ТУЛЕКЕНОВА ДАНА ТОЛЕУБЕКОВНА

ҒАРЫШ АППАРАТЫНЫҢ ТҮЙІСУ МЕХАНИЗМІНІҢ ӨЗДІГІНЕН РЕТТЕЛЕТІН БЕЙІМДЕЛГЕН ЖЕТЕГІН ЖАСАУ

АҢДАТПА

6D060300 – «Механика»
мамандығы бойынша (PhD) философия докторы
дәрежесін алуға арналған диссертация

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Ғарыш кеңістігін игеру ғылым мен техниканың жаңа бөлімдерінің пайда болуына және дамуына әкелді. Ғарыш аппараттарының бірегей жүйелерін құру осы жүйелердің жер жағдайында жұмыс істеу жағдайларын жобалауға, есептеуге және имитациялауға байланысты бірқатар ғылыми және техникалық мәселелерді жобалау және шешу әдістерін дамытуды талап етті. Осындай жүйелердің бірі - орбитада ғарыш аппараттарын тікелей қосуға арналған түйісу механизмі болып табылады.

Түйісу механизмі - бұл нысандардың өзара әрекеттесуінің үздіксіз және өздігінен өзгеретін жағдайларына бейімделетін ғарыш аппараты мен орбита станция элементтерінің өзара байланысының механикалық жүйесі. Түйісу механизмінде түйісу элементтері, басқару жүйесі және жетек бар. Қолданыстағы жетек - бұл екі дәрежелі, беріліс механизмді, тежегіш демпферлік элементтерді және датчиктерді қамтитын екі еркіндік дәрежесі бар күрделі анықталған механикалық жүйе.

Бұл элементтердің өзара әрекеттесуін күрделі басқару жүйесі орындайды.

Түйісу механизмін едәуір жеңілдетуге болады, егер басқарусыз, айнымалы жүктемеге өздігінен бейімделетін беріліс механизмін қолданатын болсақ. Мұндай жетекті өзін-өзі реттейтін бейімделген жетек деп атауға болады. Өздігінен реттелетін беріліс механизмі тек бір кірісі (қозғалтқышы) бар, екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбек негізінде жасалуы мүмкін. Өздігінен реттелетін бейімделген жетек түйісу механизмінің жұмысының сенімділігін арттырады және конструкциясын жеңілдетеді. Бейімделген жетектің негізгі элементі ретінде айнымалы беріліс қатынасы бар, өздігінен реттелетін тісті беріліс механизмі болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты екі еркіндік дәрежесі бар және бір кірісі бар кинематикалық тізбекті пайдалану негізінде түйісу аппаратының өздігінен реттелетін, сенімді және үнемді бейімделген жетегін жасау болып табылады.

Теориялық негіздерді қолдану арқылы кірістегі қозғалтқыштың тұрақты қуаты бойынша жүктемеге байланысты шығыстағы жұмыс органының айнымалы жылдамдығын қамтамасыз ете алатын және басқарусыз жұмыс істейтін түйісу механизімінің бейімделген жетегін жасаймыз.

Ол үшін профессор К.С. Ивановтың теориялық аппараты қолданылады. Екі еркіндік дәрежесі бар механизмдерді құру, оған сәйкес екі еркіндік дәрежесі бар және бір кірісі бар бастапқы кинематикалық тізбек күштік шектеуді қосатын, қозғалыстың анықталуын қамтамасыз ететін және жаңа қасиет тудыратын күштік байланыс бар құрылымдық тізбекке айналады – ауыспалы жүктемеге күштік бейімделу қасиеті бар.

Жұмысты орындау кезінде **келесі мәселелер** шешіледі:

1) бейімделген беріліс механизмінің кинематикалық және күштік параметрлерінің өзара байланысының заңдылықтарын зерттеу;

2) қозғалыс анықтылығын қамтамасыз ете отырып, бейімделген жетек әрекетінің теориялық сипаттамасын алу;

3) бейімделген жетекті есептеу әдістемесі мен алгоритмін жасау;

4) конструкторлық құжаттаманы дайындау: бейімделген вариатордың сызбасын құрастыру, негізгі бөлшектердің сызбалары және сынақ стенді.

5) бейімделген вариатор мен сынақ стендін дайындау.

6) бейімделген вариатордың тәжірибелік үлгісін сынау және алынған нәтижелерді талдау.

Зерттеу нысаны. Зерттеу нысаны өзін-өзі реттейтін бейімделген жетек болып табылады, құрамында электр қозғалтқышы бар ғарыш аппаратының түйісу механизмі және бір кірісі бар екі дәрежелі бейімделген вариатор.

