

Хажидинова Акбота Рыспековнаның

6D072300 – «Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену диссертациясына

АННОТАЦИЯСЫ

Су жылытатын қазандар элементтеріндегі жылуалмасу процестерін эксперименталды зерттеу және модельдеу

Диссертациялық жұмыста қазандық агрегатының газ жолдарындағы жылу алмасу процестерін зерттеу нәтижелері, жану кеңістігін пирометриялық әдіспен зерттеу нәтижелері және жану өнімдерді төмен түсіру беттерінің термографиялық әдіспен зерттеу нәтижелері, су жылытатын қазандықтың ауа жылытқышындағы жылу алмасу процесін компьютерлік модельдеу нәтижелері көрсетілген және конвективті қыздыру беттерінің жағдайына қарай қазандық агрегаттарының тиімділігін арттыру бойынша практикалық ұсыныстар берілген.

Тақырыптың өзектілігі. Қазандық қондырғысының сапасы оның ішіндегі жылу алмасу процестерінің қаншалықты тиімді өтетініне байланысты. Қазандық қондырғысының барлық элементтерінде дәйекті түрде жүретін жылу алмасу процестері өзара байланысты. Жану кеңістігіндегі жану процесіне соңғы қыздыру беттерінен жеткізілетін ауа температурасы әсер етеді. От жағу кеңістігіне кіретін жоғары ауа температурасы жанармайдың тұтануы мен жану процесін жақсартады. От жағу кеңістігінде отынның толық жануы механикалық және химиялық күйікпен жылу шығынын азайтады, жанбаған отын бөлшектерін қазандықтың газ құбырларына апарудың алдын алады, қондырғының тиімділігін арттырады. Кеңістікке кіретін ауаның температурасы, өз кезегінде, ауа жылытқыштағы жылу беру қарқындылығына байланысты, онда ол шығатын түтін газдарының жылуымен қызады. Қазандық агрегаттарының тиімділігін арттыру үшін жылу алмасу процестерін зерттеуге ерекше көңіл бөлінеді. Негізінен, жану кеңістігіндегі жылу-физикалық процестер қарастырылады, ал экономайзерлер мен ауа жылытқыштар сияқты артқы қыздыру беттеріндегі жылу алмасу процестерінің заңдылықтары аз зерттелген, атап айтқанда бұл процестер отынды жағудың тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Жану кеңістігіндегі және ауа жылытқыштағы жылу алмасу процестерін бірге қарастыра отырып, жабдықтың жұмысын толық бағалауға және қажет болған жағдайда режимдік параметрлерге түзетулер енгізуге болады.

Ауа жылытқыштағы жылу алмасу процестерінің тиімділігі жылу беру коэффициенттеріне, қабырға материалының және ластанудың жылу өткізгіштік коэффициенттеріне, сондай-ақ жылу беру бетінің құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты жылу беру коэффициентімен сипатталады.

Жылу алмасу процестерін зерттеу негізінде құрылған энергетикалық жабдықтың жұмыс істеу режимдік карталарын әзірлеу және жетілдіру қазандық жабдықтың жұмыс процесін едәуір оңтайландыруға, оның техногендік әсер ету

дәрежесін азайтуға мүмкіндік береді. Алайда, жану кеңістігінде және қыздырудың соңғы беттерінде пайда болатын термофизикалық процестерді зерттеу объектілерінің көптеген ерекшеліктерімен күрделене түседі. Қазандық агрегаттарының барлық элементтеріндегі жылу алмасу процестерінің күрделі сипаты комплекстік теория мен тәжірибелік зерттеулерді талап етеді

Диссертациялық жұмыстың мақсаты эксперименттік зерттеулер мен компьютерлік модельдеу арқылы жобаланбаған отынды жағу кезінде төмен температуралы қыздыру беттерінің ластануының конвективті жылу беру процессіне әсерін анықтау негізінде қазандық қондырғысының тиімділігін арттыру болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі **міндеттерді** шешу қажет:

- қазандық кеңістігінің изотермиялық беттерін салу;
- беттердің қаралық деңгейін өлшеу және ауа жылытқышты термографиялық әдіспен зерттеу.

