Лекция - 6

6 Өнеркәсіптік роботтар манипуляторларының конструкциялары

Манипулятордың конструкцияларына қойылатын жалпы талаптар

Өнеркәсіптік роботтарды орнатудың әртүрлі тәсілдері бар (еден, аспалы, порталды, кіріктірілген). Бұл роботтың құрылымын анықтайтын бірінші фактор. Конструкцияға сондай-ақ манипулятордың қажетті пішіні, өлшемдері және жұмыс аймағының орналасуы, позициялаудың қажетті дәлдігі мен қозғалыс процестерінің талаптары, максималды жылдамдығы мен үдеуі, буындардың серпімді икемділігі, меншікті жиіліктері әсер етеді. Маңызды фактор-роботтың талап етілетін жүк көтергіштігі, сондай-ақ оның рұқсат етілген габариттік өлшемдері мен салмағы.

Робот манипуляторларының конструкциясына орнатылатын жетектердің түрлері мен қуаттары, сондай-ақ олардың орналасуы-буындарды қосатын тікелей КЖ-де немесе робот негізінде тиісті беру механизмдерімен немесе аралас нұсқада [13,14] елеулі түрде бейнеленеді. Манипулятордағы беріліс механизмдері қозғалтқыштардан негізгі буындарға қозғалу үшін арналған. Беріліс ретінде тетіктер мен берілістердің әртүрлі түрлері қолданылады: иінтіректі, тісті, мальтийлі, шарикті-бұрандалы, тісті-белді, толқынды және т.б.

Беріліс механизмінің күрделілік дәрежесі қозғалтқыштардың орналасуына байланысты. Егер қозғалтқыш қозғалыс берілетін буыннан көрші буында орналасқан болса, онда беру өте қарапайым болады, алайда бұл жағдайда қозғалтқыш жылжымалы буында болады және манипулятормен бірге қозғалады. Егер қозғалтқыш негізінде орна- ласса, беріліс тетігі қатты күрделенеді: беріліс кинематикалық тізбектер негізгі буындармен бірге бірнеше еркіндік дәрежесімен күрделі көп буынды механикалық жүйені құрайды [15].

Қозғалыстарды беру тәсілдері (тісті механизмдер, тізбекті бері- лістер және т.б.) де белгілі рөл атқарады. Роботтың құрылымын әзірлеуде жөндеу жарамдылығы мен қызмет көрсету ыңғайлылығы, тұтынылатын қуат пен қуат көзі, жұмыс істеу құны мен сенімділігі, агрессивті ортадан қорғау, жарылыс және өрт қауіпсіздігі сияқты пай- далану талаптары ескеріледі.

Қармауыш құрылғылардың типтері және олардың ауысуы (оның ішінде автоматты), жұмыс құралдарын бекіту тәсілдері, техникалық көру жүйесінің болуы және т.б. ескеріледі. Роботты басқару жүйесі әдетте бөлінген: роботтың манипуляторы әр кинематикалық жұптың жағдайы мен жылдамдығы бойынша кері байланыс датчиктерін, сондай-ақ бірқатар жағдайларда қыспақты құрылғыны алып жүретін қылқаламдағы күш датчиктерін алып жүреді. Электронды блоктарды, микроЭЕМ немесе микропроцессорлық құрылғыларды қоса алғанда, роботтың іс-қимылдарын басқару жүйесінің негізгі бөлігі роботтың манипуляторымен, көздеу құралдарымен және қызмет көрсетілетін технологиялық жабдықпен тиісті байланыс желілері бар жеке тіректе орналастырылады.

Өнеркәсіптік роботтарды біріздендіру (унификациялау).

