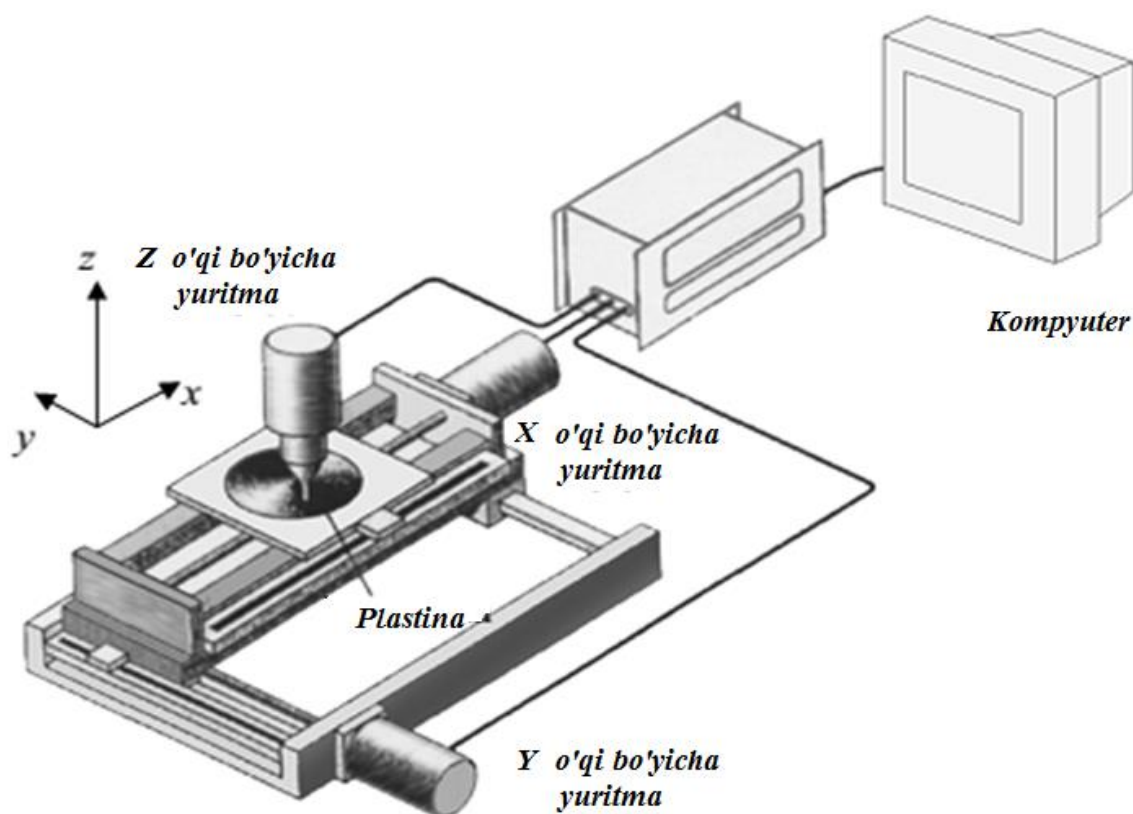
boshqarish ta'siri tezligining o'zgarishi bo'yicha to'g'ri bog'lanish rostlagichi (BTTO'R) va g'alayonli ta'sir f bo'yicha tuzatuvchi bog'lanish rostlagichi (G'TR) kiradi. Boshqarish maqsadiga ko'ra tizimga kirish ta'sirlari bo'lib holat bo'yicha, tezlik bo'yicha yoki ta'sir etuvchi kuch bo'yicha boshqarish signallari xizmat qiladi.

Tizimda yopiq boshqarish printsipli qo'llaniladi, ya'ni tizimning muhitdagi koordinatalari bo'yicha teskari bog'lanish ko'zda tutiladi.



