

КУАТОВА МОЛДИР ЖАНГЕЛДИЕВНА

**СТЕФЕНСОН II АЛТЫ ТИРЕК ТҮТҚЫШ МЕХАНИЗМІНДЕ
НЕГІЗДЕЛГЕН ҚОСИІНДІ БАСПАҚТЫ
ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ**

**философия докторы (PhD) дәрежесіне
6D060300 - "Механика"
мамандығы бойынша диссертация**

АННОТАЦИЯ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қосиінді баспақтар қалыптау жүйесінің маңызды бөлігі болып табылады және қысыммен металдарды, қорытпаларды және бейметалл материалдарды пішіндеуге арналған. Қосиінді баспақтарының әртүрлі конструкцияларын бағалау критерийлеріне құрылымның салмағы, энергия шығыны, жылдамдық, тұтынылған энергияны пайдалану тиімділігі кіреді. Қосиінді баспақтарының артықшылықтары мен кемшіліктері олардың жұмыс принциптерімен алдын-ала анықталған, олар жұмыс режимдерінде қайтымды болмайтын негізгі жетектің шеткі өлі жағдайға ие тұтқыш жетегімен үйлесуінде негізделген.

Қосиінді баспақтарының артықшылықтары: штамптармен немесе пышақтармен жұмыс жасайтын машиналар арасындағы ең жоғары өнімділік; штамптаудың және серпімді пластикалық бөлудің барлық түрлерін жүргізу мүмкіндігі; жүйенің серпімді деформациясы шегінде жылжымалы құралдың тұрақты шеткі жұмыс жағдайына байланысты алынған өнімдердің жоғары дәлдігі. Бұл артықшылықтар өндірісте қосиінді баспақтарын қолданудың тиімділігін қамтамасыз етеді. Қосиінді баспақтарының тиімділігін арттыру үшін, яғни өнімділік пен дәлдікті арттыру, қолдану аясын кеңейту, жетектердің құрылымдарын жетілдіру қажет.

Отандық қосиінді баспақтарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін олардың жұмыс сипаттамаларын жақсарту қажет (дәлдігі, беріктігі, тиімділігі), әзірлеу және өндіріс шығындарын азайту керек. Бұл технологиялық циклге кіретін физикалық процестерді математикалық модельдеуге және заманауи АЖЖ құралдарын ұтымды пайдалануға негізделген заманауи жобалау әдістеріне көшуді ынталандырады.

Қазіргі кезде тұтқыш механизмдердің жаңа конструкциялары негізінде қосиінді баспақтарын жетектермен жетілдіру әлемде кең таралды. Тұтқыш механизмдердің жаңа конструкциялары негізінде қосиінді баспақтарын жетілдіру құрылымдық-кинематикалық талдау мен синтезді, тұтқыш механизмдерінің кинетостатикалық және динамикалық анализі мен синтезін

қажет етеді. Тұтқыш механизмдердің жаңа конструкцияларына негізделген қосиінді баспақтарының жұмысын зерттеу үшін оның заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету жүйелеріне негізделген қозғалыс модельдерін құру қажет. Байланыстырушы механизмдердің жаңа конструкцияларына негізделген қосиінді баспақтарының динамикалық модельдері буындардың серпімді-диссипативті сипаттамаларын, үйкеліс күштерін, тұтқыр қарсылықты, басқару жүйесін және т.б. ескере отырып құрастырылуы керек. Қосиінді баспақтың жұмысы кезінде буындар мен механизмдерде, әсіресе ол қосылған кезде, айтарлықтай динамикалық жүктемелер пайда болады. Бұл динамикалық жүктемелер қосиінді баспақтың жұмысының кенеттен, дерлік лездік тоқтаумен соққы циклдік жүктемелерден тұратын ерекшелігімен байланысты. Осыған байланысты қосиінді баспақтарының динамикасын зерттеу үлкен қызығушылық тудырады. Қазіргі қосиінді баспақтарының қозғалысын модельдеу және талдау буындардың серпімді-диссипативті сипаттамаларын, үйкеліс күштерін, тұтқыр қарсылықты, басқару жүйесін және басқаларын ескере отырып есептеулердің үлкен көлемін қамтиды. Қазіргі кезде әсер ететін олардың жұмыстарына әсерін тигізетін факторлардың көптігін ескере отырып, күрделі механизмдердің қозғалысын көпсалалы виртуалды модельдеу деп аталатын компьютерлік модельдеу кеңінен қолданылады.

