

«8D07102 – Жылуэнергетика» білім беру бағдарламасы
(«D098 – Жылуэнергетика» білім беру бағдарламалары тобы) бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған
диссертациялық жұмысына

АНДАТПА

КУДАШЕВА АЛИЯ БАКЫТЖАНКЫЗЫ

«Қатты отынды қозғалмайтын қабатта жағуға арналған отын жағу камерасының құрылымын жетілдіру арқылы қуаты аз өнеркәсіптік жылыту қазандығының тиімділігін арттыру» тақырыбы бойынша

Әлемдік отын-энергетикалық балансында қазба көмірсутекті отындардың ішінде көмір бастапқы энергияның үштен бірін және электр энергиясын өндіруге пайдаланылатын ресурстың шамамен 40%-ын құрайды. Қазақстан өз аумағында әлемдік өнеркәсіптік көмір қорының 3,3%-ын иеленеді. Республиканың көмір өнеркәсібі – экономиканың ірі салаларының бірі, ол электр энергиясының 70%-дан астамының өндірісін, кокс-химия өндірісінің толық жүктемесін қамтамасыз етеді, коммуналдық-тұрмыстық сектор мен халықтың отынға деген қажеттілігін толық өтейді. Елдегі барланған көмір қоры шамамен 34 миллиард тоннаны құрайды. Бұл көрсеткіш бойынша Қазақстан әлемдегі он жетекші елдің қатарына кіреді. Сала ондаған мың адамды жұмыспен қамтып, елге экспорттық кіріс әкеледі.

Сондай-ақ көмір тау-кен өндіру және ауыр өнеркәсіпте, пайдалы қазбаларды өндірумен байланысты басқа да салаларда кеңінен қолданылады. Металлургия мен өнеркәсіптің басқа салаларының көмір тұтыну құрылымындағы үлесі жалпы тұтыну көлемінің шамамен 20%-ын құрайды, бұл коммуналдық-тұрмыстық секторға тән көрсеткішпен сәйкес келеді. Қазақстан экспортының жалпы құрылымында көмірдің үлесі шамамен 1%-ды құрайды.

Қазақстанда қоңыр көмірден бастап тас көмірге дейінгі барлық түрдегі көмір кен орындары бар. Қазақстандағы көмірдің жалпы геологиялық қоры 150–160 миллиард тонна деп бағаланады. Баланстық қорлардың ішінде негізгі бөлігін қоңыр көмірлер құрайды – 62 %, ал тас көмірлердің үлесі – 38 %. Қазақстан энергетикалық көмірге деген ішкі және сыртқы сұранысты толық қамтамасыз етуге нақты мүмкіндігі бар ел, өйткені барланған көмір геологиялық ресурстары мен көмір кәсіпорындарының өндірістік әлеуеті өте жоғары.

Көмір қорының басым бөлігі Қазақстанның Орталық өңіріндегі кен орындарында шоғырланған. Өнеркәсіптік тұрғыда игерілген кен орындарына Қарағанды, Екібастұз және Майкөбе көмір бассейндері, сондай-ақ Шұбаркөл, Борлы, Құйшекен және Юбилейное (Қаражыра) көмір кен орындары жатады. Республика орталығында ірі Торғай көмір бассейні орналасқан, онда ашық әдіспен өндіруге жарамды және игеруге болашағы зор бірқатар ірі кен орындары бар.

Қазақстандағы ең ірі көмір өндіруші кәсіпорындар Павлодар облысында орналасқан: «Богатырь Аксес Комир» ЖШС (жалпы республикалық өндірістің 30,7 %-ы), «Северный» разрезі ЖШС (21,7 %), «Майкубен-Вест» БК (2,3 %, оның ішінде Қазақстанда өндірілетін қоңыр көмірдің 91,9 %-ын құрайды), сондай-ақ Қарағанды облысындағы кәсіпорындар – «АрселорМиттал Теміртау» АҚ (13,1 %) және «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС құрамындағы «Борлы» АҚ (8,8 %). Көмір өндіру қазіргі қарқынымен жалғаса берсе, республиканың көмір қоры, кем дегенде, алдағы 300 жылға жетеді.