- төмен температуралы соңғы жылу беттерінің жылу алмасу процестерінің модельдеу мәселесінің маңызды тұжырымдамасын жасау және шекаралық жағдайларын белгілеу;

- төмен температуралы конвективті қыздыру беттеріндегі ластану дәрежесіне қарай жылутасымалдағыштар температурасының және жылу алмасу қарқындылығының (жылу таралу және жылу беру коэффициенттерінің) өзгеру сипатын анықтау;

- ауа жылытқышты тазарту кезеңділігінің критерий және температура-уақыт әсерінің өзгеруі кезінде орта ағымының газдинамикалық сипатының қазандық жұмысының тиімділігіне әсерін анықтау.

Зерттеу нысаны – түтіктердің түтін газдарының шөгінділерімен ластану дәрежесіне қарай өтпелі қималардың өзгеруін ескере отырып, қазандықтың ауа жылытқышының конвективті құбыр байламы.

Зерттеу пәні – KB-T-116,3-150 қазандық агрегатының жоғары температуралы және төмен температуралы қыздыру беттеріндегі жылу алмасу процестері.

Зерттеу әдістері. Қазандық агрегатының элементтеріндегі жылу алмасу процестерін қарастыру үшін келесі зерттеу әдістері қолданылды: әртүрлі жылу өнімділігі кезінде қазандық агрегатының жану кеңістігін пирометриялық әдіспен зерттеу; жану өнімдерді төмен түсіру беттерінің термографиялық әдіспен зерттеу; соңғы элементтер әдісіне негізделген ANSYS бағдарламалық кешенін қолдана отырып жылуфизикалық процестерді зерттеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы – алғаш рет:

- қазандық агрегатының ауа жылытқышындағы күрделі жылу беру процестерінің толық сипаттамасын алуға мүмкіндік беретін Ansys Fluent бағдарламалық кешені негізінде жылу алмасу процесінің жылу физикалық параметрлерін есептеудің жаңа әдістемесі әзірленді. Рекуперативті құбырлы ауа жылытқыштың үш өлшемді термофизикалық моделінде түтіктердің қабырғасы салынбаған, қабырғаның жылу кедергісі түтін газдар ағынының тиімді жылу өткізгіштік коэффициентін $\lambda_{эф}$ енгізу арқылы ескеріледі. Компьютерлік

модельдеу нәтижелері қолда бар нақты деректермен жақсы үйлеседі, есептеулердің салыстырмалы қателігі 3% - дан аспайды. Құрастырылған компьютерлік модель 11.01.2021 ж. № 14347 авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың Мемлекеттік тізілімге мәліметтерді енгізу туралы куәлікпен қорғалған;

– қазандықтың жобаланбаған отынмен жұмыс істеу кезінде соңғы конвективті қыздыру беттерінің күйіне қарай рекуперативті құбырлы ауа жылытқыштағы жылу алмасу процесінің жылу физикалық сипаттамалары анықталды;

– қазандықтың жобаланбаған отынмен жұмыс істеу кезінде ауа жылытқыштағы жылу таралу және жылу беру коэффициенттерінің төмен температуралы конвективті қыздыру беттерінің ластану дәрежесіне тәуелділігі анықталды;

– орта ағымының газдинамикалық сипатының қазандықтың температура мен уақыт әсерінің өзгеруі кезінде тиімділігіне әсері анықталды;

– қазандық қондырғысының рекуперативті ауа жылытқышында жылу алмасу процесінің толық көрінісі анықталды, жылу алмасу бетінің ластануына байланысты жылу алмастырғыштың жұмысының әртүрлі сценарийлері жүзеге асырылды.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:

1 Номиналды қуаттан өзгеру кезінде су жылыту қазандық кеңістігінің биіктігі бойынша температура өрістер сипатының ерекшеліктері.

