

Умышев Диас Райбековичтің 6D071700 – «Жылуэнергетика» мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D.) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған «Зиянды заттардың төмен шығысы бар ГТҚ-ның жану камерасын әзірлеу және зерттеу» диссертациялық жұмысының

АҢДАТПАСЫ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қазақстан Республикасының отын-энергетикалық кешенін (ОЭК) дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасы бойынша, елімізде келесі өзекті проблемелар бар:

- энергияға өсіп келе жатқан сұраныс;
- энергия тиімділігінің төмен деңгейі;
- ОЭК-те қолданылатын технологиялардың экологиялығының төмен болуы.

Газ турбиналары отының жағу тиімділігінің жоғарылығымен, оңтайлылықпен, ықшамдылықпен ерекшеленіп және де жылу қозғалтқыштар арасындағы ең жоғарғы экологиялық көрсеткіштерге ие. Газ турбиналардың кең қолданысы, ОЭК-дегі газ үлесін ұлғайтып, қуат жеткіліксіздігін азайтады. Сонымен қоса, экологиялық және де технологиялық талаптарының өсуіне орай, жоғарғы техникалық және экологиялық көрсеткіштері бар жану камераларын дайындау және зерттеу қажеттілігі туындап отыр.

Отын жағудың тиімді және үнемді жағуы еліміздің ғылыми- техникалық топтарын мазалап тұр. Қазақстан Республикасы потенциалды газ және мұнай отынына бай ел. Сонымен қоса, органикалық отынды жағу зиянды зарттардың үлкен мөлшерде шығуымен тікелей байланысты [1]. Мысалы [2] бойынша Қазақстанда жыл сайын азот тотығының 191 мың тонна болса, көміртегі тотығының 393 мың тонна, ванадий бестотығының 36 мың тонна, күкіртті көміртегінің 97,2 тонна және күлдің 98 мың тоннасы тасталып жатыр.

Табиғи газ, басқа отын түрлерімен салыстырғандағы, ең тазасы және органикалық түрі болып, құрамында күл және күкірт қосылыстарының жоққа жақын болуымен ерекшеленеді. Табиғи газдың кең ендірілуі қоршаған ортаның жағдайының жақсаруымен, күл, күйе және күлді қосылыстардың аз болуымен және де энергия шығарудың тиімділігінің, мәдениетінің өсуімен тікелей байланысты. Осыған орай, Қазақстанның ғылыми-зерттеу орталарының отын жануының теория және практика, газды қолдану сияқты мәселелерді шешуге күшін салуға тура келіп тұр.

Сондықтан заманауи ғылым келесі мәселелерді шешуге бет бұрған:

- 1 жану камерасынан шығатын зиянды заттардың мөлшерін азайту;
- 2 газ турбиналарының п.э.к-ін және қуатын үлкейту;
- 3 газ турбиналарының сенімділігін арттыру.

Заманауи газ турбиналарынан шығатын негізгі түрлері CO_2 , SO_x , NO_x болып табылады.

Азот тотығы отынының барлық түрлерін жаққан кезде пайда болатын зиянды қосылыс. Азот тотығының үш түрі бар – тез, отындық және де

термиялық. Газды отынды жаққан кездегі пайда болатын азот тотығының негізгі түрі ол термиялық, яғни жылулық. Аты айтып тұрғандай, термиялық азоттың пайда болуының негізгі себептеріне – жоғары температура, жоғарғы температуралық аймақтарда газдың ұзақ болуы және де газ бен ауаның араласуының сапасы жатады. Азот тотығының пайда болуын шешу тәсілдері осы үш нәрсенің айналасында.

Мәселенің өзектілігі, қолданылуы онай, қоршаған ортаға зияны аз технологияларды дамыту мен зерттеуде екені анық. Қағидалы жаңа технологияларды дамуы, жану камерасында болып жатқан үрдістерді жаңа жақтан қарау керектігін талап етеді.

Жаңа технологиялардың арасында, келешегі зор технология болып, жану камерасында алаулардың бүкіл камера аймағына таратылып жану болып табылады. Бұндай технологияны ұйымдастыру үшін нашар айналып өтетін денелер қолдану тиім. Бұл микроалаулы (микрофакелды) технология болып саналады. Осы технологияны қолдану келесідей пайда тигізеді: зиянды заттардың шығуын азайту, қондырғылардың мөлшерлерін азайту, соған сәйкес металл сыйымдылығын азайту және де жанудың толықтылығын жоғарылату.