Осылайша, Қазақстанда көмірдің үлесі елдегі бастапқы энергетикалық ресурстарды тұтынудың 60%-дан астамын құрайды. Дегенмен, ұзақ мерзімді перспективада көмірдің жалпы тұтыну құрылымындағы салыстырмалы үлесінің азаюы күтілгенімен, көмір республика энергетикалық балансында өз көшбасшылық орнын сақтайтын болады.

Қазақстанның халық тығыздығының төмендігі және кең аумағы газдандыруды республиканың барлық елді мекендерінде жүргізуді қиындатады, алайда бұл бағдарлама газ бен пайдалы қазбаларды өндіру орындарына жақын орналасқан елді мекендерде жүзеге асырылуда. Мұндай аумақтық ерекшелік және көмірдің үлкен қорының болуы Қазақстан халқының және энергетика нысандарының маңызды бөлігін көмірді энергетикалық ресурс ретінде тұтынуға тәуелді етуге мәжбүр етеді.

Зерттеулердің өзектілігі. Қазақстан Республикасының ауылдық жерлерінде негізінен қатты отынды (көмір) қозғалмайтын қабатта жағу үшін тор жүйесін қолданатын қуаттылығы төмен қазандықтар пайдаланылады. Сондықтан, зиянды шығарындыларды азайту және қатты отын жағу кезіндегі қуаттылығы төмен қазандықтардың тиімділігін арттыру алдағы жылдардағы ең маңызды мәселелердің бірі болып қала береді.

Бұл мәселенің маңыздылығы орталықтандырылған жылумен жабдықтаудан тиімділіксіздік себепті бас тарту және ғимараттарда жеке жылу қазандықтарын орнату қажеттілігінен туындайды. Оған мыналарды жатқызуға болады: жеке өндірістік кәсіпорындар; автотракторлық парктер; мектеп-интернаттар; және басқалар. Мұндай тәсілдің ұсақ және орта кәсіпорындар үшін тиімділігі жылу және ыстық суға шығындарды азайту мақсатында жылу тасымалдағышты тасымалдау кезіндегі жоғалтуларды болдырмау қажеттілігімен түсіндіріледі. Алайда, төмен қуаттылықтағы өндірістік қазандықтарда қатты отынды жағудың тиімді технологияларының болмауы экологиялық нормалардан асып кететін токсикалық ластаушы заттардың жоғары концентрациясын туғызады.

Бұл мәселені шешу үшін дамыған елдердің көпшілігі, оның ішінде Еуропа елдері, орталықтандыру деңгейін оңтайландыру арқылы басқа жолды таңдады, олар децентрализовандық жылумен жабдықтауға басымдық берді. Осы ретте жылу өндіруші жабдықтар жетілдіріліп, пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК), қауіпсіздік және автоматизация деңгейлері, экологиялық, эргономикалық, санитарлық-гигиеналық және басқа көрсеткіштер артты. Сондай-ақ баламалы жылу көздері енгізілді.

Жоғарыда келтірілген деректерге сәйкес, төмен сапалы көмірлерді қолданған жағдайда қабатты оттықтары бар шағын қуаттағы жылу алмастырғыштардың нақты ПӘК диапазоны 30-60%-ды құрайды, ал нормативтік көрсеткіш 75-80% болуы тиіс. Шағын қуаттағы қазандықтардың төмен тиімділігінің (энергиялық, экономикалық, экологиялық) негізгі себептері мыналар болып табылады: техникалық кемшіліктер, қызмет көрсету персоналының эргономикасына байланысты пайдалану деңгейінің төмендігі және отынның төмен сапасы.

Алайда мұндай зерттеулерді шағын энергетика саласында жалғастыру қажеттілігі туындайды.

