

**«6D060300-Машинажасау» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған А.Қ. Мустафаның «RoboMech
класты параллельді манипуляторларды зерттеу» тақырыбындағы
диссертациясына ресми пікір берушінің**

СЫН-ПІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми, жалпы мемлекеттік бағдарламалармен байланысы.

Сериялық робот манипулятор бекітілген негіз бен жұмыс мүшесін байланыстырып тұратын ашық кинематикалық тізбектен тұрады. Оларды 1970 жылдардың басынан бастап қауіпті және қайталанатын жұмыстарды жасау үшін АҚШ-тың General Electric және General Motors компаниялары қолдана бастады. Қазіргі уақытта сериялық манипуляторлар өндірістің дәнекерлеу, бояу, құрастыру, құрастыру және орналастыру, орау және т.б. салаларында кеңінен қолданылады, бірақ олардың құрылымының әлсіздігіне байланысты көптеген кемшіліктері бар. Біріншіден ашық кинематикалық тізбектің құрамындағы жеке компоненттердің қателіктерінің жиналуына байланысты жоғары дәлдікті қамтамасыз ете алмайды. Екіншіден белсенді кинематикалық жұптардағы қозғалтқыштырдың салмақтарының ауырлығына байланысты қозғалысы тұрақсыз болады және олардың құрылымы қатаң болмағандықтан жоғарғы жылдамдықтарда жұмыс жасай алмайды. Сәйкесінше ашық кинематикалық тізбек манипулятордың жылдамдығын азайтып, динамикалық сипаттамаларын төмендетеді және орналастыру дәлдігі мен жүккөтергіштігі төмен болады.

Параллель манипулятор бекітілген және қозғалмалы платформаларды байланыстыратын кем дегенде екі кинематикалық тізбектен немесе аяқтан тұрады. Сериялық манипуляторлардың кемшіліктерін параллель манипуляторларды қолдану арқылы жоюға болады. Біріншіден олардың дәлдіктері жоғары болады, себебі олардың қозғалатын компоненттері бір-бірімен тығыз байланысады және байланыстардың қателіктері жинақталмайды. Сонымен бірге параллель манипуляторлардың сериялық манипуляторға қарағанда құрылымы қатаң болады, себебі көтеруге тиісті салмақ кем дегенде екі кинематикалық тізбекке әсер етеді. Параллель роботтарда қозғалатын түйіндердің салмағы жеңілрек болады, себебі барлық жетектер бекітілген платформада орналасады, осыған байланысты параллель роботтар жоғарғы жылдамдықтарда, жоғарғы дәлдікпен жұмыс жасай алады және жүккөтергіштігі де айтарлықтай жоғары болады.

Диссертациялық жұмыста RoboMech класты параллель манипуляторларлар қарастырылған. RoboMech класты параллель манипуляторлар деп манипуляциялық роботтар секілді жұмыс органдары (қармауыштары) берілген қозғалу заңдарын орындай алу қасиеттеріне ие және механизмдердегі секілді кіру буындарының (жетектердің) қозғалыс заңдылығын бере алу қасиеттеріне ие параллель манипуляторларды (ПМ) айтады.

2. Диссертацияға қойылатын талап деңгейіндегі ғылыми нәтижелері.

Докторанттың диссертацияға қосқан негізгі ғылыми үлесі:

1. Цилиндрлік координаттар жүйесінде жұмыс істейтін және қоссырғақты параллель манипулятордың структуралық синтезі;

2. Цилиндрлік координаттар жүйесінде жұмыс істейтін және қоссырғақты параллель манипулятордың параметрлік синтезі;

3. Цилиндрлік координаттар жүйесінде жұмыс істейтін және қоссырғақты параллель манипулятордың кинематикалық тура және кері есептерін шешу;

4. Жоғарыда айтылған екі RoboMech класты ПМ-дың структуралық-параметрлік синтезі мен кинематикалық анализі негізінде олардың сандық нәтижелерін анықтау және 3D модельдерін жасау;

3. Ізденуші диссертациясындағы тұжырымдалған әрбір нәтиженің тұжырымдары мен қорытындыларының негізделуі және шынайылық дәрежесі.

Ізденуші диссертациялық жұмысты жасау кезінде алынған нәтижелерін салыстырулар жасау арқылы тексеріп отырған, барлық нәтижелер кестелер түрінде және көрнекілік үшін графиктер арқылы көрсетілген. Әр шығарылған есептің нәтижелерін жұмыстың қосымшасындағы көрсетілген Matlab бағдарламасындағы бағдарламалардың нәтижелерінен көруге болады.

