

# МӘДІБАЙҰЛЫ ЖҰМАБАЙ

## МЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕ АҚАУЛАРЫНЫҢ ИДЕНТИФИКАЦИЯСЫ

«6D060300 – Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясына

### АҢДАТПА

#### Зерттеу тақырыбының өзектілігі:

Диссертацияның тақырыбы сырықтар, құбырлар мен басқа да жұқа, сәл иілген құрылымдардың буын құрамына механикалық жүйелерді зерттеуге арналған. Берілген меншікті жиіліктер жиынтығы үшін көрсетілген механикалық жүйелердің шекаралық бекітулерін анықтау мәселелеріне басты назар аударылады. Мұндай проблемалар акустикалық диагностика мәселелерімен байланысты және теория тұрғысынан да, практикалық тұрғыдан да ғылыми қызығушылық тудырады.

Жіңішке сырықтар мен олардың буындары барлық жерде кездеседі. Сырықтар теориясының теориялық негіздерін А.Клебш қалаған. Сырықтар теориясын одан әрі дамытуда көрнекті рөлді С.П.Тимошенко, А.И.Лурье, Г.Ю.Джанелидзе, С.Г.Лехницкий, Ю.Н.Работнов, т.б. атқарған. Техникалық теориялар инженерлік есептеулерде ежелден бері қолданылып келе жатқандығына қарамастан, жуықтау дәлдігімен қамтамасыз етілген олардың қолдану шарттары туралы, есептеу модельдерінің нақты объектілерге сәйкестігі туралы сұрақтар аз зерттелген.

Бұл диссертациялық жұмыста жіңішке сырықтардың әр түрлі бөліктерінен еркін аз тербелістерін зерттеуге бағытталған. Бұл жағдайда осындай құрылымдардың меншікті жиіліктерін және меншікті тербелістерін анықтау мәселесі алға шығады. Белгілі болғандай, меншікті жиіліктер зерттелетін құрылымның бастапқы геометриялық және физикалық сипаттамаларына ғана тәуелді емес. Оларға шекаралық бекітулер де, бірнеше сырықтар арасындағы байланыс түйіндеріндегі бекітулер де айтарлықтай әсер етеді. Осындай зерттеулер шеңберінде берілген типтегі модельдерді құру мәселесі де маңызды рөл атқарады. Жіңішке сырықтың немесе олардың алдын – ала берілген меншікті жиіліктер арқылы бөлшектенген мүшелеріне таңдау жасалынды. Меншікті жиіліктер жиынтығымен шекараны бекіту әдісін анықтау мәселесі акустикалық диагностика мәселелеріне жатады.

Әдетте, техникалық жөндеу орталықтарының мамандары автомобилдің қозғалтқышын ашпай-ақ, қозғалтқыштың дыбыстарынан жөндеуге қажетті бөлшегін анықтайды. Басқаша айтқанда, қозғалтқыштың ақауын құлағымен “естиді”. Мұндай мәселелер акустикалық диагностикаға жатады және әртүрлі техникалық салаларда жиі пайдаланылады.

Диссертацияда зерттелетін тақырып аталған акустикалық диагностикадағы есептермен тікелей байланысты, қарапайым жағдайда сырықтың меншікті жиіліктері арқылы сырықтың шеттері қалай бекітілгенін анықтау проблемасы туындайды. Бұл мәселе екі есепке бөлінеді. Алдымен сырықтың шеттерінің бекітілгенін бір мәнді табу үшін неше меншікті жиілік қажет? Меншікті жиіліктердің санын анықтағаннан кейін сырықтың шеттерінің бекітілуі әдісін құрастыру қажет. Сырықтың шеттері әр түрлі бекітілуі мүмкін: еркін тіреу, еркін ұшы, серпімді бекітілу, қатаң бекітілу. Әр түрлі бекітілу үшін қажетті меншікті жиіліктердің саны әр түрлі болуы мүмкін. Жалпы жағдайда конструкцияның құрамында бірнеше сырық болуы мүмкін. Бір сырыққа қойылған есептер бұл жағдайда өзекті.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты:** Бұл диссертациялық жұмыста жіңішке сырықтардың әр түрлі бөліктерінен құралған еркін аз тербелістерін зерттеледі. Бұл жағдайда осындай құрылымдардың меншікті жиіліктерін және меншікті тербелістерін анықтау маңызды. Белгілі болғандай, меншікті жиіліктер зерттелетін құрылымның бастапқы геометриялық және физикалық сипаттамаларына ғана тәуелді емес. Шекаралық бекітілуді бірімәнді қалпына келтіруде меншікті жиіліктің минималды саны анықталынды. Қосымша мысал келтіріледі. Аталған мақсатқа жету үшін диссертациялық жұмыста келесі зерттеу міндеттері қойылады.

