

8D07101 – Жаңартылатын энергетика білім беру бағдарламасы
(D098 – Жылу энергетикасы білім беру бағдарламалар тобы) бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған
диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

САРАКЕШОВА НУРБУБИ НУРКЕНОВНА

тақырыбы бойынша диссертациялық жұмыс:
**«Табиғи газды жағу кезінде шағын су ысытқыш қазандықтар үшін
қоспа түзу және микрофакелді тұрақтандыру жүйесін әзірлеу»**

Зерттеудің өзектілігі. Жылумен қамтамасыз ету әрқашан адамзаттың, әсіресе климаты қатал аймақтарда тұратындардың маңызды қажеттіліктерінің бірі болды. Жоғары энергия қажеттілігімен сипатталатын тұрғын үйлер экологиялық жағдайға әсер етеді. Осыған байланысты шығындарды азайтуға ұмтылу және жылумен жабдықтаудағы экологиялық көрсеткіштердің тиімділігі принципін ұстану маңызды.

Жылдан жылға жаңартылатын энергия нарығы дамып келеді. Біздің елімізде күн және жел электр станциялары базасында қуаттар қайта енгізілуде, бұл «таза» энергияны пайдалануды көрсетеді, сонымен қатар электр және жылу энергиясын өндіру кезінде биогаздың үлесі біртіндеп артып келеді. Осыған қарамастан, энергетика, мұнай өңдеу және металлургия сияқты салаларда қазіргі уақытта газ тәрізді отынды жағу технологиялары басым.

Қазіргі уақытта электр станцияларында отын жағу процестерінің тиімділігі мен экологиялылығын арттыруға бағытталған инновациялық техникалық шешімдерді әзірлеу өзекті міндет болып табылады. Бұған, атап айтқанда, табиғи газды (пропан-бутан қоспасын қоса) жағуға арналған шағын су жылыту қазандықтарын, полигонға негізделген отын қоспаларын және өнеркәсіптік және коммуналдық қалдықтардың термиялық ыдырау өнімдерін жақсарту кіреді. Бұл ретте шағын қазандықтардың едәуір саны жаңғыртуды, ескірген жабдықты ауыстыруды немесе жөндеуді қажет етеді. Алайда, бұл жұмыстарды орындау бірнеше себептерге байланысты қиын. Қазақстанда жылу электр станциялары энергия өндірудің негізгі көздері болып қала береді, сонымен қатар соңғы жылдары мемлекеттік және жеке меншіктегі орталықтандырылмаған шағын және орта қазандықтардың рөлін арттыру үрдісі байқалады.

Бұл ретте шағын қазандықтардың едәуір саны жаңғыртуды, ескірген жабдықты ауыстыруды немесе жөндеуді қажет етеді. Алайда, бұл жұмыстарды орындау бірнеше себептерге байланысты қиын. Қазақстанда жылу электр станциялары энергия өндірудің негізгі көздері болып қала береді, сонымен қатар соңғы жылдары мемлекеттік және жеке меншіктегі орталықтандырылмаған шағын және орта қазандықтардың рөлін арттыру үрдісі байқалады.

Бұл қазандықтардың қуаты мен түрі әр түрлі, олардың қолданылуы әр түрлі. Ақмола, Қарағанды және Солтүстік Қазақстан облыстары сияқты бірқатар өңірлерде жабдықтың едәуір үлесі қатты және сұйық отынмен жұмыс істейтін ескірген шағын қазандық агрегаттарымен ұсынылған. Типтік шағын аудандық қазандықтар ерекше орын алады, бұл газбен жұмыс істейтін шағын су жылыту қазандықтары үшін заманауи оттық құрылғыларын жасау саласындағы зерттеулердің өзектілігін көрсетеді:

- КВТс 0.1 - ден 0.4-ке дейін-Столяренко ЖК, «STEM-4» ЖШС (Зеренді ауылы).

- КВУ 0.1-ден 3.5-ке дейін-Титан ЖШС (Қостанай қ.).