18.4-rasm. Ijro etish boshqichidagi boshqarish tizimi funksional sxemasi

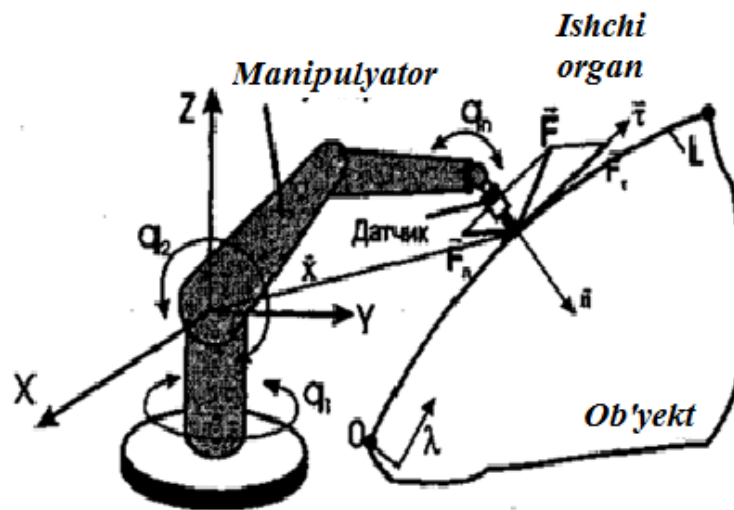
Holat rostlagichi (HR), tezlik rostlagichi (TR), moment yoki kuch rostlagichi (MR), boshqarish ta'siri tezligining o'zgarishi bo'yicha to'g'ri bog'lanish rostlagichi (BTTO'R) va g'alayonli ta'sir f bo'yicha tuzatuvchi bog'lanish rostlagichi (G'TR).



18.5-rasm Yarimo'tkazgichli plastinalar uchun uch koordinatali boshqarish tizimi

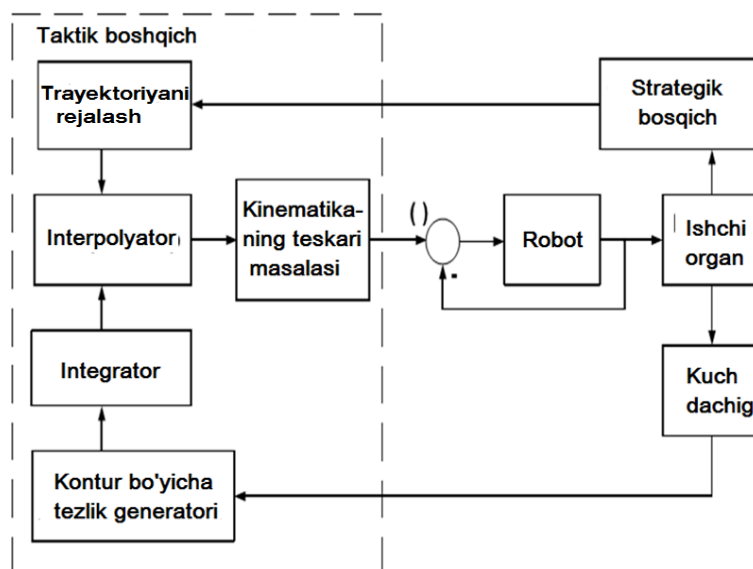
3. Taktik boshqarish bosqichi tizimi

Mexanik ishlov berish operatsiyasini bajaradigan texnologik robot uchun taktik boshqarish tizimi tuzilishini ko'rib chiqamiz. Boshqarish masalasini bajarish uchun robot ishchi organini berilgan traektoriya (L egri chizig'i) bo'yicha harakatini shu harakat paytida sodir bo'ladigan kuch (vektor n) bilan bog'lagan holda boshqarish lozim bo'ladi (18.5-rasm). Shunday qilib, tizimda kontur bo'yicha va kuch bo'yicha robot harakatini boshqarish usullari birgalikda qo'llash talab etiladi.