Өнеркәсіптік роботтарды біріздендіру үлкен маңызға ие, өйткені ӨР түрлі технологиялық процестерді орындауды автоматтандыру үшін қолданылады. Әдетте манипулятордың белгілі бір қатар қолдану шарттары үшін белгілі бір базалық моделі орнатылады. Бұл базалық модель кейбір біріздендірілген түйіндерді – модульдерді құрастырумен ерекшеленетін бірнеше конструкцияларға пайдаланылуы мүмкін. Бұл манипулятордың шеткі бөлігіне да қатысты (түрлі қысып алу жиынтығы, құралдарды бекіту құрылғылары және т.б.). 6 жылжымалы дәрежесі бар манипулятордың базалық моделінен кейбір тораптарды алу жолымен олардың саны азаю мүмкін.

Өнеркәсіптік роботтарды біріздендіру олардың әр түрлі қасиеттерін қамтиды. Роботтар жүк көтергіштігі бойынша топтарға бөлінеді: аса жеңіл (1 кг-ға дейін), жеңіл (1 кг-нан 10 кг-ға дейін), орташа (10 кг-нан 200 кг-ға дейін), ауыр (200 кг-нан 1000 кг-ға дейін), аса ауыр (1000 кг-нан астам).

Роботтардың және олардың манипуляторларының конструкция- лары басқа белгілері бойынша біріктіріледі: кинематика типі, қозғалу дәрежелерінің саны, әр дәреже бойынша ең көп орын ауыстыруы, жылдамдық (жылдамдық, үдеу), позициясы бойынша қателіктері.

Манипуляторлардың ***агрегатты-модульді*** құрылыс конструкция-лары, сондай-ақ жетектер мен роботтарды басқару жүйелері дамыды.

Біріздендірілген модульдер манипулятордың жеке буындары бола алады. Агрегаттық-модульдік принцип роботтардың негіздерін бекіту конструкцияларының тораптарына да қолданылады: еденді (қозғалмайтын және жылжымалы), аспалы және порталды.

Роботтарды құрастырудың агрегаттық-модульдік принципі-бұл типтік тораптар мен модульдердің конструкциясы.

Бұл типтегі роботтар нақты операцияларда артық салмақ көрсетпейді және сонымен қатар әмбебапты. Агрегатты-модульді роботтардың кемшілігі әмбебап роботтармен салыстырғанда қозғалу дәрежелері көп болған кезде салмағының артуы және қаттылықтың төмендеуі.

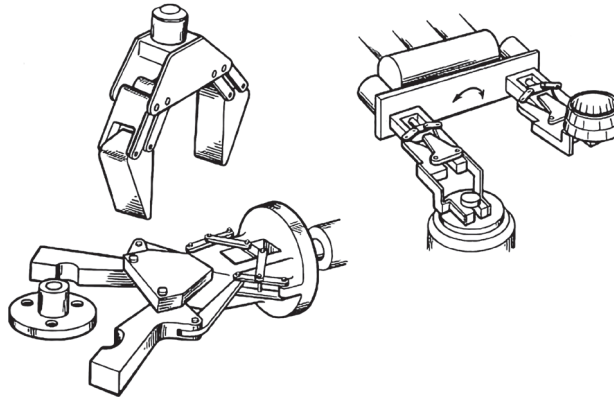
Көптеген роботтарды құрастыру кезінде манипулятор оның буындарының ауырлық күшінің әсерінен жүктелуі үшін манипуляторлардың әртүрлі кеңістіктік жағдайларында статикалық теңдеуіне үлкен мән беріледі, ол манипуляторды буындарының ауырлық күшінен босату үшін, осының арқасында жетек энергиясы негізінен жүкті жылжытуға кетеді. Бұл аз қуатты, яғни аз таразылар мен габаритті жетектерді қоюға мүмкіндік береді, бұл манипулятордың барлық конструкциясын жеңілдетеді.

Буындардың ауырлық күштерін теңестіруге көбінесе арнайы серіппелі механизмдерді орнату арқылы қол жеткізіледі, олардың көмегімен тасымалданатын жүктің салмағымен жасалатын статикалық сәттерді ішінара компенсациялауға болады.