Зерттеу жұмысының мақсаты газ турбиналарының, газ отынды жаққандағы, зиянды заттардың шығуын азайтатын және де қолданылып жатқан газ турбиналардың және газ қозғалтқыштарын жаңартуда қолданыла алатын, жоғарғы жану және экологиялық көрсеткіштері бар камераларды, оттықтарды дайындау және де зерттеу болып табылады.

Қойылған мақсатқа сәйкес және отынның жану үрдістерін, физика-химиялық, жылу алмасулық және термодинамикалық мәселерді қамтитынын ескере отырып, келесі міндеттерді жүзеге асыру қарастырылған:

- газды отында жұмыс істейтін әртүрлі газ оттықтардың, үшбұрышты тұрақтандырғыштарды дайындау мен зерттеу;
- микроалаулы құрылғыларда болып жатқан жану, масса алмасу, зиянды заттардың құрылу процесстерін сандық түрде зерттеу;
- микроалаулы құрылғылардың және де үшбұрышты тұрақтандырғыштарды қолданып, тәжірибелерді жасау;
- құрылымның және де аэродинамиканың, жану процессінің тұрақтылығына әсерін зерттеу.

Зерттеудің негізгі ойы және ішкі тұтастығы. Зерттеудің негізгі ойы микроалаулы қағидасында жұмыс істейтін, жоғарғы жану толықтылығы бар, зиянды заттардың шығысының төменділігімен және де ауаның артықшылығының кең ауқымында жұмыс істей алатын құрылғыларды әзірлеу және зерттеу.

Үшбұрышты тұрақтандырғыштардың артындағы рециркуляция аймақтары, шығыс температуралары, тұрақтандыру және де азот тотығының пайда болу механизмдері туралы алынған ақпарат, газ турбиналардың жану камереларадың жаңа түрлерін әзірлеуге және енгізу үрдісіне үлесін қосады.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы. Сандық зерттеу және де тәжірибе негізінде газ турбиналарының жану камераларының жану құрылғыларының жаңа қағидалары дайындалған. Сонымен қоса:

1 Үшбұрышты тұрақтандырғыштардың азот тотығының ең төменгі шығысын қамтамасыз ететін <10 ppm, сонымен қоса жанудың жоғарғы көрсеткіштері ($\eta_c=99\%$) мен төмен температураны ($T=520$ K) қамтамасыз ететін бұрышы анықталды.

2 «Кедей» оттын сөнугі мен үшбұрышты тұрақтандырғыштың пішіні және түрімен байланыстыратын формула және де газ турбинасының жану камерасынынан шығатын азот тотығының шығуын санауға мүмкіндік беретін эмпирикалық формула келтірілген.

3 Микроалаулы қағида негізінде жұмыс істейтін жаңа жылугенераторлар, оттықтар, жану камерасы сияқты жану құрылғылары дайындалған.

Сонымен қоса, зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығын, бір инновациялық өнертабыс және үш пайдалы модель және де пайдалы модельге патент берудің оң шешімі дәлелдейді.

Зерттеудің деректілігі. Алынған зерттеу нәтижелері келесі себептерге байланысты деректі болып табылады:

- үшбұрышты тұрақтандырғыштарды зерттеу газ турбиналарды қолданылатын отын қолданылды;
- алынған нәтижелер басқа авторлардың жұмыстарымен келіседі;
- тәжірибе кезінде қымбат, жоғарғы дәлдігі бар жабдық мен аспаптар қолданылды.