18.5-rasm. Mexanik ishlov berish roboti sxemasi

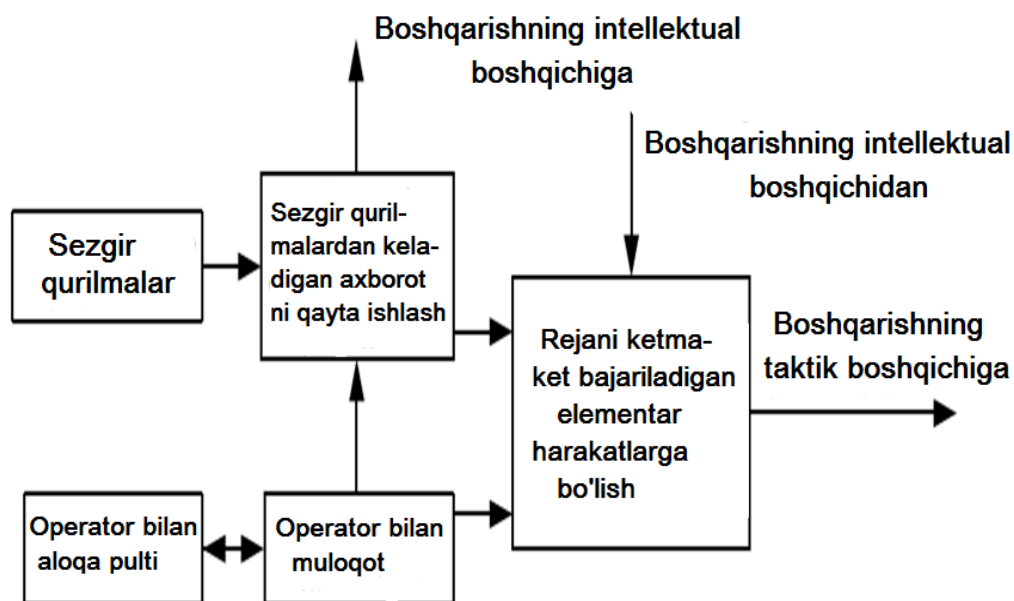
18.6-rasmda kontur bo'yicha kuchli boshqarish blok-sxemasini keltirilgan. Bu sxema robot harakatini g'alayonli kuchli ta'sirga moslashtirilishini ta'minlaydi. Manipulyator tirsagida o'rnatilgan kuchmomentli datchik ishchi organga ta'sir etuvchi kuchlar haqida ma'lumotni beradi. Kuchli tesqari aloqa taktik bosqichdagi boshqarish tizimini yopadi va bu ijro etish bosqichidagi tesqari aloqalar bilan birgalikda harakatning aniqligini ta'minlaydi. Kontur bo'yicha tezlikni hisoblash berilgan traektoriya bo'yicha robot harakatining ratsional texnologik tezligini berish uchun xizmat qiladi.



18.6-rasm. Kontur bo'yicha kuchli boshqarish blok-sxemasi

4.Strategik boshqarish boshqichi tizimi

Strategik boshqichdagi boshqarish tizimi MTning harakatini rejalash uchun kerak bo`ladi. Harakatni rejalash – bu kirish axboroti (harakat vazifasi)ni ketma-ket keladigan vaqt bo`yicha moslashtirilgan elementar harakatlarga bo`lib chiqishdir (18.7-rasm).



18.7-rasm. Strategik boshqichi boshqarish tizimi strukturasi

Bu bosqichda sensorlardan keladigan axborot birlamchi qayta ishlanadi va tugallangan funktsional amaliy harakatlar sintez qilinadi. Strategik bosqichdagi algoritmlar operator bilan muloqotni va berilgan yo`riqnomalarni bajarishni ta`minlaydi. Sensorlardan keladigan axborotlardan mexatronik tizimdagi funktsional sharoitlarning o`zgarishida operatsiyalar bajarilishiga tuzatish kiritish uchun foydaniladi.

Strategik bosqichdagi boshqarish tizimi harakatni boshqarish komandalari shaklida harakat rejasi va maqsadi haqidagi axborotni ishlab chiqadi va uni taktik bosqichga etkazib beradi.

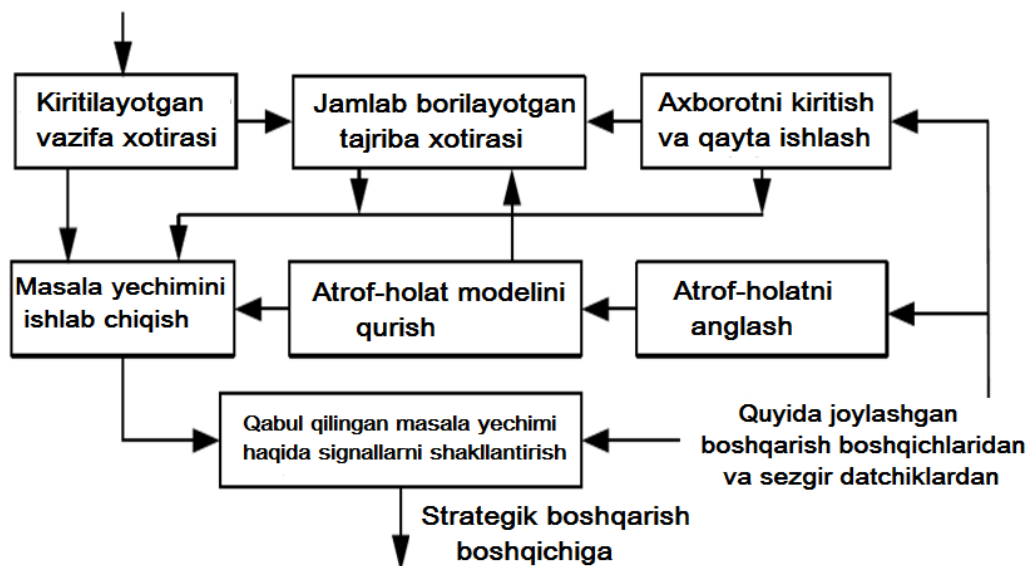
5. Intellektual boshqarish boshqichi tizimi