6.1 Қармағыш құрылғылар

Қармағыш құрылғы-роботтың жұмыс мүшесі. Басып алу құрылғылары затты алу үшін, оны күрделі қимыл жасау процесінде ұстап тұру және осы процесс аяқталғаннан кейін босату үшін арналған. Қармағыш құрылғылардың көптеген түрлері бар. Іс жүзінде осы кластардың әрқайсысының көптеген нақты түрлері бар.

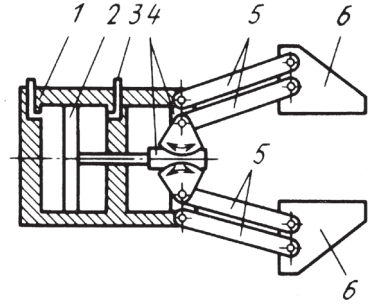
Механикалық ұстағыш бөлшектер мен дайындамалардың формасына бейімдейді (сурет 2.6).



Сурет 2.6. Механикалық ұстағыштардың түрлері

Механикалық ұстағыштардың әрекет ету кестесі суретте 2.7 көрсетілген.

1 корпусқа 4 және 5 рейкалы иінтіректі беру бекітіледі. 4 Рейка 1 корпуста орналасқан 2 пневможетектің поршенімен қозғалысқа келтіріледі. Жұмыс денесінің цилиндрдің қуысына берілуі суретте көрсетілмеген клапандармен басқарылады. 4-рейканы ауыстыру жолымен секторлардың тербелуі және тиісінше рычагтардың қозғалысын жүргізеді. Параллелограммдық механизмді құрайтын 5 жалпақ параллельді иін тіректер 6-шы қысқыш губкаларының жылжуының барлық диапазонында олардың қатаң параллель орналасуын қамтамасыз етеді (әр түрлі өлшемдегі бөлшектерді сенімді қысу үшін).



Сурет 2.7. Механикалық ұстағыштың кестесі

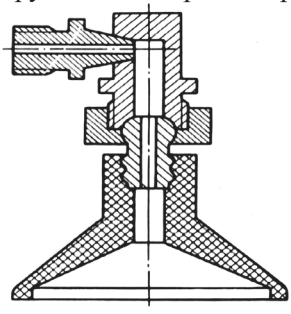
Пневможетектің артықшылығы-қарапайымдылық, энергияны жеткізу ыңғайлылығы, қысу күшін реттеу жеңілдігі, агрессивті орталарда және жоғары температура аймақтарында пайдалану мүмкіндігі. Оның кемшілігі – салыстырмалы төмен қысқыш күштермен үлкен габариттер. Гидравликалық жетекті пайдалану қысқыш күшін аз габариттерде ұлғайтуға мүмкіндік береді. Басып алу құрылғыларын тиісті датчиктермен (адаптивті басып алу құрылғылары) жабдықтай отырып, манипуляциялау объектісінің болуы, нысаны, көлемі, салмағы, бетінің жағдайы, оны ұстап қалу шарттары, сырғу дәрежесі және т.б. туралы мәліметтер алуға болады.

Иінтіректі, ықтырмалы иінтіректі, клинорычагты, серіппелі, екі және төрт қырлы басып алу механизмдерінің көптеген түрлері бар, оның ішінде автоматты түрде ауыстыру құрылғылары бар.

Вакуумдық басып алу құрылғысының (сурет 2.8) төменде рези- налы

раструбы бар. Ол өздігінен орнатуды және оның қуысында вакуум құру кезінде заттың бүкіл контуры бойынша оған тығыз жана- суын қамтамасыз ететін шардық қосылыста тығыздалған.

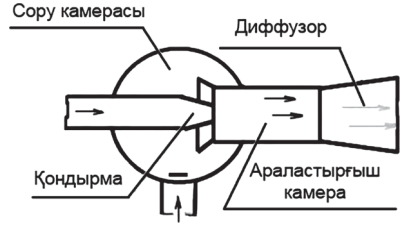
Вакуумдық қысқыштар роботпен нәзік бұйымдарды тасымалдау үшін қолданылады (мысалы, теледидар кинескоптары). Вакуумдық қармауыш құрылғыларда кемшіліктер бар: бет бірлігіне тартылудың шектеулі күші, қоспалардың икемділігіне байланысты орналасу дәлдігі төмен, қосқыштар мен бөлшектер беті мен т.б. арасындағы бөгде бөлшектердің міндетті болмауы, конструкцияның жұмыс мерзімі шектеулі.