Тұтқыш механизмдердің жаңа конструкциялары негізінде қосиінді баспақтарын жетілдіру міндеті әлемде өзекті болып табылады және осы бағыттағы ғылымның дамуы үшін маңызды.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты - физикалық және техникалық объектілер мен жүйелерді модельдеуге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету жүйесін қолданып, Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар (бас жұмысшы механизмі) қосиінді баспақты әзірлеу негізінде қосиінді баспақтарының тиімділігін арттыру.

Осы мақсатқа сәйкес зерттеу міндеттері:

- қосиінді баспақтың бас жұмысшы механизмі (БЖМ) ретінде Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмінің кинематикалық сызбасын тандауын негіздеу;
- Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмінің кинематикалық талдау және синтездеу әдістерін жасау;
- қосиінді баспақтың БЖМ кинематикалық анализі және синтезі;
- қосиінді баспақтың прототипінің Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ кинетостатикалық талдау жасау;
- SimulationX бағдарламалық жасақтамасындағы Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың қозғалысының имитациялық моделін әзірлеу және талдау;
- Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың 3D үлгісін жасау;
- Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипінің жобалық-конструкторлық құжаттамасын (ЖКҚ) дайындау;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін эксперименттік зерттеудің әдістемесін әзірлеу.

Зерттеу объектісі - қосиінді баспақ.

Зерттеу пәні - қосиінді баспақтың негізгі жұмыс механизмін жобалау.

Зерттеудің теориялық негізі механизмдер мен машиналар теориясының негізгі ережелері мен әдістерін дұрыс қолданумен, физикалық-техникалық объектілер мен жүйелерді модельдеуге арналған жетілдірілген бағдарламалық жасақтаманы қолданумен қамтамасыз етілген.

Зерттеу әдістері: диссертациядағы теориялық зерттеулер үшін күрделі механикалық жүйелерді математикалық модельдеу әдістері қолданылды. Күрделі механикалық жүйелердің математикалық модельдерін жасау Maple аналитикалық есептеу пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Күрделі механикалық жүйелердің имитациялық және 3D динамикалық модельдерін құрастыру SimulationX және Autodesk Inventor бағдарламалық жасақтамаларының көмегімен жүзеге асырылды. Эксперименттік зерттеулер механикалық параметрлерді өлшеуге арналған интеллектуалды датчиктер мен модульдерді қолданып тензометрияның заманауи әдістерін қолдана отырып жүргізілді.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар жаңа қосиінді баспақ;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмдерін кинематикалық, кинетостатикалық талдау және синтездеу әдістері;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың имитациялық және 3D динамикалық модельдері;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін эксперименттік зерттеу әдістемесі.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңызы. Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген бас жұмысшы механизмдерінің (БЖМ) құрылымдық ерекшеліктерін ескере отырып, қосиінді баспақтарының кинематикасы мен динамикасын зерттеуге арналған сандық және аналитикалық әдістер теориялық зерттеулерде байланыстары бар механизмдер, машиналар мен роботтардың кең класы үшін қолданыла алады. Зерттеудің практикалық маңызы - бұл әртүрлі механизмдерді, машиналар мен роботтарды жобалау мен жасау үшін пайдалы болатын Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін жасау әдістемесі және оның эксперименттік зерттеулерін жүргізу әдістемесі. Қосиінді баспақтың тәжірибелік үлгісін іске қосу жұмыстары және оның эксперименттік зерттеулері жақсы өнімділігі мен әртүрлі баспақтау режимдерінде кептелудің практикалық болмауын көрсетті, бұл оны әрі қарай өндіріске енгізудің алғышарттарын қамтамасыз етеді.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ережелер:

– қосиінді баспақтың бас жұмысшы механизмі (БЖМ) ретінде Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмінің кинематикалық сызбасын таңдау негіздемесі;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмдерін кинематикалық, кинетостатикалық талдау және синтездеу әдістері;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың имитациялық және 3D динамикалық модельдері;

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипі.

– Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін эксперименттік зерттеу әдістемесі.

Диссертацияның ғылыми ережелерінің, тұжырымдарының және нәтижелерінің сенімділігі мен негізділігі механиканың дәлелденген әдістерін және механизмдер мен машиналар теориясын, Maple, SimulationX және Autodesk Inventor бағдарламаларын дәлелденген бағдарламалық жасақтаманы қолданумен расталады. Нәтижелердің сенімділігі Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін әзірлеу және жасау арқылы расталады, оның сынақтары әртүрлі баспақтау режимдерінде теориялық нәтижелермен жақсы үйлесімді болды.

Диссертациялық жұмыстың басқа зерттеу жұмыстарымен байланысы. Бұл диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша іргелі және қолданбалы ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру жөніндегі ғылыми жоба аясында «Жаңа қосиінді орындалу механизмдердің негізінде күштік баспақ -автоматтардың технологиясын және әдістерін жобалау», (№МТ 0118РК0077, жобаның ЖТН: АР05134959).