- 220 кВт-тан 525 кВт-қа дейінгі КДГ-АЗИЯКОТЛОМАШ ЖШС (Щучинск қ.).

- Ко 60 кВт-тан 525 кВт-қа дейін-Тепломеханик ЖШС (Қарағанды қ.).

- КСР 0.1 - ден 0.3-ке дейін-АЗИЯКОТЛОМАШ ЖШС (Щучинск қ.).

- ТЕНТЕК-тұрмыстық қазандықтар 12-ден 100 кВт-қа дейін – «Қарағанды қазандық зауыты» ЖШС (Қарағанды қ.).

- Сондай-ақ, бірқатар кемшіліктері бар пеш түріндегі қолдан жасалған (қуаты аз) қазандықтар жұмыс мәтіні бойынша белгіленеді.

Осындай проблемалық мәселелердің жиынтығы жаңғырту қажеттілігіне, ескі қазандықтардың тиімділігін қамтамасыз етуге және табиғат қорғау заңнамасының неғұрлым қатаң талаптарын сақтауға үлкен ғылыми қызығушылық тудырады.

Бұл жұмыста зерттелген жарқын мысал-табиғи газды пайдаланатын шағын су жылыту қазандықтары үшін микрофакельдерді араластыру және тұрақтандыру жүйелерін жаңарту және дамыту. Қызылорда, Қарағанды, Ақмола және Солтүстік Қазақстан облыстары арқылы өтетін «Сары-Арқа» магистральдық газ құбырын енгізу кенттік қазандықтарды қатты отыннан табиғи газға ауыстыру үшін алғышарттар жасайды.

Осы бағыттағы зерттеулер қазандықтардың үнемділік пен экологиялыққа қатаң талаптарды сақтай отырып, табиғи газға тиімді көшуін қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл микрофакельді жағу технологиясын қолдану арқылы мүмкін болады, онда отын стехиометрияға жақын артық ауа коэффициенті бар көптеген ұсақ алаулар түрінде жанады. Мұндай шешім отынның жануының жоғары толықтығын, жану процесінің тұрақтылығын және зиянды заттардың шығарындыларын азайтуды қамтамасыз етеді

Зерттеу объектісі: шығу кезінде кенеттен кеңеюі бар микро модульді газ оттығы.

Зерттеу пәні: табиғи газды жағуға арналған микрофакелдердің қоспасы мен тұрақтандыру жүйелері.

Диссертацияның жұмыстың мақсаты: табиғи газды (пропан-бутан қоспасы) жағу кезінде қуаты аз қазандықтар үшін қоспа түзу жүйесін және микрофакельдерді тұрақтандыруды әзірлеу.

Осы мақсатты іске асыру үшін **зерттеудің келесі міндеттері** қойылды:

- Шағын су жылыту қазандықтарында зиянды заттардың пайда болу себептерін және газ оттықтарындағы техникалық және экологиялық көрсеткіштерді жақсартудың негізгі бағыттарын анықтау бойынша әдеби-патенттік талдау жүргізу;

- Эксперименттік стенд әзірлеу және оны дайындауды ұйымдастыру;

- Жаңа микромодульді газ оттығын (ММГО) әзірлеу және модельдің сипаттамаларын кешенді зерттеу;

- COMSOL Multiphysics бағдарламалық кешенінде сандық модельдеуді қолдана отырып, жану құрылғысындағы ауа ағынының аэродинамикасын зерттеу;

- Құрылғының физикалық моделінде пропан-бутан қоспасының жану процестерін Ansys Fluent бағдарламалар пакеті көмегімен зерттеу;

- Диссертациямен жұмыс істеу кезеңінде құрылған эксперименттік стендте қыздырғыш құрылғының сипаттамаларына (отынның жану толықтығының коэффициенті, температура өрісінің таралуы, улы қосылыстардың шығуы) кешенді зерттеулер жүргізу және тиімді өлшемдер мен олардың арақатынасын анықтау;

- Теориялық және эксперименттік деректердің нәтижелерін салыстыру;

- Микромодульді газ оттығын пайдалану бойынша ұсыныстар беру.