1. Жіңішке сырықтың (жіңішке сырықтармен өзара байланысқан конструкция) иілу, көлденең, бұралмалы тербелістерін сипаттайтын жай дифференциалдық теңдеулер алу;

2. Жіңішке сырықтың (жіңішке сырықтармен өзара байланысқан конструкция) еркін аз тербелісінің меншікті жиілігін анықтау алгоритмі жасау;

3. Ақырлы меншікті жиіліктер жиынтығы бойынша жіңішке сырықтың шекаралық бекітілуін конструктивті қалпына келтіру алгоритмін құру.

**Зерттеу нысаны** - жіңішке сырықтар, түйінге байланған бірнеше сырықтар, көпірлер, иілген құбыр

**Зерттеу пәні** болып сырықтар теориясы, техникалық диагностика, серпімділік теориясы, теориялық механика, техникалық механика, графтар теориясы саналады. Зерттеулер деформацияланатын қатты дене және тұтас орта механикасындағы байқалатын деректерге негізделген көзқарастарға сәйкес жүргізіледі.

**Зерттеу әдістеріне** Клебштін жіңішке сырықтар теориясы, Корн бағалауы, Дирихле шарты, Кирхгоф шарттары, Тимошенконың белгілі иілу және көлденең тербеліс теңдеулері, Ильгамовтың кері есептері, сырықтардан құралған граф үшін статиканың кері есебі енеді.

**Зерттеу нәтижесінің теориялық және практикалық маңыздылығы:** сырықтар иілуінің серпімділік теориясындағы үш өлшемді теңдеулерді бір өлшемді модельдерге келтіру, сырықтардың бойлық тербелісіндегі шекті графтың доғаларында екінші ретті дифференциалдық теңдеулер беріледі.

Тимошенко, Ляв теориялары кеңейтілді. шекаралық бекітілуді бірмәнді қалпына келтіруде, меншікті жиіліктің минималды саны анықталынады. Қосымша мысал келтіріледі. Көпірдің бүйір бетіне соғатын желдің критикалық жылдамдығына әсер ететін шамалар анықталды. Қисайған құбырдың ішкі қысымы табылады және меншікті жиіліктерін табу алгоритмі ұсынылады.

**Диссертациялық жұмыста келесі жаңа нәтижелер алынды:**

1.Жіңішке сырықтың (жіңішке сырықтармен өзара байланысқан конструкция) иілу, көлденең, бұралмалы тербелістерін сипаттайтын жай дифференциалдық теңдеулер алынды;

2.Жіңішке сырықтың (жіңішке сырықтармен өзара байланысқан конструкция) еркін аз тербелісінің меншікті жиілігін анықтау алгоритмі жасалынды.

3.Ақырлы меншікті жиіліктер жиынтығы бойынша жіңішке сырықтың шекаралық бекітілуін конструктивті қалпына келтіру алгоритмі құрылды.

Бірінші пункттегі жаңалық жіңішке сырықтың иілу және көлденең тербелістерінің дифференциалдық теңдеулер жүйесі өзара байланысты. Алынған нәтижелерден, кейбір болжамдарды үшін Тимошенконың белгілі иілу және көлденең тербелісінің теңдеулері тиімді екенін көреміз.

Үшінші пункттың жаңа аспектісі – шекаралық бекітілуді бірмәнді қалпына келтіруде меншікті жиіліктің минималды саны анықталынды. Қосымша мысал келтіріледі.

Зерттеу нысандары практикада жиі кездесетініне қарамастан, диссертацияның нәтижелері теориялық сипатқа ие болады.

Диссертация нәтижелерінің сенімділігі алынған нәтижелерді белгілі нәтижелермен салыстыру, сондай-ақ жақсы тексерілген математикалық әдістерді қолдану арқылы расталады. Басылымдардың сапасы күмән тудырмайды.

**Тәжірибелік құндылығы** практикада сырық құрылымдары маңызды, яғни ерікті түрде жалғанған біртекті емес, әлсіз майысқан анизотропты сырықтар. Жіңішке сырықтар есептерінде басты мақсат шекті теңдеулер жүйесін шекті графта қорытып шығару.

**Жұмыстың апробациясы** Диссертациялық жұмыстың негізгі ойлары мен нәтижелері келесі ғылыми конференциялар мен семинарларда баяндалған және талқыланған:

ғылыми конференциялар:

1.Сырықтың бойлық тербеліснің меншікті жиіліктері арқылы қима аудандарын қалпына келтіріу//Қазақстан Республикасының ғылыми қызметкерлер күніне арналған дәстүрлі халықаралық ғылыми конференция. Алматы, Қазақстан, (06.04.2018-10.04.2018), 81-82 б.

2. Сырықтың иілу тербелістерінің жиіліктері арқылы шоғырланған массаларды қалпына келтіру туралы // «XIV-шы студенттер, магистранттар және жас ғалымдардың ЛОМОНОСОВ – 2018 халықаралық конференциясы», 20.05.2018-21.05.2018 Астана, Қазақстан, 79-79 бет.

