АБДУРАИМОВ АЗИЗБЕК ЕРАЛИЕВИЧ

СЕРПІМДІ ТІРЕКТІҢ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ЖӘНЕ ДЕМПФЕРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ АНИЗОТРОПИЯСЫ БАР ГИРОСКОПИЯЛЫҚ ҚАТТЫ ЦЕНТРИФУГА РОТОРЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН МОДЕЛЬДЕУ

АҢДАТПА

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

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Бұл жұмыста жаңа физикалық-математикалық модельдер әзірленді, идеалды және идеалды емес энергия көздері бар тербелмелі гироскопиялық айналмалы машиналар динамикасының мәселелері аналитикалық және сандық түрде шешілді. серпімді сипаттаманың анизотропиясы мен сызықты еместігін, тіректің сызықты және сызықты емес текше демпфингін ескере отырып. Тербелмелі және динамикалық сипаттамалар арасындағы аналитикалық байланыстар және олардың діріл жүйесінің динамикалық параметрлеріне тәуелділігі алынды. Егжей-тегжейлі тербеліс амплитудасының аналитикалық және графикалық тәуелділіктері, өткізгіштік күш моменті амплитудасы белгіленеді және оларға қаттылықтың сызықты еместігінің, сызықтық демпферлік және сызықты емес текше демпфирлігінің және стационарлық режимде тірек материалының анизотропиясының әсері талданады, секіру және басқа сызықтық емес әсерлерді ескере отырып. Гироскопиялық ротор жүйесінің динамикасының жауаптарына сызықтық және сызықты емес текше демпферлік әсері роторды көтеру және түсіру кезінде қозғалыстың тұрақсыз режиміндегі тірек қаттылығының біркелкі емес және сызықты емес сипаты жағдайында зерттеледі. Амплитудасы жоғары сызықты емес текше дірілді сөндірудің артықшылығы білік тірегі материалын резонанстық аймақта және айналу жылдамдығының резонансты емес аймақтарында ауыстыру арқылы тәжірибе жүзінде расталады, теориялық және тәжірибелік нәтижелер салыстырылады, ғылыми-техникалық, конструкторлық құжаттамада және тік гироскопиялық ротор негізіндегі діріл центрифугасын одан әрі жобалауда бұл дамуда өте маңызды. Қозғалыс режимдерінің резонанстары кезіндегі және кейінгі резонанстарының динамикасы және осы қозғалыс режимдері кезіндегі діріл жүйесінің тұрақтылығы, резонанстық тербелістерді басқару әдістері қарастырылады..

Идеал және идеалды емес энергия көздері бар сызықты емес сипаттамалары бар тербелмелі гироскопиялық айналмалы машиналар динамикасының теориялық және эксперименталды зерттеулерінің нәтижелері 3D модельдерін жобалау және құру үшін ғылыми-техникалық және конструкторлық құжаттаманы дайындау үшін жақсы негіз болады, фармацевтика, тамақ, мұнай-газ және тау-кен өнеркәсібінде қолданылатын жоғары сапалы өнімдерді өндіруге арналған оңтайлы параметрлері бар және басқару жүйесі бар энергияны үнемдейтін, дірілді пайдаланатын және дірілге төзімді дірілдететін роторлы машиналардың принципті жаңа сыныптары.

Осылайша, **зерттеу тақырыбының өзектілігі** күмән тудырмайды және

ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады..

Жұмыс мақсаты: Сызықты емес серпімді және демпферлік сипаттамалары, идеалды және идеалды емес энергия көздері, соның ішінде гироскопиялық айналмалы машинаның динамикасын зерттеу. оңтайлы параметрлері мен бағдарламалық басқару жүйесі бар энергияны үнемдейтін, дірілді пайдаланатын және дірілге төзімді машиналардың принципті жаңа кластарын құруға бағытталған серпімді тірек қаттылығының анизотропиясын ескере отырып.

Осы мақсатқа байланысты келесі **зерттеу міндеттері туындайды**:

– айналмалы машинаның әрекеті мен орнықтылығына тіректің сызықтық және сызықты емес текше демпферлік әсерін ескере отырып, жаңа гироскопиялық айналмалы машиналардың физика-математикалық үлгілерін әзірлеу, оның ішінде. қаттылық анизотропиясымен және тербеліс жүйесінің энергия көзімен әрекеттесуін ескере отырып;

– сызықты емес қаттылық құрамдас бөлігі бар серпімді тіректің сызықтық және сызықты емес текше демпферлік әсерінің теориялық және эксперименталды зерттеулері, соның ішінде. амплитудалық-жиілік сипаттамасы бойынша сызықтық қаттылықтың біркелкі еместігі, тірек материалының сызықтық және сызықты емес серпімділік және демпферлік сипаттамаларын таңдау үшін стационарлық тербеліс кезінде ротор жүйесінің күш моментінің ауысымдылығы, тұрақсыз режимдер кезінде бұрыштық жылжулардың ауытқуы бойынша олардың өтуі кезінде және критикалық жылдамдықтардан кейін критикалық жылдамдықтарға дейін машинаның тұрақты жұмысы;