Зерттеу әдістері. Теориялық зерттеулер теориялық механиканың классикалық әдістері және механизмдер мен машиналар теориясы (құрылым, кинематика, күш талдауы) негізінде жүргізілді.

Екі еркіндік дәрежесі бар және бір кірісі бар кинематикалық тізбектің қозғалысын анықтауды қамтамасыз ететін зерттеу әдісі тізбек буындарының біріне қуат байланысын қосудан тұрады. Бұл топсада өзара әрекеттесетін беттер арасында қажетті қалыпты реакцияны тудыратын кернеу құрылғысы арқылы күштік (мысалы, үйкеліс) өзара әрекеттесу қосылады.

Екі еркіндік дәрежесі бар және бір кірісі бар механизмнің күштік бейімделуіне қол жеткізу профессор К. С. Ивановтың зерттеулері негізінде жүзеге асырылды.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы есептеу әдістемесін әзірлеуден және ғарыш аппаратының түйісу механизмінің өзін-өзі реттейтін бейімделген жетегін жобалаудан тұрады.

Ғылыми жаңалыққа мыналар кіреді:

- Өзін-өзі реттейтін тісті бейімделу механизмінің кинематикалық және күштік параметрлерінің өзара байланысының заңдылықтарын зерттеу.

-Бір кірісі бар екі жылжымалы кинематикалық тізбектің қозғалысының анықталуына қол жеткізудің теориялық сипаттамасы.

- Орталық өстегі топсаға үйкеліс байланысын қосу негізінде тісті вариатордың күштік бейімделу әсерінің теориялық сипаттамасы.

- Сыртқы күштік реттеуге мүмкіндік беретін сыртқы үйкеліс байланысын қолдана отырып эксперимент жүргізу.

- Бейімделген вариатор мен сынақ стендінің прототипін жасау және дайындау.

- Сынақтар жүргізу және алынған нәтижелерді талдау.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- Бір кірісі бар екі жылжымалы кинематикалық тізбектің қозғалысының анықтығын кернеу құрылғысы жасаған тізбек буындарының бірінде қосымша үйкеліс күші байланысы қамтамасыз етеді.

- Шығыстағы кедергі моменттің шығыстағы бұрыштық жылдамдыққа кері пропорционалды тәуелділігі түріндегі тұрақты кіріс қуаты бар өзін-өзі реттейтін вариатордың күштік бейімделуі қосымша қуат байланысы бар анықталатын екі жылжымалы құрылымдық тізбекте орын алады.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми ережелерінің, тұжырымдары мен нәтижелерінің сенімділігі мен негізділігі теориялық механиканың және механизмдер мен машиналар теориясының белгілі ережелерін, принциптері мен әдістерін қолдану және алынған теориялық нәтижелерді эксперименттік зерттеулердің нәтижелерімен үйлестіру арқылы расталады.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы тісті механизмдер үшін күштік бейімделу әсерін сипаттау және жабық тізбектің тепе теңдік теоремасын қолдануға негізделген бейімделген тісті вариатордың кинематикалық және күштік параметрлерінің өзара байланысының заңдылықтарын зерттеу болып табылады

Диссертациялық зерттеулердің практикалық маңыздылығы ғарыш аппаратының түйісу механизмінің өзін-өзі реттейтін бейімделген жетектерін жобалаудың конструкторлық-технологиялық кешенін жасаудан тұрады. Әртүрлі қозғалыс режимдерінде вариатордың жұмысын эксперименттік сынау және талдау. Бейімделген тісті вариатордың анимациялық моделін жасау.

Жұмысты апробациялау. Жұмыстың негізгі нәтижелері келесі іс-шараларда баяндалды және талқыланды:

- Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институтының ғылыми семинарлары (2015-2020 жж., Алматы);

- "Sustainable Energy, Environment and Information Engineering" Халықаралық конференциясы (Бангкок, Тайланд, Наурыз 2016 ж.);

- Студенттер мен жас ғалымдардың Халықаралық ғылыми конференциясы " III Фараби оқулары. Ғылым әлемі " (Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан, сәуір, 2016 ж.);

- "Энергетика, Инфокоммуникациялық технологиялар және жоғары білім" Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы (Даукеев атындағы АЭжБУ. қ., Алматы, Қазақстан, қазан 2021 ж.);

