

АННОТАЦИЯ

6D070400 – «есептегіш техника және бағдарламалық жабдықтау» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Мұқаддас Тұрғанқызы Аршидинованың «Сырықтың ауыспалы көлденең қимасында жылуфизикалық үрдістерін бағалау және модельдеу үшін есептеу алгоритмдерін және бағдарламаларын құру мен зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына арналған

Зерттеу жұмысының өзектілігі. Еліміздің экономикалық дамуының заманауи жағдайында жұмыс істеп тұрғандарды жаңғырту және жаңа тиімділігі жоғары, сенімді, қауіпсіз жүйелер мен өндіріс орындарын құру аса маңызды міндет болып табылады. Бұған Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан машина жасаушыларының XI форумында сөйлеген сөзінде «Отандық машина жасау өнеркәсібінің локомотиві бола отырып, өндірістің 9,4% өсімін көрсетіп отыр. 2023 жылдың бірінші тоқсанының қорытындысына 36%. Біз инновациялар мен озық технологиялар негізінде машина жасауда жедел өсуге қол жеткізуіміз керек» анық көрінеді.

Технологиялық жабдықтардың тірек құрылығыларының, қаланың жерасты коммуникацияларының қаптамалары мен көлік туннельдерінің, көп функционалды көпқабатты үйлердің және жоғарыда аталғандарға ұқсас басқа да инженерлік құрылыстардың апаттық режимдерде апаттық істен шығу жиілігінің артуына байланысты олардың істен шығуын сенімді болжау өзекті бола бастайды. Бұл болжам экстремалды әсер ету режимдерінде тірек құрылымдардың сенімділігін арттыру арқылы техногендік авариялардың залалын азайту бойынша қосымша шараларды әзірлеу үшін қажет. Жоғарыда аталған объектілердің жойылуының статистикасы іс жүзінде жоқ, көптеген арнайы құрылымдарда толық ауқымды тәжірибелер жүргізу мүмкін емес.

Есептеу құралдарының қазіргі заманғы дамуының жоғары динамикасы қуатты есептеуіш жүйелердің пайда болуына әкелді. Бұл күрделі термофизикалық және физикалық-механикалық процестер үшін есептеу алгоритмдерін тиімді пайдалану үшін жаңа, кеңірек мүмкіндіктер ашады. Сонымен бірге есептеу алгоритмдерінің сапасы көп жағдайда қабылданған математикалық модельдердің теориялық деңгейіндегі сенімділігіне байланысты.

Математикалық модельдеуді қолданудың ең маңызды нәтижесі сандық және қолда бар эксперименттік мәліметтерді салыстыру арқылы зерттелетін термофизикалық және физикалық-механикалық процестерді түсінудің дәлдігі мен тереңдігін тексеру болып табылады. Сонымен бірге тәжірибелік және сандық зерттеулерді бірлесіп үйлестіру және соның нәтижесінде жаңа технологияның жасалған үлгілерінде техникалық енгізудің кең перспективасы бар имитацияланған физикалық процестер туралы ақпараттық деректер қорын құру және толықтыру өте пайдалы.

Жылу көзінің параметрлерінің және стерженнің геометриялық сипаттамаларының температуралық өріске сапалық және сандық әсерін зерттеу өзекті болып табылады. Себебі, өңдеуші кәсіпорындардың технологиялық желілерінің, атом және жылу электр станцияларының элементтерінің, реактивті қозғалтқыштар мен іштен жанатын қозғалтқыштардың сенімді жұмысы осы элементтердің гетерогенді жылу көздері әсер еткендегі термофизикалық күйіне байланысты.

Есептік жылу өткізгіштік есептерін шешу үшін жаңа тиімді алгоритмдерді және олардың негізінде заманауи қолданбалы бағдарламалық қамтамасыз етуді құру мәселесі де өзекті болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты. Айнымалы қиманың өзектеріндегі термофизикалық сипаттамаларды зерттеу әдістерін, есептеу алгоритмдерін және бағдарлама кешенін зерттеу және әзірлеу.

Зерттеу міндеттері.

Мақсатқа сәйкес бұл жұмыс келесі мәселелерді шешеді:

- вариациялық тәсілді қолдану арқылы айнымалы қимадағы сырықтың термомеханикалық күйді зерттеу;

- айнымалы қимадағы сырықтың термофизикалық үрдістерді бағалаудың ұсынылған вариациялық тәсіліне негізделген сандық әдіс пен алгоритмдерді әзірлеу;

- әзірленген алгоритмдер негізінде бағдарламалық кешенді құру.

- цилиндрлік координаталар жүйесін пайдалана отырып, жылу оқшауланбаған цилиндрдегі жылу өткізгіштік есептерін шешу алгоритмі мен бағдарламалық қамтамасыз етуді жасау.

Зерттеу объектісі. Айнымалы қимадағы сырықтағы термофизикалық үрдістерді зерттеудің есептеу әдістері мен алгоритмдері.

Зерттеу пәні. Вариациялық тәсілге негізделген айнымалы қимадағы сырықтағы жылу өткізгіштік есептерін шешудің сандық әдістері.