Осыған байланысты **диссертациялық жұмыстың мақсаты**: қатты отынды шағын қуаттағы өндірістік жылу қазандықтарында қозғаушы қабатта жағу кезінде жылу берілу тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға зиянды қалдықтардың шығарылуын азайту, отынның жану аймағына ауаны жеткізу жүйесін басқару арқылы қазандықтың жану камерасының құрылымын жетілдіру.

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

- төмен қуатты қазандықтарда қатты отынды қабаттап жағу технологиялары мен қазандық техникасының жағдайы мен даму тенденцияларын талдау;
- қатты отынды шағын қуатты қазандықтарда тұрақты қабатта жағудың негізгі параметрлері мен жұмыс режимдерін теориялық тұрғыда негіздеу, сандық модельдеу арқылы зерттеу;
- лаборатория жағдайында ауа форсункасы мен ауа айдау жүйесінің геометриялық параметрлерін көп факторлы эксперимент арқылы негіздеу;
- төмен қуатты қазандықтарда қатты отынды тұрақты қабатта жағу схемасын өндірістік сынақтан өткізіп, атмосфераға зиянды заттардың шығарындыларының параметрлерін алу;
- ұсынылған схема мен классикалық схема бойынша қатты отынның тұрақты қабатта жағудың технико-экономикалық тиімділігін бағалау.

Зерттеу объектісі: Қатты отынды қозғалмайтын қабатта жағатын төмен қуаттағы қазандықтардың жану камерасы.

Зерттеу пәні: Қозғалмайтын қабатта отын жағу кезінде горизонтальды түрде ауа беру әдісімен торсыз қабаттық қазанда көмірдің жану сипаттамалары.

Зерттеу әдістері. Зерттеу әдістері теориялық және эксперименттік зерттеулерді стандартты және арнайы әдістемелерді қолдану арқылы жүргізуді қамтиды:

- теориялық зерттеулер механика заңдары мен сандық модельдеуге негізделеді;
- эксперименттік зерттеулер зертханалық зерттеулер жүргізуді, математикалық статистика, эксперименттерді жоспарлау теориясы және химиялық талдау әдістерін қолдануды қамтиды. Сонымен қатар, зертханалық тәжірибелерді эксперименттік үлгі арқылы жүргізу қарастырылған.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы шағын қуатты жылу қазандығының жану камерасын қатты отынды тұрақты қабатта жағу үшін құрылымын жетілдіруде, бұл қазандықтың толық жануын қамтамасыз етіп, оның тиімділігін арттыруды көздейді. Сонымен қатар, отын бөлшектерінің түгін газдарымен және тор арқылы жоғалуын болдырмауға бағытталған. Сандық модельдеу арқылы отынды жағу процесінен кейін тұрақты қабаттағы газдың жылдамдығы мен температурасының профильдерін алуда; мәжбүрлі горизонтальды ауа беруді қамтамасыз ету арқылы тұрақты көмір қабаты үшін ауа ағынының параметрлері анықталды. Шағын қуатты қазандықтарда қатты отынды тұрақты қабатта жағудың жаңа схемасының жұмыс режимдері теориялық және эксперименттік тұрғыда негізделді.

Ұсынылған технологиялық және техникалық шешімдердің жаңалығы Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік патенттерінде расталды: №35521, 18.02.2022 ж., бюл.№7 «Өнеркәсіптік су жылу қазандығы» және №37168, 31.01.2025 ж., бюл.№5 «Колосник-поддон» патенттерімен.

Жұмыстың тәжірибелік маңызы төмендегідей бағыттармен байланысты:

1. Жану камераның конструкциясын жетілдіру және отын жану технологиясын жаңарту: Жұмыста пештің жану камерасының конструкциясы жетілдіріліп, қатты отынды жағудың жаңа технологиясы ұсынылды.

2. Жаңа пеш конструкциясын зерттеу және енгізу: Қатты отынды тиімді жағу үшін жаңа конструкциясы бар пешті зерттеу және игеру жұмыстары жүргізілді.