Жұмыстың тәжірибелік маңызы келесілерді дайындау мен алуда:

- жоғарғы экологиялық және техникалық көрсеткіштерді қамтамасыз ететін, жану камералар мен оттықтарды дайындау қағидасы;
- микроалаулы қағидамен жұмыс істейтін, авторлық куәлікпен қорғалған газды оттықтар;
- микроалаулы қағидамен жұмыс істейтін, авторлық куәлікпен қорғалған үшбұрышты тұрақтандырғыштары бар жылугенераторы;
- авторлық куәлікпен қорғалған, үшбұрышты тұрақтандырғыштары бар екі аймақты жану камерасы

Қорғауға шығарылатын тұжырымдар:

- үшбұрышты тұрақтандырғыштарды қолданған кездегі жану, зиянды заттардың пайда үрдістерінің тәжірибелік және сандық модельдеу нәтижелері;
- «кедей» сөнугі және үшбұрышты тұрақтандырғыштарды қолданған кездегі азот тотығының эмиссиясын санайтын формулалар және де осы формулалар негізінде жылугенераторлар дайындалған;
- микроалаулы қағидамен жұмыс істейтін, жоғары экологиялық және техникалық көрсеткіштері бар газ оттықтары әзірленген;
- үшбұрышты тұрақтандырғыштар бар, жоғары технологиялық және экологиялық көрсеткіштері бар екі аймақты жану камерасы дайындалған.

Ізденушінің жеке үлесі:

- әдебиетті талдау мен жалпылауда;

- сандық модельдеуде;
- тәжірибелерді жоспарлауда, ұйымдастыруда және де өткізуде, сонымен қоса алынған нәтижелерді талдауда;
- жаңа техникалық шешімдерді дайындауда.

Зерттеу нәтижелерінің сыннан өтуі. Зерттеудің негізгі нәтижелері, келесі халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда және форумдарда баяндалған:

- халықаралық қатысы бар ғылыми форум «СПбПУ ғылым аптасы» (Ресей, Санкт-Петербург, 2015);
- «Fundamental and applied sciences today» атты VII халықаралық ғылыми-практикалық конференция «(АҚШ, Солтүстік Чарльзтон, 2015);
- «Өнеркәсіптердің және салалардың техника-технологиялық дамуы» атты I халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Ресей, Нижний Новгород, 2017);
- «Eurasiascience» атты VII халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Ресей, Мәскеу, 2017);
- «Advances in Science and Technology» атты VIII халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Ресей, Мәскеу, 2017).

Басылымдар. Зерттеудің негізгі нәтижелері 20 басылымда келтірілген. Олардың арасында 6 жұмыс Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынатын басылымдарда, Thomson Reuters қорына кіретін «Thermal Science» журналында, Scopus қорына кіретін «International Journal of Mechanics and Mechanotronics», «Espacios» журналдарында және 2017 жылға дейін Scopus қорына кіретін «International Journal of Pharmacy and Technology» журналында. Сонымен қоса, 5 конференция мен форумдарда, 4 патентте және де 1 пайдалы модельге патент берудің оң қорытындысында.

Зерттеу жұмысының құрылымы. Зерттеу жұмысы кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, қолданылған әдебиет тізімінен және 2 қосымшадан тұрады. Жұмыс 139 компьютермен терген беттен тұрып, ішінде 89 сурет, 5 кесте, әдебиет тізімінің саны 167.

Кіріспеде зерттеу жұмысының өзектілігі ашылып, зерттеліп жатқан мәселе нақтыланып отыр. Сонымен қоса, зерттеу жұмысының негізгі мақсаты, ғылыми жаңалығы, деректілігі, жұмыстың тәжірибелік мәні, қорғауға шығарылатын тұжырымдар, ізденушінің жеке үлесі, жұмыстың сыннан өтуі және де басылымдар келтірілген.

Бірінші бөлімде газ турбиналардың дамуының шолуы мен талдауы келтірілген. Азот тотығының пайда болу және отын жану үрдістерінің механизмдері қарастырылған. Азот тотығының пайда болуының кинетикасын қорытындылайтын теңдеулер келтірілген. Термиялық, жылдам және отын зиянды азот тотығының түрлері қарастырылған. Азот тотығының шығуын басатын негізгі технологиялық шешімдер келтірілген. Солардың қатарына су немесе буды енгізу, жанған газдардың рециркуляциясы, ауаны тиімді тарату, ауа мен отынның араласуының қарқындылығын жоғарылату, сатылы жандыру және де каталитикалы жану. Сонымен қоса, азот тотығының пайда болуынның

бәсеңдетудің құрылымды жолдары келтірілген. Оларға сатылы жану камералары, геометриясы өзгеретін жану камералары, каталиткалық жану камералары. Қойылған мақсатқа сәйкес міндеттер қойылған.