Сурет 2.8. Вакуумдық ұстағыштың кестесі

Сорғыштардағы вакуум әртүрлі тәсілдермен құрылуы мүмкін: деформацияланатын сорғыштарды бөлшектерге қысу, эжекторларды қолдану, тікелей ӨР орнатылған вакуумдық сорғыштарды пайдалану, магистральдық цехтық вакуум желісін қолдану.

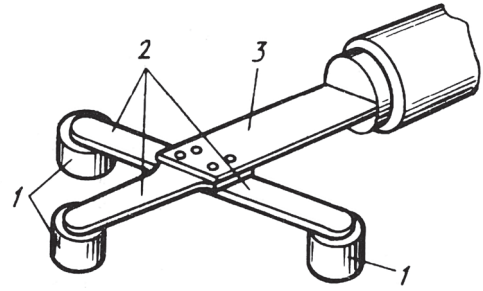
Эжектор – бұл құрылғы кинетикалық энергияны бір орта- дан, үлкен жылдамдықпен, екіншісіне қозғалтады. (сур. 2.9). Эжек- тор жұмыс істеп тұрып, Бернулли заңы бойынша құрады, төменгі қысымы бір ортаны тудырады, сорғыш басқа ортаның ағымына, кейін ол көшіріледі және бірінші орта энергиясының жерінен сіңірілу жойылады.



Сурет 2.9. Эжектор кестесі

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың орталықтандырылған вакуумдық желісі болмауы мүмкін, бірақ іс жүзінде барлық кәсіпорындарда сығылған ауа беретін жүйесі бар. Сондықтан эжекция арқылы вакуумдауды пайдалану орынды. Вакуумдық қысқыштарда эжекция есебінен (0,06÷0,08) МПа дейін кернеуді алуға болады. Жұмыстың

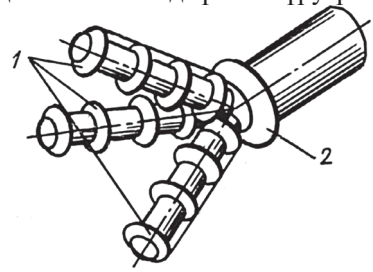
оңтайлы режиміне шүмектер мен қондырмаларды таңдау және олардың арасындағы реттелетін қашықтық есебінен қол жеткізіледі. Шүмектер мен саптамалар сорғыш осіне перпендикуляр болуы тиіс, ал олардың ішкі конустық беттерінде тазалықтың жоғары дәрежесі болуы тиіс. Сиретудің тұрақтылығы зауыт желісіндегі қысылған ауаның жұмыс қысымының тұрақтылығына байланысты. Эжекторлық қармауыш құрылғылар шағын жүк көтергіштігі бар ӨР қолданылады. Кемшіліктерге сығылған ауаның едәуір шығынын жатқызуға болады. ***Электромагниттік басып алу*** құрылғылары қарапайым конструкцияға ие (сурет 2.10) ферромагниттік материалдардан жасалған табақты дайындамалар мен жазық бұйымдарды алу және тасымалдауға ыңғайлы. Басып алудың күшін реттеу мүмкіндігі бар. Бұл әр түрлі парақтарды алу кезінде маңызды. Басып алу құрылғысы негізінде бекітілген кронштейндерде орнатылған электромагниттік концентраторлармен жабдықталған.