Intellektual mexatronik tizimlarda keng ko'lamda boshqarishning intellektual usullari qo'llaniladi. *Intellektual usullar* deganda inson miyasi funktsiyasiga mos keladigan usullarni foydalanishni tushunish mumkin. Bularga misol bo'lib *aniq bo'lmagan mantiq* va *neyron tarmog'i* xizmat qiladi.

Intellektual bosqich – bu eng yuqori boshqarish bosqichidir. Bu bosqichning qo'llanish maqsadi – ob'ekt va tashqi muhit haqidagi axborot to'liq bo'lmagan sharoitda mexanik tizimning harakati haqida qaror qabul qilishdir (18.8-rasm).

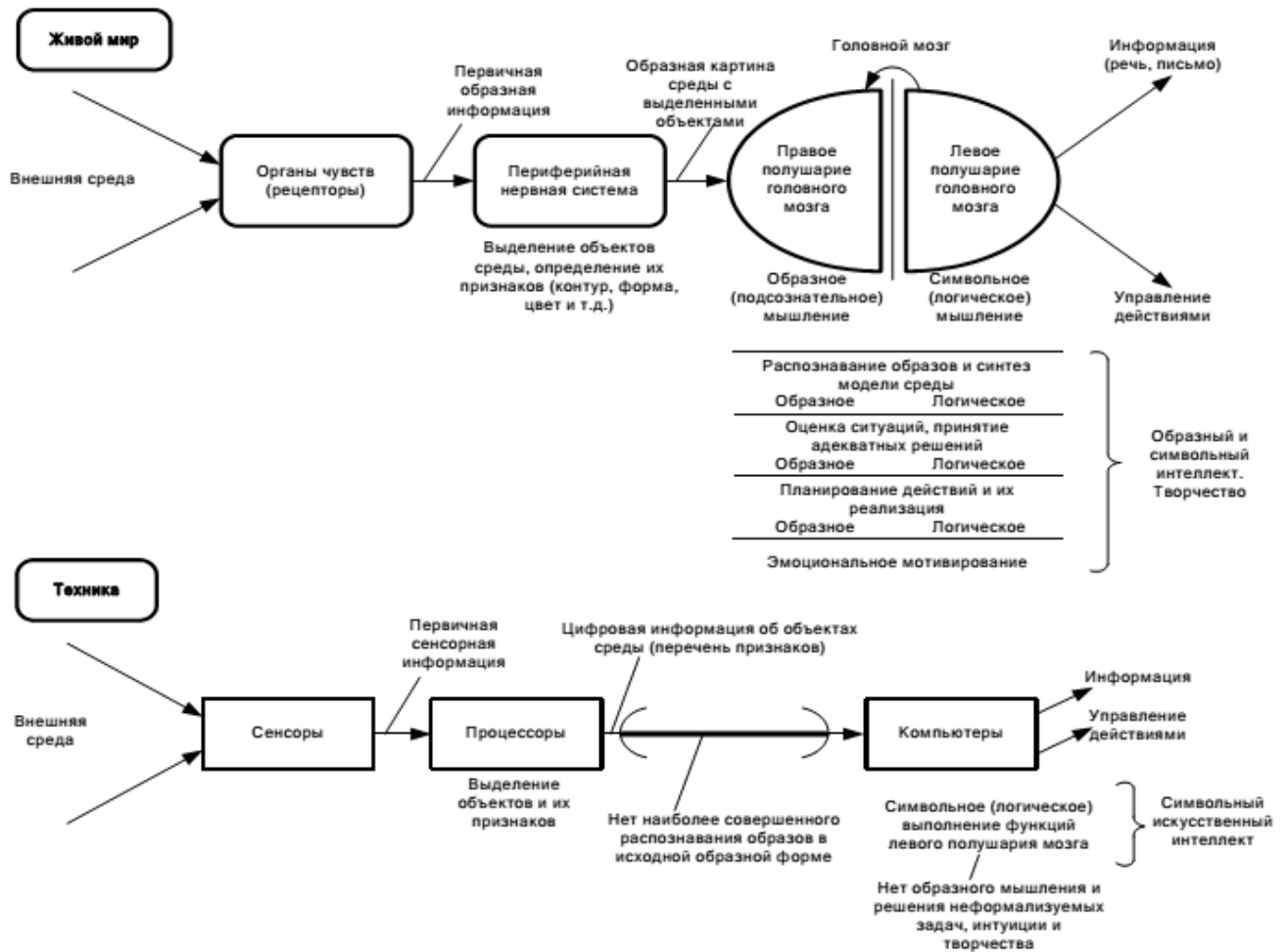
Boshqarish maqsadi keng ma'noda beriladi (masalan, zagotovkani olib kelish, uni stanokka berish, zagotovkaga mexanik ishlov berish va sifatini tekshirish hamda uni boshqa stanokka uzatish). Zamonaviy MTlarda intellektual boshqarish bosqichi vazifalarini inson-operator yoki yuqori bosqichdagi EHM bajaradi. Bu bosqichda o'zgarib borayotgan murakkab tashqi holat tahlil qilinadi, bajaraladigan harakatlar haqida qaror qabul qilinadi va uni strategik bosqichga etkaziladi.