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері келесі ғылыми іс-шараларда баяндалды және талқыланды:

– «Қолданбалы және теориялық механиканың іргелі мәселелері бойынша XII Бүкілресейлік конгресс» халықаралық конференциясында (2019 ж., Уфа қ., Ресей);

– «6th IFToMM International Symposium on Robotics and Mechatronics» Халықаралық конференциясында (ISRM 2019, Тайбэй, Тайвань);

– «The 15th IFToMM World Congress» Халықаралық конференциясында (2019 ж., Краков қ., Польша);

– «23rd CISM IFToMM Symposium on Robot Design, Dynamics and Control» Халықаралық конференциясында (2020, Жапония, Саппоро);

– ҚР БҒМ ҒҚ «Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институтының» семинарларында және Аль-Фараби атындағы ҚазҰУ, Механика кафедрасында (Алматы 2018-2020).

Жарияланымдар. Автор диссертация тақырыбы бойынша 11 жұмыс жариялады, оның ішінде 2 мақала ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда; 6 мақала Scopus және Web of Science мәліметтер базасына енгізілген импакт-факторы бар шетелдік ғылыми журналдарда және халықаралық

конференциялардың материалдарында, 1 мақала теориялық және қолданбалы механиканың іргелі мәселелері бойынша XII Бүкілресейлік конгресс материалдарында; 1 мақала РИНЦ базасымен индекстелген рецензияланған журналда; 1 монография; 1 өнертабысқа арналған Қазақстан Республикасының патенті.

Автордың жеке үлесі. Теориялық және қолданбалы зерттеулердің негізгі ғылыми нәтижелерін, диссертацияда көрсетілген тұжырымдарды автормен алынған. Бірлескен авторлықта жарияланған жұмыстарда автор проблемаларды құрастыруға, алгоритмдер мен модельдерді жасауға, сондай-ақ оларды бағдарламалық қамтамасыздандыру және эксперименттік зерттеулерін жүргізу жұмыстарын атқарды.

Диссертацияның құрылымы және көлемі. Диссертациялық жұмыс негізгі беттен, мазмұннан, белгілеулер мен қысқартулар тізімінен, кіріспеден, алты бөлімнен, қорытындыдан, дереккөздер тізімі және қосымшалардан құралған. Диссертациялық жұмыстың жалпы көлемі 122 бет, оның ішінде 65 иллюстрация және 3 кесте.

Диссертацияның негізгі мазмұны.

Кіріспеде проблеманың сипаттамасы, тақырып аясына қысқаша шолу бар. Диссертациялық жұмыстың өзектілігі дәлелденді, міндеттері және оларды шешу кезеңдері тұжырымдалды.

Бірінші бөлім қосиінді баспақтарын зерттеудің қазіргі кездегі әдістеріне арналған. Қосиінді баспақтың негізгі жұмыс механизмінің кинематикалық сызбасын таңдаудың негіздемесі келтірілген.

Екінші бөлімде қосиінді баспақтың БЖМ кинематикалық анализ және синтездеу әдістері қарастырылған. Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмінің кинематикалық анализі және синтезі жүргізілді. Қосиінді баспақтың Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізінделген БЖМ әзірлеу ұсынылған.

Үшінші бөлімде қосиінді баспақтың БЖМ кинетостатикалық талдау жүргізіледі. Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизмін кинетостатикалық талдауының векторлық әдісі жасалды. Қосиінді баспақтың Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ кинетостатикалық талдау жүргізілді. Қосиінді баспақтың прототипінің Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ кинетостатикалық талдау көрсетілген.

Төртінші бөлім SimulationX бағдарламалық жасақтама пакетіндегі Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың қозғалысын модельдеу моделін жасауға арналған. SimulationX-тегі Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың динамикалық моделі ұсынылған. SimulationX-тегі Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақты модельдеу нәтижелері көрсетілген.

Бесінші - Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін жасауды зерттейді. Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың 3D моделі жасалды. 3D модель негізінде, Стефенсон II алты тірек тұтқыш

механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипінің жобалық-конструкторлық құжаттамасы (ЖКҚ) алынды. Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін жасау көрсетілген.

Алтыншы бөлімде Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипін эксперименттік зерттеу қарастырылған. Тензометриялық зерттеу әдісі көрсетілген. Стефенсон II алты тірек тұтқыш механизміне негізделген БЖМ бар қосиінді баспақтың прототипіне эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

Қорытынды ретінде жұмыста алынған диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері мен тұжырымдары келтірілген.