Бұл зерттеудің практикалық маңыздылығы мыналарды әзірлеу және алу болып табылады:

- Өнертабысқа авторлық куәлікпен қорғалған алаудың жоғары тұрақтануын және улы заттардың төмен шығарындыларын қамтамасыз ететін микромодульді газ оттығында кенеттен кеңеюді пайдалану қағидаты;

- Өндіріске және оқу процесіне енгізумен нәтижелер. Жұмыс нәтижелері «КазКотлоСервис» ЖШС және «SMN Trade» ЖШС өндірістік кәсіпорындарының енгізу актілерімен тіркелді. 2022-2023 оқу жылынан бастап микрофакелді жану түрлері мен тұрақтандырудың оқыту үрдісіне енгізу «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ іске асырылуы;

Микрофакельді құрылғылар бойынша алынған эксперименттік деректер жоғары экологиялық және техникалық-экономикалық көрсеткіштерге ие газ оттықтарының жаңа дизайнын жасауға мүмкіндік береді.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы жалынның қоспасы мен тұрақтандыру әдістері бойынша жаңа патенттерде, сондай-ақ эксперименттік және теориялық зерттеу нәтижелерінде, атап айтқанда:

- Улы заттардың төмен шығарындыларын қамтамасыз ететін микрофакельді отын жағатын құрылғыларға негізделген микромодульді оттықтың жаңа конструктивтік схемасы әзірленді;

- Шығу кезінде кенеттен кеңеюі бар ММГО-да микрофакельді жағу принципі зерттелді;

- ММГО үшін саптамалардың диаметрлерінің тиімді арақатынасы және улы NO және CO шығарындылары анықталды;

- Диссертациялық жұмыс аясында өнертабысқа 2 патент алынды.

Осы диссертациялық жұмыстағы эксперименттік зерттеулер «КазКотлоСервис» ЖШС өндірістік базасында эксперименттер қойылған ғылыми-зерттеу және эксперименттік жұмыстар кешені негізінде орындалды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- шағын су жылыту қазандықтарына арналған шығысында кенеттен кеңеюі бар микромодульді газ қыздырғышта отын-ауа қоспасын тиімді қоспалау;
- микромодульді газ оттығында изотермиялық ағындардың турбуленттілік жылдамдығы мен деңгейлерінің таралуын математикалық модельдеу нәтижелері;
- ММГО математикалық модельдеу бойынша азот оксидтері (NO_x) және улы газ (CO) жану және зиянды заттардың шоғырлануын қоса алғандағы нәтижелері;
- микромодульді газ оттығы ішіндегі изотермиялық ағындардың орташа жылдамдығы мен турбуленттілік қарқындылығын зерттеу бойынша эксперименттік деректер;
- шығуда кенеттен кеңеюі бар микромодульді газ оттығының ұтымды дизайны.

Басылымдар. 15 ғылыми мақала, ХФТК баяндамалары, еңбектер, оның ішінде: Scopus базасында индекстелетін 2 ғылыми мақала, 1-Eastern – European Journal of Enterprise technologies журналында 37% жарияланған кезде процентиальмен, 2-Energies citescore 6.2 (Q1) impact factor журналында 3.0; ҚР ҒЖБССҚК ұсынылған тізімінен отандық басылымдардағы 3 ғылыми мақала; халықаралық ғылыми-техникалық конференциялардағы жинақтардағы 7 ғылыми баяндама, оның ішінде, шетелдік ғылыми конференцияда бетпе-бет сөз сөйлеу; автор және тең автор ретінде ғылыми-зерттеу қызметінің нәтижелері микрофакельді жағу тақырыбы бойынша өнертабыстарға ҚР 2 Патентінде тіркелді және 1 оқу құралы жарияланды.