Сурет 2.10. Электромагниттік ұстағыштың кестесі
Мұндағы: 1 – электромагниттік концентраторлар;
1 – кронштейндер; 3 – негізі

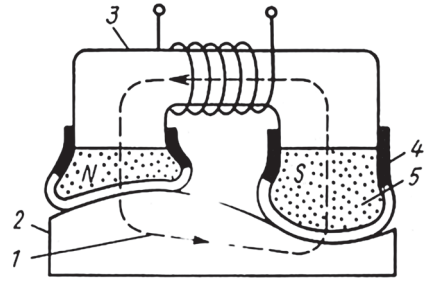
Камералы қысқыш қармауыш құрылғылар қызықты зат формасына жақсы бейімделеді (сурет 2.11). Мұнда түйісу торабында 120 градус

бұрышымен ажыратылған үш камералық элемент бар. Бұл элементтер резеңкеден немесе басқа да серпімді материалдан қуыс қабықтарды білдіреді. Оларға сығылған ауа немесе сұйықтық берілген кезде, олардың қалың ішкі қабырғалары аз өзгереді. Бұл элементтер затты тығыз қамтиды. Эластикалық элементтердің беті ішкі жағында гоф- рленген, оны басып алу кезінде затты сенімді ұстап тұру үшін қажет [19].



Сурет 2.11. Камералы қысқышты ұстағыштың кестесі:
1 – камералы элементтер; 2 – түйісу торабы

Басқа да көп буынды немесе икемді басып алу ленталары бар ***әмбебап басып алу*** механизмдері қолданылады. Мысалы, әмбебап электромагниттік қысқыш (сурет 2.12). 3 электромагнит полюстеріне магниттік үгінділермен толтырылған 4 иілгіш қабықшалары бекітіледі. 1 магнит күштік сызықтары суретте көрсетілгендей, 2 белгісіз формадағы затты заттың пішіні бойынша иілгіш қабықшаларды деформациялай отырып, электромагниттік айқасуға итермелейді.

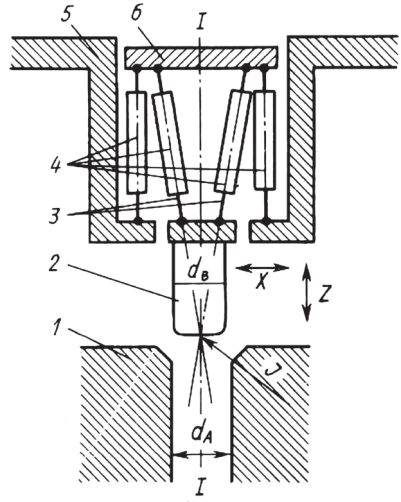


Сурет 2.12. Әмбебап электромагниттік ұстағыш кестесі

Орталықтандыру құрылғылары – ұл құрылғылар құрастыру процестерін роботтауда қолданылады. Роботтың қылқаламында

қысқышы бар арнайы орталықтандыру құрылғылары қолданылады (сурет 2.13). 2-детальды 1-детальмен құрастырған кезде бұрау және жаю құрылғысы пайдаланылады. Бұл құрал жасалып отырған детальдың өзгермеуін қадағалайды, қысылып қалмау үшін. 4 аспада тік және көлбеу буындар бар. 4 тік буындары төменгі жағында 5

корпусқа, ал жоғарғы жағында – 6 жүзуші кронштейнге бекітілген. Олар деформация орталығының шексіз орналасуын қамтамасыз етеді, соның салдарынан 1 және 2 бөлшектердің жанасуы кезінде пайда болатын көлденең күштер көлденең ауысуды тудырады X.



Сурет 2.13. Орталықтандыру құрылғысының кестесі

Көлбеу шыбықтар 4 төменгі байланыстарымен 3 бөлшекті ұстайды 2. Жоғарғы байланыстармен олар қалқымалы кронштейнге 6 бекітілген. Бұл көлбеу шыбықтар деформация орталығының 2 бөлшектің төменгі жағында орналасуын қамтамасыз етеді. Бұл 2 бөлшектің соңында көлденең күштің болуы бөлшектің бұрыштық бұрылуын тудырады. Осылайша, 1 және 2 бөлшектерінің түйісуі кезінде сыну (қажалу) болмайды. Нәтижесінде автоматты түрде бөлшектерді өзара орталықтандыру және құрастырудың басты процесі болады.