3. Жану камераны жобалаудың әдістемесін әзірлеу: Қатты отынды қабаттық күйде жағу үшін қолданылатын кіші қуатты пештердің жану камерасын жобалаудың әдістемесі жасалды.

4. Жаңа конструкцияның тиімділігі: Ұсынылған жану камера конструкциясының тиімділігі, қатты отынды тұрақты қабатта жағу нәтижесінде зиянды шығарындылардың төмендеуі, химиялық толық жанбаған қалдықтардың азаюы және ұсақ отын бөлшектерінің механикалық жоғалуының төмендеуі (өндірістік сынақтар).

Эксперименттік топтық камера блогының параметрлері мен жұмыс режимдерін зерттеу мыналарды қамтыды: ауа ағынының ұзындығы, ені және биіктігі арасындағы тәуелділікті анықтау; бұл параметрлердің шұңқырдың диаметрі, ауа ағынының қысыммен айдаушы құрылғы арқылы берілуі және көмірдің гранулометриялық құрамы бойынша өзгеруі; зерттелген үш факторлы эксперимент арнайы әзірленген құрылғыда жүргізілді, ол келесі элементтерді қамтыды: ауа айдаушы құрылғы (электр қозғалтқышы бар желдеткіш); желдеткіштің айналу жылдамдығын өзгертуге арналған жиілік түрлендіргіш; қабырғалары әртүрлі диаметрдегі тесіктері бар жабық құбыр; көмір массасын жүктеу үшін параллель орнатылған шыны беттер; табиғи жылу беру модификацияланған қазандықты есептеу әдісінің көмегімен есептелді.

Кішкене қуаттылықтағы қазандықтардың қабаттық көмірді жағу үшін эксперименттік топтық камерасы зертханалық зерттеулер жүргізу үшін

әзірленді. Бұл камера стандартты торды және жабық плитканы қамтиды, сондай-ақ газдарды талдау үшін түгін құбыры бар. Тор көз мен жабық плитка бірдей өлшемдермен жасалған және көмірді жағудың екі әдісін салыстыру үшін ауыстыру мүмкіндігіне ие: классикалық әдіс пен ұсынылған әдіс.

Қорғауға ұсынылатын мәселелер:

- төмен қуаттылықтағы өнеркәсіптік жылыту қазандығының қабаттық көмір жағу үшін жетілдірілген жану камерасының параметрлері;
- төмен қуаттылықтағы қазандарда көмір жағудың ұсынылған схемасының негізгі технологиялық параметрлері мен жұмыс режимдері;
- эксперименттік зерттеулердің нәтижелері.

Автордың ғылыми нәтижелерді алу жолындағы нақты жеке қатысуы келесі аспектілерден тұрады:

- зерттеу міндеттерін қою және оларды жүзеге асыру әдістерін анықтау;
- эксперименттік үлгіні жобалау және жасау;
- эксперименттік зерттеулерді жүргізу.

Ғылыми тұжырымдар, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен дұрыстығы жүргізілген зертханалық және өндірістік эксперименттердің нәтижелерімен, сондай-ақ өлшеудің стандартты әдістерін және дәл өлшеу құралдарын қолдану арқылы расталады. Дұрыстық пен сенімділік сандық әдістер мен эксперименттік зерттеулердің салыстырмалы нәтижелерімен дәлелденеді.

Жұмыстың апробациясы:

- 2023 жылдың 28 ақпаны мен 3 наурызы аралығында Вельс (Австрия) қаласында өткен Тұрақты энергетика күндерінде «Қазақстан үшін 100 идея» республикалық конкурсына қатысу, энергетика саласындағы жас зерттеуші ретінде постерлік баяндамамен; ЕНУ-дың 25 жылдығына орай өткен Республикалық студенттік инновациялық жобалар конкурсына қатысу (2021 ж.), «Үздік ғылыми жоба 2021» конкурсы және «Jas Galym» конкурсына қатысу.