Екінші бөлімде микроалаулы қағида негізіндегі техникалық шешімдер қарастырылған. Киев политехникалық университетінде ойлап табылған, микроалаулы қағидасында жұмыс істейтін газды оттықтар келтірілген. Сонымен қоса, елімізде жасалған техникалық шешімдер де қарастырылған. Қазақстанда жасалған ауалы форсункалар тұрақтандырғыштар келтірілген. Олар жоғарғы техникалық және экологиялық сипаттамаларымен ерекшеленіп отыр. Шолу мен талдаудың арқасында, микроалаулы қағидамен жұмыс істейтін құрылғылардың дамуының сұлбасы келтірілген. Микроалаулы жануды ұйымдастырудың ең тиімді және де оңтайлы жолдары талданған. Зерттелетін тақырыпқа қосымша міндеттер қосылған.

Үшінші бөлімде сандық модельдеудің нәтижесінде алынған жану, араласу үрдістерінің және де зиянды заттардың пайда болуы, әсіресе азот тотығының пайда болуының үрдістерінің зерттеу нәтижелері келтіріліген. Микроалаулы үрдістерді зерттеу кезінде, жаңалығы (ҚР Патенті 92515 және ҚР Патенті 93801) патенттерімен дәлелденген, оттықтардың бөліктері алынып зерттелген. Сонымен қоса, әртүрлі формалы, түрлі және де әртүрлі бұрышы бар үшбұрышты тұрақтандырғыштар алынған. Үшбұрышты тұрақтандырғыштар авторлық куәлігі бар техникалық шешімдердің негізіне жатты (ҚР Патенті 1703 және ҚР Патенті 1734). Сандық модельдеудің деректері, тәжірибе кезінде алынған нәтижелерді тереңірек түсіндіруде үлкен үлес қосады.

Төртінші бөлімде үшбұрышты тұрақтандырғыштарды тәжірибелік зерттеудің нәтижелері келтірілген. Үшбұрышты тұрақтандырғыштардың бұрышының, отынның беру түрі, перфорациялардың бар болуы мен олардың орналасуының зиянды заттардың пайда болуы, отынның қалыптылығынына және «кедей» сөнуге әсері зерттелген. Алынған тәжірибелердің нәтижелерінің арқасында жану камерасында үшбұрышты тұрақтандырғыштар қолданған кездегі «кедей» сөнуды санауға болатын формула келтірілген. Сонымен қоса, жану камерасында үшбұрышты тұрақтандырғыштары бар, азот тотығының пайда болуын санайтын формула келтірілген.

Бесінші бөлімде зерттеушінің алған және дайындаған авторлық куәлігі бар және патент берудің оң қорытындысы бар техникалық шешімдер келтірілген. Техникалық шешімдер мен олардың прототиптерінің салыстырылымы келтірілген. Прототипімен салыстырғандағы жоғары тиімділікті жануды, азот тотығының аз шығуын және де жанудың қалыптылығын қамтамасыз ететін, құрылымы жоғарғы газды оттық келтірілген. Екінші техникалық шешім ол газды оттық. Ол прототипіне қарағанда, отын беру камерасы бар болғандықтан жанудың жоғарғы қалыптылығын қамтамасыз ететін. Газ оттықы микроалаулы қағида негізінде жұмыс істейді. Солармен қоса, екі аймақты жану камерасы келтірілген. Ол прототипіне қарағанда, жанудың жоғарғы тиімділігімен, тұрақты жанудың

үлкен ауқымымен, зиянды заттардың аз көлемде шығуымен ерекшеленіп отыр. Екі аймақты камерада зерттеу нәтижелеріндегі жаңа үшбұрышты тұрақтандырғыш ұсынылған. Прототипіне қарағандағы жану тиімділігінің жоғарғылығымен, зиянды заттардың аз шығуымен, кішкентай өлшемдерімен және аз металлсыйымдылығымен ерекшеленетін жылугенераторы келтірілген. Солармен қоса, жаңа әуе жылугенераторы келтірілген. Ол жанудың жоғарғы тиімділігімен ерекшеленіп, ғимараттарды жылутуда және де ауыл шаруышылығында қолданылуы мүмкіндігімен ерекшеленіп отыр.

Қорытындыда алынған негізгі нәтижелер мен ғылыми жұмыстың тұжырымдамасы келтірілген.