2 Ластану дәрежесіне байланысты төмен температуралы конвективті қыздыру беттеріндегі жылу беру қарқындылығын компьютерлік модельдеу нәтижелері.

3 Жылу тасымалдығыштар ағынының газ динамикасының қазандықтың соңғы беттеріндегі конвективті жылу алмасудың тиімділігіне әсер ету заңдылықтары.

Ғылыми және практикалық маңыздылығы.

Зерттеудің нәтижелері өте қиын практикалық мәселелерді шешуге бағытталған. Заманауи су жылытатын қазандықтарда жобаланбаған отынды пайдалануы қазандық жабдығы жұмысының тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға техногендік әсерін төмендету жолдарын анықтауды қажет етеді.

Жаңа үш өлшемді компьютерлік модель жасалды, ол ауа жылытқыштағы жылу беру қарқындылығының жылу физикалық сипаттамаларын тез және дәл анықтауға, жылу беру қарқындылығын төмендетудің ықтимал себептерін жою үшін, жылу алмастырғышты тазарту жиілігін бақылауға мүмкіндік береді. Бұл қазандық қондырғысының тиімділігін арттыруға көмектеседі. Су жылытатын қазандықтың соңғы бетіндегі жылу алмасу процестерін зерттеудің ұсынылған әдісі қазіргі қазандық қондырғыларының тиімділігін арттырудың көптеген жолдарының ішіндегі ең перспективті болып табылады. Компьютерлік модель басқа қазандық агрегаттарының ауа жылытқыштарындағы жылу алмасу процесін есептеу үшін, жобаланбаған отынды пайдалану кезінде, сондай-ақ отынның сапалық құрамын өзгеру кезінде қолданылады.

Жылу алмасу процесін компьютерлік модельдеу нәтижелері негізінде жылу алмастырғыштың оңтайлы жұмысын анықтау үшін номограммалар мен графиктер түрінде ауа жылытқышты пайдаланудың режимдік карталары жасалды. Номограммалар жылу алмасу бетінің күйін ескере отырып, жылу өнімділігіне, қыздырылған ауаның жылдамдығына, шығатын түтін газдарының температурасына байланысты қазандық қондырғысының тиімділігін болжауға мүмкіндік береді.

Шығатын түтін газдарының температурасының критикалық мәні түрінде шөгінділерден ауа жылытқышты тазарту кезеңділігінің аралығын реттейтін критерийі белгіленді.

КВТ-116,3-150 су жылытатын қазандықты пайдалану процесінде ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелерін енгізу агрегаттың жұмысын оңтайландыруға, оның үздіксіз жұмысының ұзақтығын және жұмыс уақытының жылдық коэффициентін арттыруға мүмкіндік берді.

Жұмыстың ғылыми-зерттеу жобаларымен байланысы.

Дарынды жастарды қолдау және қаржыландыру бағдарламасы аясында докторант Қазақстан Республикасының Тұңғыш Президенті – Елбасы Қорының қаржылық қолдауымен 2017 жылы Мәскеу энергетикалық институтында өткізілген «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» студенттер мен аспиранттардың жыл сайынғы 23 халықаралық ғылыми-техникалық «Жылуфизика» секциясында конференциясына қатысты (Мәскеу энергетикалық институты, Мәскеу қ., РФ). Зерттеу нәтижелері оқу процесіне және өндіріске енгізілген. Сапарға грант иегерінің куәлігі, зерттеу нәтижелерін енгізу туралы актілер диссертацияға қосымшада көрсетілген.