Жұмыс бойынша Scopus және Web of Science дерекқорында индекстелген MDPI «Robotics», MDPI «Applied Sciences» және «Eastern-European Journal of Enterprise Technologies» журналдарында жарияланған мақалалар арқылы расталады.

4. Ізденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтиже (қағида) мен қорытындының жаңашылдық деңгейі.

Көптеген заманауи өнеркәсіптік роботтардың атқарушы механизмдері көп еркіндік дәрежелері бар ашық (антропоморфты) кинематикалық тізбектерден тұратын сериялық манипуляторлар болып табылады. Сериялық манипуляторлардың әмбебаптығы, қарапайым кинематикалық сұлбасы, үлкен жұмыс аймағы және ұтқырлығы бола тұра келесідей айтарлықтай кемшіліктерге ие: буындарының консольді орналасуна байланысты өстері иілу деформацияларына ұшырайды, бұл паразитті тербелістерге алып келеді және олардың жүк көтергіштік қабілеті мен позициялану дәлдігін шектейді; қозғалмалы буындарда массасы басқарылатын объектінің массасынан асатын жетектерді орнату қажеттілігі ПӘК-ң, жылдамдық пен қызмет көрсету коэффициентінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

Жұмыста манипуляциялық роботтар секілді жұмыс мүшесіне берілген қозғалу заңдарымен қозғалта алу және механизмдердегі секілді жетектердің қозғалыс заңдылығын бере алу қасиеттеріне ие RoboMech класты параллель манипуляторлар әзірленген. Жоғарыда айтылғандай, жетектердің қозғалыс заңдылықтарын беру (бірқалыпты және монотонды) динамикалық сипаттамаларды жақсартады және басқару жүйесін едәуір жеңілдетеді (кейбір жағдайларда басқару жүйесін жояды), сондықтан жобаланып жатқан ПМ-ң өзіндік құны да азаяды.

RoboMech класты ПМ-ң жетектері мен жұмыс органдарының қозғалыс заңдарын бірмезетте беру олардың буындарының белгілі бір құрылымдық сұлбалары мен геометриялық параметрлерінде ғана жұмыс істейді. Бұл ретте ПМ-ң қозғалысын басқару элементтері, атап айтқанда жұмыс органдары мен жетектердің қозғалыс заңдары арасындағы функционалдық байланыс RoboMech класты ПМ-ң механикалық бөлігінде, яғни буындардың құрылымы мен геометриялық параметрлерін анықтау кезінде орнатылады. Механика мен манипуляциялық роботтардың қозғалысын басқарудың осындай оңтайлы үйлесімі

мехатрониканың заманауи тұжырымдамасына қарапайым, сенімді және арзан технологиялық автоматтандыруды әзірлеу әдістемесі ретінде сәйкес келеді.

5. Алынған нәтижелердің тәжірибелік және теориялық маңыздылығы.

Сериялық манипуляторларға қарағанда параллель роботтар жоғарғы жылдамдықтарда, жоғарғы дәлдікпен жұмыс жасай алады және жүккөтергіштігі де доғары болады. Әзірленген ПМ-ды шағын машина жасау кәсіпорындарында қолдануға ұсынылады.

6. Диссертацияның негізгі қағидасының, нәтижесінің тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткіліктілігіне растама.

Жұмыстың нәтижелері бойынша 4 мақала жарияланған, Scopus және Web of Science дерекқорларында индекстелген журналдарда жарияланған мақалалар саны 4, 2 патент алынды.

7. Диссертация мазмұнындағы және рәсімденуіндегі кемшіліктер мен ұсыныстар.

Диссертация бойынша келесі ескертулерді атап өтуге болады. Жұмыста техникалық түрдегі баспадан жіберілген қателер кездеседі. Ізденуші әрі қарай жұмысты жалғастырып параллель манипулятордың тура және кері динамикалық есептерін шығарса деген ұсыныс бар. Бірақ бұл ескертулер жасалған жұмыстың ғылыми құндылығын жоғалтпайды.

8. Диссертация мазмұнының Ғылыми дәреже беру ережелерінің талаптарына сәйкестігі.

«RoboMech класты параллель манипуляторларды зерттеу» тақырыбындағы диссертацияның ғылыми-тәжірибелік нәтижелері «Ғылыми дәрежелер беру» ережелерінің талаптарын толықтай қанағаттандырады, ал оның авторы А.Қ. Мустафа «6D071200-Машинажасау» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.

**Т.ғ.д., Ә.Б. Бектұров атындағы
химия ғылымдары институтының
бас ғалым хатшысы**



Б.Н. Абсадыков