- "Mechanisms and Machine Science, mechanism design for Robotics, MEDER2021" Халықаралық конференциясы (Пуатье, Франция, маусым, 2021 ж.);

- "Asian MMS 2024" Механизм және машинатану бойынша 7-ші Азия конференциясы (Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан, тамыз, 2024 ж.);

- Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ механика кафедрасының ғылыми семинарлары (2015-2020 ж., Алматы).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша автор 11 жұмыс жариялады, оның ішінде ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін ұсынған тізімге кіретін ғылыми басылымдарда 4 жарияланым; Scopus дерекқорымен индекстелген ғылыми журналдарда 2 жарияланым; шетелдік және отандық ғылыми конференциялардың еңбектерінде 5 жарияланым, соның ішінде шетелдік конференция материалдарында 3 жарияланым, отандық конференция материалдарында 2 жарияланым бар.

Автордың жеке үлесі. Диссертацияда баяндалған зерттеулердің негізгі нәтижелерін автор өз бетінше алды. Бірлескен мақалада жұмыс іздеуші жұмыстың негізгі бөлігін жасады, бірлескен авторлар есепті қоюға және нәтижелерді талқылауға қатысты. Отандық ғылыми жетекші К.С. Ивановқа теориялық бөлімін қарастырды, ізденуші Д.Т. Тулекенова моделді практикалық түрде іске асырды, оның сапалық және сандық талдауы мен нәтижелерін талқылауға үлес қосты. Мақалаларда ізденуші шетелдік ғылыми жетекші М. Чеккареллимен модель құруға және нәтижелерді талдауға үлес қосты.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс титулдық беттен, мазмұннан, белгілеулер мен қысқартулардан, кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, 82 пайдаланылған әдебиет тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 92 бетті құрайды, оның ішінде 69 сурет және 2 кесте.

Диссертацияның негізгі мазмұны.

Кіріспеде келесі тармақтар көрсетілген: диссертациялық зерттеу тақырыбының өзектілігі, жұмыстың негізгі мақсаты, зерттеу нысаны, пәні мен әдістері, ғылыми жаңалығы, диссертацияның ғылыми-практикалық маңызы, оның даму дәрежесі.

Бірінші тарауда ғарыш аппараттарының түйісу механизмдерінің қолданыстағы конструкцияларына шолу және талдау, түйісу механизмдерінің жіктелуі, түйісу механизмдерінің конструкцияларының сипаттамасы және қарсыласу моментінің сипаттамасы, түйісу механизмінің жобаланған электр жетегіне қойылатын техникалық талаптар және түйісу механизмдерінің қолданыстағы конструкцияларын талдау зерттеледі.

Екінші тараудың тақырыбы - түйісу механизмін басқаруға арналған бейімделген беріліс қорабының сұлбасын жасау міндеті. Бейімделген редуктордың құрылымдық синтезі. Бейімделген редуктордың кинематикалық талдауы. Бейімделген редуктордың күшін талдау. Бейімделген редуктордың тиімді дизайнын жасау.

Үшінші тарауда бейімделген редуктордың дизайны жасалды. Түйісу құрылғысының дизайнының сипаттамасы. Бейімделген редуктордың негізгі құрылымдық параметрлерін анықтау. Бейімделген жетектің динамикасы (жетектің сипаттамасын құру). Жетектің қозғалыс режимдерін талдау.

Төртінші тарауда бейімделген редукторды практикалық түрде қарастыру. Конструкторлық құжаттаманы жасау. Эксперименттік үлгі мен сынақ стендін жасау. Прототиптің эксперименттік сипаттамасы.

Әуеғарыштық техниканың бейімделген жетектерін жобалаудың конструкторлық-технологиялық кешені әзірленді. Әртүрлі қозғалыс режимдерінде вариатордың жұмысын эксперименттік сынау және талдау жүргізілді. Бейімделген тісті вариатордың анимациялық моделі жасалды.

Қорытындыда диссертациялық жұмыста алынған негізгі нәтижелер мен қорытындылар келтіріледі.

Алғыс

Автор отандық ғылыми жетекші т. ғ. д., профессор Иванов Константин Самсоновичке диссертациялық жұмысты орындаудың барлық кезеңдеріндегі ғылыми бағыты, баға жетпес көмек және құнды кеңестері үшін және тағылымдама кезінде экспериментті орындау, қолдау, ғылыми басшылық көрсеткені үшін шетелдік ғылыми жетекші профессор М. Чеккареллиге ризашылығын білдіреді (Тор Вергата университеті, робототехника және мехатроника зертханасы, Италия).