6.2 Өнеркәсіптік роботтардың жетектері

Өнеркәсіптік роботтар манипуляторларының күштік модульдері

жетектердің әртүрлі типтері болып табылады. Бұл жерде электр, гидравликалық және пневматикалық қозғалтқыштардың барлық түрлері қолданылады [28,29].

Қозғалтқыштарға қойылатын негізгі талаптар:

- ең аз салмағы мен өлшемдері;
- жоғары энергетикалық, статистикалық және динамикалық сипаттамалары;
- жылдамдықтың үлкен ауқымында реттеу жеңілдігі;
- реверсивтілік(қозғалыс бағытын ауыстыру).

Бұл ретте үлкен ресурс пен қозғалыстың бірқалыпты болуы қажет. Роботтың қозғалмалылығының барлық дәрежесіндегі жетектердің өзара байланысты топтық жұмысы болуы тиіс.

Электр қозғалтқыштары неғұрлым ыңғайлы, себебі пневматикалық және гидравликалық жұмыс денесінің ағуы мүмкін немесе шу шығаратын арнайы қоректендіру станциясы қажет. Электрқозғалтқыштар аралық энергия тасымалдаушыны талап етпейді, жылдамдық бойынша оңай реттеледі және басқалардан цехта пайдалануында жеңіл. Өткен ғасырдың соңында электр жетектері негізінен орташа жүк көтергіштігі үшін пайдаланылды, шағын жүк көтергіштігі үшін пневможетектер, үлкендері үшін – гидравликалық (электрогидравликалық).

Енді бүкіл әлемде робототехниканың дамуының жалпы үрдісі жүк көтергіштігі мен жылдамдық, дәлдік және сенімділік бойынша талаптардың барлық диапазонында роботтар үшін электр жетектерін қолданумен байланысты.

Қозғалтқыштан басқа манипулятордың әрбір қозғалу дәрежесі бойынша жетектің құрамына қуат күшейткіштері, беріліс құрылғылары, сондай-ақ түзетуші тізбектер, жылдамдық пен жағдай бойынша кері байланыс датчиктері, ал кейде күш моментті датчиктер кіреді. Алайда, жетектердің барлық түрлерінде осы элементтердің барлығы міндетті емес. Олардың болуы роботтарды басқарудың контурлық және контурлық-позициялық жүйелері үшін тұйық бақылау жетектерінде қажет. Пневможетектердің көпшілігі, гидрожетектердің бір бөлігі және қадамды электр қозғалтқыштары бар жетектер ашық цикл бой- ынша әрекет етеді.

Пневможетектер

Пневмоқозғалтқыштың қозғалыс жылдамдығы ауыспалы өтпелі қимасы бар пневматикалық дроссель арқылы кіру және шығу кезіндегі ауа шығынын өзгерту жолымен реттелуі мүмкін. Пневмоқозғалтқыш манипулятордың шығу буынына үлкен жылдамдық береді. Циклді басқару кезінде ол тіреуден ең жоғары жылдамдықпен тіреуге дейін

қозғалады. Ұшында күрт соғуды болдырмау үшін тежеу құралдары (демпферлер, сығылған ауа) көзделеді.

Электрогидравликалық жетектер

Роботтардың электрогидравликалық жетектері екі класты қолданылады: дроссельді басқару (өтпелі қиманың өзгеруі) және көлемді басқару. Дроссельді басқару тұрақты тасымалдау және ауы- спалы тасымалдау гидронасосымен басқаруға бөлінеді. Барлық жағдайларда гидроцилиндр немесе гидромотормен басқарылуы мүмкін

Тұрақты тасымалдау гидронасосы айнымалыға қарағанда арзан. Алайда, дроссельдік басқару жетегінің тұрақты тасымалдау гидронасосымен энергетикалық сипаттамалары нашар. Дроссельдік басқару гидрожетектері тұрақты тасымалдау гидронасосымен жүк көтергіш- тігі аз (ондық килограмм) роботтарда, ал ауыспалы тасымалдау гидронасосымен – аса ауыр жүк көтергіштігі жоғары (жүздік килограмм) роботтарда қолданылады.