Зерттеу әдістері. Есептерді шешу үшін жұмыста мыналар қолданылады: вариациялық әдіс, аналитикалық әдіс, шекті айырмашылық және ақырлы элементтер әдістері, Галеркин әдісі.

Ғылыми жұмыстың ақпараттық негізін термодинамика саласындағы зерттеулер бойынша мерзімді басылым материалдары, монографиялар, интернет ресурстары, ғылыми-практикалық конференция материалдары құрайды.

Сандық эксперимент жүргізу үшін ASIR бағдарламалар кешені әзірленді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы Зерттеудің ғылыми жаңалығын анықтайтын ең маңызды нәтижелер:

- вариациялық тәсілді қолдана отырып, айнымалы қиманың өзекшесінің термофизикалық сипаттамаларын зерттеуге арналған модель әзірленді;

- айнымалы қимадағы жылу оқшауланған және жылу оқшауланбаған сырық үшін температураның таралу заңын анықтау мақсатында сызықтық теңдеулер жүйесін құру әдістері әзірленді, бұл машина операцияларының санын айтарлықтай азайтады;

– функционалды автоматты генерациялау және термофизикалық сипаттамаларды анықтау үшін есептеу алгоритмдері әзірленді;

– цилиндрлік координаттар жүйесін пайдалана отырып, жылу оқшауланбаған сырықтағы жылу өткізгіштік есебін шешу үшін алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз ету әзірленді.

Қорғауға шығарылады:

Белгіленген жұмыс жағдайларының талаптарына жауап беретін, әр түрлі жылу әсерінен жұмыс істейтін, кесілген конус түріндегі өзекшенің термофизикалық сипаттамаларын зерттеу әдістері мен алгоритмдері.

Бұл нәтижелер жылуөткізгіштіктің сандық модельдеуіндегі зерттеу саласын айтарлықтай байытады және мұндай модельдерді ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында қолдануды кеңейтеді. Әзірленген әдіс, алгоритмдер және бағдарламалық кешен инженерлік есептеулерде, сондай-ақ ауыспалы сипаттамалары және бірнеше жылу көздері бар құрылымдардағы термофизикалық процестерді талдау маңызды болып табылатын басқа қолданбалы салаларда пайдалы болуы мүмкін.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы төмендегідей:

ASIR бағдарламалық жасақтамасы инженерлерге қажетті жылу өнімділігіне қол жеткізу үшін жолақ геометриясы мен материалдарын оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл салмақтың төмендеуіне, құнының төмендеуіне және тиімділіктің артуына әкелуі мүмкін. Термофизикалық процестерді түсіну қауіпсіздікті жақсартуға көмектесетін құрылымдық элементтердің қызмет ету мерзімі мен сенімділігін бағалау үшін маңызды. Жылу процестерінің материалдарға әсерін талдау жақсартылған сипаттамалары бар жаңа материалдарды әзірлеуге көмектеседі. Алынған алгоритмдер мен бағдарламаларды студенттерді оқыту және ғылыми тәжірибелер жүргізу үшін академиялық мақсаттарда пайдалануға болады. Модельдеу нәтижелерін талдау инженерлік және басқару шешімдеріне қолдау көрсете алады. Алгоритмдерді биомедицина, аэроғарыш және машина жасау сияқты жылу процестерін түсіну маңызды болатын әртүрлі салаларда бейімдеуге және қолдануға болады.

Жасалған әдістер мен құралдар кең практикалық қолдануды тауып, сәйкес технологиялық және ғылыми салалардың дамуына елеулі үлес бола алады.

Осылайша, диссертация жоғары практикалық өзектілікке ие, өйткені ол нақты өмірдегі инженерлік және өнеркәсіптік мәселелерге арналған құралдар мен шешімдерді ұсынады, сонымен қатар өнеркәсіптік контексте сәтті сынақтан өтті.

Зерттеушінің жеке үлесі. Диссертациялық жұмыстың мәселелерін зерттеуші өзі шешті. Ұсынылған модельдер мен алгоритмдерге аналитикалық, сандық зерттеулер және эксперименталды бағалау жүргізілді. ASIR автоматтандырылған жүйесінің архитектурасы мен бағдарламасы шектелген ұзындықтағы айнымалы қиманың өзекшесінің термофизикалық сипаттамаларын бағалау үшін әзірленген.

Зерттеуші диссертациялық жұмысқа байланысты жеке мәселелерді шешуді жүргізді, бұл оның ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық үдерістерге белсенді қатысуын атап көрсетеді. Жұмыс шеңберінде зерттеудің келесі түрлері орындалды:

– аналитикалық зерттеу: Зерттеуші алдыңғы жұмыстарды талдап, көлденең қимасы өзгермелі таяқшаның термофизикалық сипаттамаларын бағалау алгоритмін жасады. Бұл талдау математикалық модельдер мен мәселені шешудің тәсілдерін тұжырымдауға көмектесті.