– тұрақты емес қозғалыстың себептерін анықтау және оларды азайту және жою жолдарын анықтау мақсатында дірілдеулі роторлы машиналарда сыни жылдамдықтарға дейін тұрақты қозғалысты, сыни жылдамдықтарды өту кезінде және одан кейінгі тұрақты емес қозғалысты, сызықты емес секірулермен және басқа да сызықтық емес әсерлерді зерттеу;

– орнықты қозғалыстың жұмыс жылдамдықтарының диапазонын таңдау және бірқалыпты емес қозғалысты басқару әдістерін әзірлеу мақсатында дірілдеулі айналмалы машиналар үлкен амплитудаларының тербелісімен тұрақсыздық аймақтарын анықтау және басқару.

Зерттеу объектісі. Тік қатты гироскопиялық роторға негізделген центрифуга.

Зерттеу пәні. Гироскопиялық ротордың динамикасының реакциясына сызықты емес қаттылықтың, сызықтық және сызықты емес демпфингтің, тіректің серпімді және демпферлік қасиеттерінің анизотропиясының әсері..

Зерттеу әдістері: Теориялық зерттеулер үшін диссертацияда тіректің сызықты және сызықты емес текше демпферлік әсерін ескере отырып, гироскопиялық айналмалы машиналарды математикалық модельдеу әдістері қолданылады. Гироскопиялық айналмалы машиналардың математикалық үлгілерін әзірлеу MatLab сандық есептеу пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Гироскопиялық айналмалы машиналардың 3D динамикалық моделін құрастыру Solid Works бағдарламалық пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Эксперименттік зерттеулер механикалық параметрлерді өлшеуге арналған смарт датчиктер мен модульдерді пайдалана отырып, заманауи тензометрлік әдістерді қолдана отырып жүргізілді..

Жұмыстың ғылыми жаңалығы төмендегідей:

− ірек материалының қаттылығын реттеу және оңтайлы таңдау және резонанстық және шамадан тыс амплитудалық биіктіктерді басу және сызықты емес секіру әсерлерін жою;

− озғалыстың тұрақсыздығы аймақтарының шекарасын тарылту;

− сызықтық қаттылық анизотропиясының және серпімді тіректің сызықты емес текше демпфингінің айналмалы машиналар динамикасына әсерін зерттеу, соның ішінде. қаттылықтың сызықты емес текше компонентін ескере отырып, гироскопиялық.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ережелер:

– серпімді тіреудің сызықты және сызықты емес демпферлік және сызықты емес қаттылығы бар гироскопиялық қатты ротордың динамикасын модельдеу;

– серпімді тіректің қалпына келтіру және демпферлік сипаттамаларының анизотропиясы бар гироскопиялық қатты ротордың динамикасын модельдеу;

– сызықты емес қалпына келтіру және демпферлік сипаттамалары бар идеалды емес гироскопиялық ротор жүйесінің резонанстық тербелістері;

–тік қатты гироскопиялық роторға негізделген центрифуганың прототипі;

–тік қатты гироскопиялық ротор негізіндегі центрифуганың прототипін тәжірибелік зерттеулер.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми ережелерінің, қорытындылары мен нәтижелерінің сенімділігі мен негізділігі механиканың дәлелденген әдістерін, механизмдер мен машиналар теориясын, дірілден қорғау теориясын, MATLAB және SolidWorks дәлелденген бағдарламалық жүйелерін қолдану арқылы расталады. Нәтижелердің сенімділігі тік гироскопиялық қатты ротор негізіндегі центрифуганың прототипін жасау және өндірумен расталады, оның сынақтары әртүрлі жұмыс режимдерінде теориялық нәтижелермен жақсы сәйкестігін көрсетті.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңызы.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы біркелкі емес сызықтық қаттылық, сызықтық және сызықты емес текшелік демпферлік гироскопиялық айналмалы машиналардың сызықты емес динамикасын зерттеудің физикалық-математикалық модельдері мен әдістерін жасауда, қаттылықтың сызықты емес құрамдас бөлігі бар серпімді тіректің, идеалды және фармацевтика, тамақ, мұнай-газ және тау-кен өнеркәсібінде қолданылатын оңтайлы параметрлері бар жаңа энергияны үнемдейтін, дірілді пайдаланатын және дірілге төзімді машиналарды жасауға бағытталған қозғалыстың стационарлық және стационарлық емес режимдеріндегі идеалды емес энергия көздері. жоғары сапалы өнімдер.