Электрогидравликалық бақылау жетектерінде (ЭГБЖ) гидравликалық жетек (ГЖ) атқарушы буын немесе күштік бөлік болып табылады, ал оның басқару жүйесінде есеп беретін, сезімтал және күшейткіш-түрлендіргіш элементтер ретінде әртүрлі әрекет ету принципі қолданылады. ЭГБЖ бірқатар артықшылықтары арқасында кең таралған. Олар жоғары жылдамдығымен, үлкен дамитын күштермен және атқарушы гидроқозғалтқыштардың (ГҚ) айнал- малы сәттерімен, артық жүктемеден қорғау жеңілдігімен және басқа да артықшылықтармен ерекшеленеді [29]. Егер ЭГБЖ-те реттеудің жоғары сапасына қол жеткізу үшін реттеу объектісі қозғалысының талап етілетін заңын іске асыратын басқару әсерлерін қалыптастыру электрондық, электромеханикалық және гидромеханикалық модуль- дердің елеулі өзара байланысы кезінде сыртқы ортаның қоздырғыш факторларын ескере отырып, цифрлық басқару құрылғыларын қолдана отырып жүзеге асырылса, онда мұндай ЭГБЖ мехатрон жүйесін білдіреді. Әртүрлі басқару жүйелерінде атқарушы буын ретінде қолданылатын мұндай мехатрондық жүйе электрогидравликалық мехатрондық қозғалыс модулі (МҚМ) деп аталады. МҚМ мехатронды модульдер ақпараттық, басқарушы және атқарушы құрылғылар ретінде пайдаланылатын әртүрлі мақсаттағы қазіргі заманғы басқару жүйелері құрылғыларының маңызды класы болып табылады.

Бақылау мен басқаруды цифрлық жүзеге асыру жетек жүйелеріне функционалдық икемділік қасиеттерін берудің үлкен мүмкіндіктерін көрсетті, ол болған жағдайда жасанды интеллект элементтерін іске асыру туралы айтуға болады.

Жетектердің әртүрлі типтерін қолдануды талдау роботтардағы пневможетектер бағдарламалау икемділігінің төмендігінен сирек қолданылатынын көрсетеді. Электр жетектерімен салыстырғанда гидрожетектер роботтардың неғұрлым жоғары параметрлерін қамтамасыз етеді, алайда олардың пайдалану шығындары майдың жоғары тазалығын қамтамасыз ету қажеттілігіне және кемудің болмауына байланысты жоғары. Сондықтан соңғы уақытта электр жетектерін жиі қолданады.

Электр жетектері пайдалануға ыңғайлы, кең шектерде реттеледі, оңай тұрақтанады. Электр жетектерде тұрақты токтың электр қозғалтқыштары, айнымалы токтың электр қозғалтқыштары, қадамдық электр қозғалтқыштары кеңінен қолданылады.

Жоғары жиілікті виброқозғалтқыштар шағын бұйымдармен манипуляция жасау үшін қолданылады. Бұл қозғалтқыштардың көптеген түрлері бар үдемелі және айналмалы қозғалыстар үшін микрон нүктелері және үлкен жылдамдықты реттеу диапазоны бар. Діріл қозғалтқыштары буындардың жоғары жиілікті серпімді тербелістерін тұрақты немесе жүгіруші толқындар түрінде түрлендіруге негізделген. Түрлендірілетін тербелістер ультрадыбыстық диапазонда аз амплиту- далармен жиілікке ие. Мұндай виброқозғалтқыштарда қатты буындар үшін бірнеше қозғалыс дәрежесі болуы мүмкін.

Егер пьезоактивті материалдардан икемді буындарды қолдансаңыз, онда икемді деформацияланатын манипуляторларды алуға болады.