– сандық зерттеу: құрастырылған математикалық модельдер мен алгоритмдерге сүйене отырып, зерттеуші ауыспалы қимадағы өзекшедегі термофизикалық процестерді бағалау үшін сандық есептеулер жүргізді. Бұл есептеулер сандық нәтижелерді алуға және әртүрлі жағдайларда талдау жүргізуге мүмкіндік берді.

– бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу: Зерттеуші ауыспалы қиманың өзекшесінің термофизикалық сипаттамаларын бағалауға мүмкіндік беретін ASIR архитектурасы мен бағдарламалық пакетін жасады. Бұл бағдарламалық пакетті техника мен ғылымдағы практикалық есептерді шешу үшін пайдалануға болады.

Барлық осы қадамдар зерттеушіге мәселені шешудің кешенді тәсілін жасауға және ұзындығы шектелген айнымалы секциялы өзекшенің термофизикалық сипаттамаларын бағалаудың жаңа әдісі мен бағдарламалық пакетін ұсынуға мүмкіндік берді.

Жұмыстың орындалуы. Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің гранттық қаржыландыруымен № AR05131093 жобасы бойынша орындалды, жоба жетекшісі физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Құдайкұлов А.Қ., Қазақстан Республикасы Білім және ғылым ҒЗИ Ақпараттық және есептеу технологиялары институты,

Жұмысты апробациялау. Зерттеу жұмысының негізгі ережелері мен нәтижелері Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ информатика кафедрасында, ҚР БҒМ Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының семинарларында, Кожали университетінің инженерлік факультетінің машина жасау кафедрасында (Измит қ., Түркия), халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардағы баяндамаларда талқыланды.

Алынған сандық нәтижелердің сенімділігі басқа авторлардың мәліметтерімен, аналитикалық шешімдер мен эксперименттік зерттеулердің нәтижелерімен салыстыру арқылы расталады.

Жарияланымдар. Диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелері 17 басылымда, оның ішінде: 2 монографияда, 4 – Қазақстан Республикасы ғылым және жоғарғы білім комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда, 2 – Scopus деректер базасына енгізілген халықаралық ғылыми басылымдарда, 9 - халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарында жарияланды, оның ішінде:

– Q3 импакт-факторы бар Web of Science жүйесінде индекстелген халықаралық ғылыми журналдардағы 2 мақала: (Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Халықаралық механика журналы)

– Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы бақылау комитеті (КОКСНВО) ұсынған тізімдегі журналдардағы 4 мақала: (ҚазҰТУ Хабаршысы, Ұлттық ғылым академиясының ақпараттық бюллетені). Қазақстан Республикасының Физика-математика сериясы, ҚазАТК Хабаршысы, ҚазҰТБ Хабаршысы)

– Халықаралық және республикалық конференциялар материалдарындағы 9 жарияланым және ғылыми семинарлардағы баяндамалар:

– III Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда, Украина, Переяслав-Хмельницкий, сәуір 2018 ж.;

– «Ақпараттық технологиялар және менеджмент» 16-шы халықаралық конференциясында / 16-шы халықаралық конференция Ақпараттық технологиялар және менеджмент, 2018 ж., Ақпараттық жүйелерді басқару институты, Рига, Латвия;

– 5th International Conference on Informatics and Control Engineering / 2018 5th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE 2018), Чжэнчжоу, Қытай, шілде, 2018 ж.;

– Азаматтық, энергетикалық ресурстар және қоршаған ортаны қорғау саласындағы жетістіктер бойынша 2-ші халықаралық конференцияда, 2020, Наннин, Қытай. IOP конференциялар сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылымдар / Құрылыс, энергетикалық ресурстар және қоршаған ортаны қорғау инженериясындағы жетістіктерге арналған 2-ші халықаралық конференция, 2020, Наннин, Қытай. IOP конференциялар сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылым;

– Ғылым мен технологияның тұрақты дамуы жөніндегі 1-ші және 2-ші халықаралық конференциядағы баяндамасында, 2018 ж., Анталия-Түркия/ Ғылым мен технология бойынша тұрақты 1-ші халықаралық конференция, 2018 ж., Анталия-Түркия – Тұрақты ғылым және технология бойынша 2-ші халықаралық конференция, 2019, Стамбул-Түркия;

– Жылу ғылымдары мен технологияларының 22-ші конгресіндегі баяндамасында ULIBTK'19, 2019, Коджаели – Түркия / ULIBTK'19 22th Thermal Sciences and Technology, 2019, Коджаели – Түркия;

– 7-ші Азия механизмдері және машина ғылымдары конференциясында (ASIAN MMS 2024) баяндамасында;

– Сырықтағы термофизикалық процестерді зерттеуге әзірленген ASIR бағдарламалық кешені «ТеплоСнаб» ЖШС (Астана) және «Оңтүстік Жарық Транзит» ЖШС (Шымкент) кәсіпорындарында енгізілді және сынақтан өтті, бұл 2023 жылғы 12 қыркүйектегі № 148 өндірістік сынақ есептерімен расталған. 2023 жылғы 17 қазандағы № 776 актілерімен көрсетілген.