Bu bosqichdagi boshqarish tizimi tashqi holat haqidagi masalalarni anglaydi va uni tushunadi, va ulardan va ish tajribasidagi axborotdan foydalanib avtomatik ravishda masalani echish qarorlarini qabul qiladi.



18.8-rasm. Intellektual boshqichi boshqarish tizimi strukturasi

MTlardagi intellektual tizimlar ikkita asosiy g'oyalarga tayanadi: tashqi holatlarni tahlil qilish asosida boshqarish (holat boshqaruvi) va bilimlarni qayta ishlashning zamonaviy qayta ishlash texnologiyalari.



18.9-rasm. Jonli dunyo va texnikadagi boshqarishning strukturaviy sxemasi

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. MTlarni boshqarish vazifalari.
2. MTlarni boshqarish iyerarxiyasi.
3. Ishchi organ holati haqidagi teskari vazifani qo'yish mexatron tizimlarda qanday

bajariladi?

4. Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari.
5. Taktik boshqarish bosqichi tizimi.
6. Strategik boshqarish bosqichi tizimi.
7. Intellektual boshqarish bosqichi tizimi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. The Mechatronics Hand Book // Editor-in-Chief Robert H. Bishop. The University of Texas at Austin, Texas. © 2002 by CRC Press LLC 2002.-1229 p.
2. Klaus Janschek. Mechatronic Systems Design. Methods, Models, Concepts. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2012-815 p.
3. David G. Alciatore, Michael B. Hstand. Introduction to Mechatronics and Measurement Systems // Department of Mechanical Engineering. Colorado State University. Copyright © 2012 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Previous editions.-573 p.
4. Introduction to Intelligent Robotics / Herman Bruyninckx and Joris De Schutter - Katholieke Universiteit Leuven.
5. Mechatronic Drives. Motion control in a nutshell / Farid Al-Bender - K.U.Leuven.
6. Готлиб Б. М. Введение в мехатронику – Екатеринбург:Изд-во Уральского государственного университета путей сообщения, 2007.
7. Хомченко, В. Г. Мехатронные и робототехнические системы: учеб. пособие / В. Г. Хомченко, В. Ю. Соломин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.
8. Введение в мехатронику / А.И.Грабченко, В.Б.Клепиков, В.Л.Доброскок и др. - Харьков: НТУ, 2014. - 264 с.
9. Таугер В. М. Конструирование мехатронных модулей: учеб. пособие. — Екатеринбург : УрГУПС, 2009. — 336 с