- III International Scientific Forum on Computer and Energy Sciences (WFCES 2022) 2022 жылдың 20-21 мамырында, 44-ші Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияда «Advances in Science and Technology», Мәскеу қаласында, EUROPEAN ACADEMY OF SCIENCES AND RESEARCH халықаралық конференциясының XXXI бөлімінде: Инженерия, 15.06.2022 (Гамбург, Германия), «XXI ғасырдың ғаламдық мәселелері және қоршаған орта» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында, «Central Asian Scientific Journal» электронды ғылыми журналында, «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS: CENTRAL ASIA» халықаралық конференциясында, М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің Хабаршы журналында, Enlit Asia 2022, Бангкок, AIP Publishing (АҚШ) басылымында; World Sustainable Energy Days 2023 (Wels, Austria) конференциясы материалдар жинағында, «Ауыл шаруашылығында техникалық қызмет көрсетудің қазіргі мәселелері және даму жолдары» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдарында (2024 жылдың 5-6 маусымы) жарияланған.

Публикациялар:

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы аясында 14 ғылыми еңбек жарияланды, оның ішінде Scopus және Web of Science деректер базасына енген журналдарда - 2, патенттер - 2, КОКСНВО мақалалары - 1, халықаралық ғылыми конференциялар материалдарында жарияланған мақалалар - 9.

Scopus, Web of Science:

1. «Efficient Combustion of the Fixed Coal Layer in an Advanced Combustion Chamber Design for Low-Power Boilers». // Transactions of Tianjin University. Advanced Energy Chemistry and Materials. – Қытай. – 2024 (Scopus, Web of Science, Q1, процентиль 93)

2. «Reduction of harmful emissions in water heating solid fuel boilers of low power KVTs-0.2» // AIP Conference Proceedings. – АҚШ. – 2023.

Патенттер:

1. «Өнеркәсіптік су жылу қазандығы мал қуатты». Қазақстан Республикасы өнертабыс патенті №35521, 18.02.2022, бюл. №7.

2. «Оттық-түпқойма». Қазақстан Республикасы өнертабыс патенті №37168, 31.01.2025, бюл. №5.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі:

Диссертация кіріспеден, бес тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

- 1-тарауда қатты отынды төмен қуатты қазандықтарда жағудың тиімділігін арттыру мәселесінің қазіргі жағдайы талданады, ауа ластануын азайтуға баса назар аударылады. Қозғаушы заттардың негізгі көздері және оларды жағу процесінде минимизациялау әдістері қарастырылады.

- 2-тарауда қатты отынды жағуға арналған жаңа қазандық конструкциясы ұсынылған және қазандықтың зертханалық үлгісі келтірілген. Қатты отынды стационарлы қабатта жағудың ерекшеліктерін сандық моделдеу арқылы төмен қуатты қазандықтардың негізгі параметрлері мен жұмыс режимдерінің теориялық негіздемесі беріледі.

- 3-тарауда автор ұсынған схемасы бойынша төмен қуатты қазандықтардың конструкциясын жетілдіруге арналған эксперименттік зерттеулер ұсынылып, эксперименттердің нәтижелері баяндалады.

- 4-тарауда қатты отынды стационарлы қабатта жағуға арналған төмен қуатты қазандықтардың оттық камерасының конструкциясын жетілдіру бойынша өндірістік сынақтардың нәтижелері берілген.

- 5-тарауда қатты отынды жағуға арналған жаңа қазандық конструкциясын енгізуден экономикалық тиімділік бағаланады.

Қорытындыда ұсынылған және талқыланған зерттеулер мен әзірлемелер нәтижесінде негізгі қорытындылар жасалады.

Қосымшаларда эксперименттік сынақтар мен жұмыстың практикалық мақсаттар үшін қолданылуы туралы мәліметтер келтірілген.

Жұмыс 151 компьютер бетінде жазылған, 45 сурет, 14 кесте, 48 бет қосымша бар. Бұл жұмысты әзірлеу үшін 106 ғылыми дереккөз қолданылған.