3. Ағынды сұйықтығы бар қисық сызықты құбырдың бекітілуінің Идентификациясы.// XVII бүкіл ресейлік жастар конференция мектебі «Лобачевский оқулары – 2018», Казань, РФ, 23.11.2018-28.11.2018, 90-91бет.

4. Ағынды сұйықтығы бар құбырдың орнықтылығы// Халықаралық конференция, Математика, Механика, Қолданбалы мәселелер» Қарағанды, Қазақстан, 12.06.2019-13.06.2019, 32-33 б.

**Жарияланымдар.** Диссертация тақырыбы бойынша 10 жұмыс жарияланды, оның

ішінде: 1 мақала Scopus Eurasian Mathematical Journal, Q3, CiteScore – 37 – процентиль журналда және 1 Web of Science деректер базасына кіретін ғылыми журналында жарияланған; 3 ғылыми мақала ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдарда; 2 тезис шетелдік конференция материалдарында жарияланған; 3 тезис ҚР-да өткізілген халықаралық конференция материалдарының жинағында жарияланған.

**Диссертацияның құрлымы мен көлемі.** Диссертациялық жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттерден тұрады.

**Диссертациялық жұмыстың негізгі мазмұны.**

Диссертацияның **кіріспесінде** зерттелетін мәселенің қазіргі күйін талдай оырып, қазіргі бар жұмыстарға шолу жасалды; диссертациялық зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделді; жұмыстың мақсаты, нысаны, зерттеу міндеттері, ғылыми жаңалығы, теориялық практикалық маңыздылығы, қорғауға шығарылатын негізгі қағидалары, диссертация тақырыбы бойынша жарияланылған жұмыстар туралы мәліметтер және оның әзірлену дәрежесі қамтылды.

Бірінші тараудағы жаңалық сырықтар иілуінің техникалық теорияларында серпімділік теориясындағы үш өлшемді теңдеулер бір өлшемді модельдерге келтірілген. Бұл төмендету бірқатар физикалық болжамдарға негізделген. Техникалық теориялар инженерлік есептеулерде сәтті қолданылады. Алайда бір өлшемді модельдердің нақты объектілерге сәйкестігі туралы мәселе әлі толық зерттелген жоқ. Серпімді сырық теорияларын асимптотикалық талдаудың көптеген әдістері бар. Әдістің тиімділігі көбінесе зерттеуші таңдаған шешімнің асимптотикалық құрылымына байланысты. Асимптотикалық құрылымды таңдау атап өтілген физикалық гипотезалармен бірдей рөл атқарады. Сырықтың диаметрін кішірейтуінен алынған шешімнің әрекеті қалай болатыны туралы нақтырақ дерек керек болатын болса, онда тереңірек зерттеу жүргізу керек болады. Сонымен бірге, шамадан тыс шарттар, әдетте, оң жақтан талап етіледі. Төмендету жарамды болуы үшін оң жағында қандай жағдайлар жеткілікті (қажетке жақын)? Оң жақтағы ұқсас жағдайларды білу үшін бізге нақты шешімі мен асимптотикалық аңдаттың айырмасының Корн бағалауы қажет. Корнның

бағалауы сырықтың диаметрі бойынша да, оң жақ бүйірлерінің дифференциалдық қасиеттері бойынша да дәлелденбейтінін алуға мүмкіндік береді.

Екінші тарауда мынадай сұраққа жауап ізделінеді: бойлық тербелістердің меншікті мәндері (жиіліктері) нақты мәнге ие болу үшін графтағы шекаралық шарттарды қалай таңдау қажет? Себебі тек нақты меншікті мәндер (оң) сырықтардың серпімділік теориясында қолданысқа ие. Екінші тарауда сырықтардың бойлық тербелісі зерттелетіндіктен шекті графтың доғаларында екінші ретті дифференциалдық теңдеулер беріледі.

Үшінші тарауда шекаралық бекітілуді бірімәнді қалпына келтіруде меншікті жиіліктің минималды саны анықталынды. Қосымша мысал келтіріледі. Көпір қимасының үш түрлі формасын салыстыра отырып максималды критикалық жылдамдық көпірдің қимасы көлденең сопақша болған жағдайда, яғни  $A_1 = 1$  болғанда екен анықталады. Пайдалануға берілген тасымал құбырларының екі шетінде ақау пайда болғанда, оны анықтау жолы ұсынылады. Құбырдың көлденең тербелістерінің меншікті жиіліктерін математикалық әдіспен табылды. Анықтаушының нольдерін Maple программалық пакеттің көмегімен табамыз. Математикалық әдіспен табу дәлдігі инженердің тыңдауы арқылы анықтауына қарағанда жоғары болады.

**Қорытындыда** диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері мен қорытындылары баяндалады.