Диссертациялық зерттеудің практикалық маңыздылығы сызықтық және сызықтық емес демпферлік коэффициенттердің әртүрлі мәндері үшін ротор білігінің діріл амплитудасының айналу жылдамдығына тәуелділігін және амплитудалық-жиілік реакциясына демпферлік параметрлердің әсерін эксперименттік зерттеулерден тұрады. резонанстық жылдамдыққа, резонанстық жиілікке және жоғары айналу жылдамдығына дейінгі аумақтарда сызықты емес әсерлермен, тәжірибелік резонанс қисығында айналуды жеделдету және баяулату кезінде серпімді ротор тірегі материалын ауыстыру арқылы.

Бұл жұмыстың басқа зерттеу жұмыстарымен байланысы. Бұл диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары Білім министрлігінің 2022-2024 жылдарға арналған «Жас ғалым» жобасы бойынша жас ғалымдардың ғылыми зерттеулерін гранттық қаржыландыру ғылыми жобасы аясында жүзеге асырылды «Серпімді тіректің қалпына келтіру және демпферлік сипаттамаларының анизотропиясы бар гироскопиялық қатты центрифуга роторы» (Жобаның ЖТН: AP15473701).

Жұмысты апробациялау. Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері келесі ғылыми іс-шараларда баяндалып, талқыланды:

- халықаралық конференцияда «Asian IFToMM Mechanisms and Machine Sciences» (AsianMMS 2021, Hanoi, Vietnam);
- халықаралық конференцияда «4th International Conference of IFToMM Italy» (IFIT 2022, Naples, Italy);
- халықаралық конференцияда «6th International IFToMM Conference» (MeTrApp 2023, Poitier, France);
- У.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институттың семинарларында.

Жарияланымдар. Автордың диссертация тақырыбы бойынша 6 жұмысы, нөлдік емес импакт-факторы (IF) шетелдік ғылыми журналдарда 5 жарияланымы және Scopus және Web of Science мәліметтер базасына енгізілген халықаралық конференциялар материалдары, өнертабысқа 1 Еуразиялық патент жарияланған.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған еңбектер пайдаланылған әдебиеттер тізімінде келтірілген.

Автордың жеке үлесі

Эксперименттік зерттеулердің негізгі ғылыми нәтижелері мен диссертацияда келтірілген қорытындыларды автор өз бетінше алды. Бірлескен авторлықта жарияланған жұмыстарда өтініш беруші бағдарламалық жасақтаманы енгізуге және тік қатты гироскопиялық ротор негізіндегі центрифуганың эксперименттік зерттеулеріне қатысты айтарлықтай үлеске ие.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертацияның титулдық беті, мазмұны, таңбалар мен аббревиатуралар тізімі, кіріспе, алты бөлім, қорытынды, пайдаланылған дереккөздер және қолданбалар тізімі бар. Диссертацияның жалпы көлемі 116 бет, оның ішінде 99 иллюстрация және 1 кесте.

Диссертацияның негізгі мазмұны

Кіріспеде мәселенің сипаттамасы және пәндік аймаққа қысқаша шолу жасалады. Диссертациялық жұмыстың өзектілігі негізделіп, мәселенің тұжырымы және оларды шешу кезеңдері тұжырымдалған.

Бірінші бөлім серпімді тіректің сызықты және сызықты емес демпферлік және сызықты емес қаттылығы бар гироскопиялық қатты ротордың динамикасын модельдеуге арналған.

Екінші бөлімде серпімді тіректің қалпына келтіру және демпферлік сипаттамаларының анизотропиясы бар гироскопиялық қатты ротордың динамикасын модельдеу қарастырылады.

Үшінші бөлімде сызықты емес қалпына келтіру және демпферлік сипаттамалары бар идеалды емес гироскопиялық ротор жүйесінің резонанстық тербелістері қарастырылады.

Төртінші тік гироскопиялық қатты роторға негізделген центрифуганың

прототипін әзірлеуді талқылайды. Тік гироскопиялық қатты ротор негізіндегі центрифуганың 3D моделі әзірленді. 3D үлгісінің негізінде тік гироскопиялық қатты ротор негізіндегі центрифуганың прототипі үшін жобалық құжаттама (DCD) әзірленді. Тік гироскопиялық қатты ротор негізінде центрифуганың прототипін жасау көрсетілген.

Бесінші бөлімде тіректің сызықты емес текше демпфингінің вертикальды қатты гироскопиялық ротор негізіндегі прототиптік центрифуганың амплитудалық-жиілік реакциясына әсерін эксперименттік зерттеу нәтижелері, қаттылық анизотропиясының әсерін зерттеу нәтижелері және ротордың динамикасына демпферлік әсер ету.

Қорытындыда жұмыста алынған диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері мен қорытындылары келтірілген.