Автордың жеке үлесі зерттеудің мақсаты мен міндеттерін қою; қазандық элементтеріндегі жылу алмасу процестерін пирометриялық және термографиялық әдістермен зерттеу бойынша эксперименттерді өткізу; ауажылытқыштың компьютерлік және математикалық модельдерін әзірлеу және верификациялау; ғылыми кеңесшілермен бірлесіп алынған нәтижелерді талдау және негізгі қорытындыларды тұжырымдау; практикалық ұсыныстарды әзірлеу.

Жұмыста алынған нәтижелердің негізділігі мен дұрыстығы дәрежесі зерттеудің тексерілген стандартты әдістерін қолданумен, эксперименттерді қайталауымен, қазіргі заманғы дәлдігі жоғары өлшеу аспаптары мен қондырғыларын пайдаланумен, ANSYS 14.5 лицензиялық бағдарламасын қолданумен, эксперименттік деректердің үлкен көлемін тәуелсіз мемлекеттер одағы елдерінде және алыс шетелдерде бұрын алынған зерттеу нәтижелерімен салыстырумен дәлелденген.

Зерттеу нәтижелері жария апробациядан өтті: ғылыми журналдарда жарияланды, автормен республикалық және халықаралық конференцияларда баяндалды және ұсынылды. Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша эксперименттік зерттеулер Семей қаласының ЖЭО-1 жұмыс істеп тұрған қазандық агрегатында нақты жұмысы жағдайында жүргізілді, компьютерлік модельдеу ҚР ҰЯО Атом энергиясы институтының (Курчатов қаласы) «Эксперименттік жылу физикасы» зертханасында жүргізілді

Жұмыс нәтижелерін апробациялау.

Диссертациялық жұмыстың материалдары келесі халықаралық және республикалық конференцияларда баяндалып, талқыланды: «Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи» IV Ресей жас. ғыл. мектеп-конф., Томск қ., РФ, 2016 ж.; «Интеллектуальные энергосистемы» V Халық. жас. форум, Томск қ., РФ, 2017 ж.; «Научные достижения и открытия современной молодёжи» халық. ғыл.-практ. конф., Пенза қ., РФ, 2017 ж.; 23 «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» студ. мен асп. халық. ғыл.-техн. конф., МЭИ, Мәскеу қ., РФ, 2017 ж.; ҚР ҰЯО жас ғалым. мен маман. ғыл.-зерт. және тәж.-констр. жұм. XVI конф.-конкурсы, Курчатов қ., ҚР, 2017 ж.; «Жаһандану жағдайында Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері» атты халық. ғыл. – практ. конф., Семей қ., ҚР, 2017 ж.; «Азық-түлік өнімдерін өндірудің өзекті мәселелері: жағдайы мен даму перспективалары» атты халық. ғыл.-практ. конф., Семей қ., 2017 ж.; 24 «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» студ. мен асп. халық. ғыл.-техн. конф., МЭИ, Мәскеу қ., РФ, 2018 ж.; 11-ші халық. ғыл.-практ. конф. «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент», 2019 ж. ак. Е.А. Бөкетов ат. Қарағанды МУ, Қарағанды; «Білім-Еуразиялық ынтымақтастықтың негізі» халық. біл. беру онл. – конф., Семей қ. Шәкәрім ат. МУ, 2019.

Диссертацияға қосымшада дипломдар мен қатысу сертификаттары көрсетілген.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ техникалық физика және жылу энергетика оқу кафедрасының және Новосибирск қаласының Мемлекеттік техникалық университетінің (Ресей Федерациясы) жылу электр станциялары кафедрасының ғылыми семинарларында талқыланды.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 18 баспа жұмысында баяндалған. ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған рецензияланатын ғылыми басылымдарда 5 мақала жарияланды, Scopus және Web of Science базаларында индекстелетін журналдарда – 1 (квартиль Q2), авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы 1 куәлік алынды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс 100 беттеріндегі кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және 121 атаудағы пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертациялық жұмыста 40 сурет және 8 кесте ұсынылған.