Автордың жеке үлесіне диссертация тақырыбы бойынша әдеби және патенттік шолуды орындау, Ansys Fluent бағдарламалық кешенін пайдалана отырып математикалық модельдеу жүргізу, эксперименттік зерттеулер жүргізу стратегияларын әзірлеу, эксперименттерді ұйымдастыру және орындау, эксперименттік стенд құрастыру, эксперименттік деректерді өңдеу, оқу құралын дайындау, Халықаралық ғылыми журналдарда мақалалар жариялау, өнертабыстарға патенттерді ресімдеу, сондай-ақ алынған нәтижелерді сынақтан өткізу. Зерттеу идеясы мен ғылыми жұмыстың бағыты ғылыми және шетелдік кеңесшінің қатысуымен анықталды.

Нәтижелердің сенімділігі есептеулерді эксперименттік деректермен салыстыру, сондай-ақ оларды ұқсас зерттеулердің нәтижелерімен салыстыру арқылы расталады. Нәтижелердің орташа сәйкес келмеуі 12,5% - дан аспайды. Эксперименттер барысында дәлдігі жоғары сенімді жабдық пайдаланылды, өлшеулердің орташа квадраттық ауытқуы жабдықтың рұқсат етілген қателігі шегінде болды.

Көлемі мен құрылымы. Диссертацияда кіріспе, 4 бөлім, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі, қосымшалар бар. Диссертация

компьютерлік жинақтың 103 бетінде, оның ішінде 44 сурет пен 9 кестеде, 106 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінде көрсетілген.

Кіріспеде ғылыми зерттеудің өзектілігі негізделеді және қарастырылып отырған мәселе нақтыланады. Жұмыстың негізгі идеясы, оның ғылыми жаңалығы мен сенімділігі сипатталған, автордың жеке үлесі көрсетілген, сондай-ақ нәтижелерді сынау және жарияланымдар туралы мәліметтер келтірілген.

Диссертацияның **бірінші бөлімі** шағын және орта қуатты қазандық жабдықтарын дамытудың негізгі бағыттарын, әлем мен Қазақстанның энергетикалық жүйелеріндегі шағын су жылыту қазандықтарының рөлін талдауға арналған. Экологиялық сипаттамаларды жақсартудың негізгі тәсілдері қарастырылды, микрофакельді жағу (МФЖ) технологиясын іске асыратын шағын қазандықтардың оттықтарына арналған жану құрылғыларына шолу жасалды. МФЖ принциптері мен сипаттамалары, осы саладағы теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері сипатталған. Зерттеудің мақсаты мен міндеттері де тұжырымдалып, шағын су жылыту қазандықтарына арналған шығысында кенеттен кеңеюі бар микромодульді газ оттығын әзірлеу және зерттеу ұсынылды.

Диссертацияның **екінші бөлімінде** шығуда кенеттен кеңеюі бар микромодульді газ оттығын математикалық модельдеу нәтижелері, ағынның аэродинамикасын, шығуда кенеттен кеңеюі бар конфузорлы-диффузорлы каналдың микрофакельді жағу процесін зерттеу ұсынылған. Жану процесстерін моделдеу кезінде температураның таралу аймақтарын анықтау бойынша, микрофакельді элементтердің пайдалану үлгісі бойынша моделдеудегі ағынның құрылымдық нәтижелері көрсетілген.

Үшінші бөлімде эксперименттік қондырғы мен қолданылатын физикалық модельдердің сипаттамасы, эксперименттер жүргізу әдістемесі және негізгі параметрлерді өлшеу, сондай-ақ өлшеу қателіктерін бағалау егжей-тегжейлі сипатталған.

Төртінші бөлім микромодульдік газ оттығының эксперименттік зерттеу нәтижелерін қамтиды. ММГО-нан шығатын азот оксидтерінің температурасы мен концентрациясын өлшеу деректері, сондай-ақ оларды талдау нәтижелері ұсынылған. Эксперименттер негізінде азот оксидтерінің концентрациясының, отынның жану толықтығының коэффициентінің және температураның біркелкі қолданылатын микрофакельді элементтер түріне тәуелділігі анықталды және теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша деректерге салыстырмалы талдау жасалды.

Қорытындыда жұмыстың қорытындысы шығарылды, зерттеу барысында тұжырымдалған негізгі нәтижелер мен қорытындылар көрсетілді.