ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Турсимуратов Багдад Амангелдиевич

Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101 – «Энергетика»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
_____ Е.А. Сарсенбаев
«07» 06 2023ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики и машиностроения

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу»

6В07101 – «Энергетика»

Орындаған: Турсимуратов Б.А.

Пікір беруші
ЖЭК кафедрасының доценті,
тех. бил. канд.
_____ М.Е. Туманов
«07» 06 2023 ж.

Ғылыми жетекші
PhD докторы,
қауым. профессор
_____ Б.Онгар
«07» 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты
«Энергетика» кафедрасы
6В07101-«Энергетика»

БЕКІТЕМІН
«Энергетика» кафедрасының меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
_____Е. А. Сарсенбаев
«16» 01 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Турсимуратов Багдад Амангелдиевич*

Тақырыбы: «Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу»

Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен .

Бұйрық *№ 408-п «23» қараша 2022 ж*

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«30» мамыр 2023 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері:

а) Жылу техникалық бөлім;

б) Тәсілдік – үнемиеттік бөлім;

в) Математикалық модельдеу;

Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген.*

Ұсынылатын негізігі әдебиеттер: *35 атау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жылу техникалық бөлім	25.02.2023 ж.	Жоқ
Тәсілдік – үнемиеттік бөлім	29.03.2023 ж.	Жоқ
Математикалық модельдеу	18.04.2023 ж.	Жоқ

Аякталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлім атауы	**Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Жылу техникалық бөлім	Б. Онгар, PhD, қауымдастырылған профессор	08.06.2023ж	
Тәсілдік – үнемиеттік бөлім	Б. Онгар, PhD, қауымдастырылған профессор	08.06.2023ж	
Математикалық модельдеу	Б. Онгар, PhD, қауымдастырылған профессор	08.06.2023ж	
Норма бақылау	Ә.О. Бердібеков магистр, аға оқытушы	08.06.2023ж	

Ғылыми жетекші _____ Б. Онгар

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Б.А. Турсимуратов

Күні «08» 06 2023 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста азот тотықтарының термохимиясын зерттеу және азот тотықтарының пайда болуын болдырмаудың негізгі бағыттары қарастырылды.

Химиялық реакторларды, аэробұрқақтық және тәсілдемелік ошақтарды, жанатын өнімдердің азот тотықтарын қалпына келтірумен жүретін көмір тозаңының пиролизын, сонымен қатар беттік және ілестіргіш жылуалмастырғыштарды қолдана отырып отынды жағуға термиялық дайындауының әр түрлі қайраттәсілдемелік жылулық сүлбелері өзара салыстырылды

АННОТАЦИЯ

В данной диссертации были рассмотрены исследования термохимии оксидов азота и основные направления предотвращения образования оксидов азота.

Сравнивались различные тепловые профили термической подготовки к сжиганию топлива с использованием химических реакторов, проточных и технологических печей, пиролиза угольной пыли с восстановлением оксидов азота продуктов горения, а также поверхностных и контактных теплообменников.

ANNOTATION

In this thesis, thermochemical studies of nitrogen oxides and main directions of prevention of formation of nitrogen oxides were considered.

Different thermal profiles of thermal preparation for fuel combustion using chemical reactors, flow and technological furnaces, pyrolysis of coal dust with reduction of nitrogen oxides of combustion products, as well as surface and contact heat exchangers were compared.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....7
1 жылу техникалық бөлім.....8
1.1 Ошақтық құбылыстар мен құрылғылардың мекенқорғаулық таза тұжырымдамаларының алғы шарттары. Зиянды газдардың көмірдің жану өнімдермен шығатын шығарындыларын төмендету әдістерінің талдау нәтижелері.....8
1.2 ЕЖЭО-ғы ошақтық құбылыстар мен көмір дайындауды ұйымдастырудың оңтайландыру.....10
1.3 Отын пиролизінің және оның өнімдерін жағудың үнемиеттік тиімділігі.....17
2 ТӘСІЛДІК-ҮНЕМИЕТТІК БӨЛІМ.....20
2.1 ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау.....21
2.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау.....22
2.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу.....23
2.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу.....23
2.5 Еңбекақы шығындарын есептеу.....23
3 МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....26
3.1 Үш өлшемді математикалық модельдеу негізінде қазандық қондырғысының құрылымдық және жұмыс сипаттамаларын генераторлық газ жағу үшін оңтайландыру.....26
3.1 КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ішіндегі Екісбастұз тас көмірінің жану процестерін математикалық модельдеу.....27
3.2 КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошақ мен оттық процестерін генераторлық газды жағу үшін қайта құруын математикалық модельдеу.....31
4 ӨМІР ТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ БӨЛІМІ.....37
4.1 Атмосфераға зарарлы заттектердің шығарылуын есептеу.....37
4.2 Қатты бөлшектер.....38
4.3 Күкірт оксиді SO_x.....38
4.4 Көміртегі монооксиді CO.....39
4.5 Азот оксидтері.....39
ҚОРЫТЫНДЫ.....40
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....42

КІРІСПЕ

Жұмысымның мақсаты - «Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу».

Бұл дипломдық жұмыста азот тотықтарының термохимиясын зерттеу және азот тотықтарының пайда болуын болдырмаудың негізгі бағыттары қарастырылды. Химиялық реакторларды, аэробұрқақтық және тәсілдемелік ошақтарды, жанатын өнімдердің азот тотықтарын қалпына келтірумен жүретін көмір тозаңының пиролизын, сонымен қатар беттік және ілестіргіш жылуалмастырғыштарды қолдана отырып отынды жағуға термиялық дайындауының әр түрлі қайраттәсілдемелік жылулық сүлбелері өзара салыстырылды.

Өзектілігі бойынша еңбек және қоршаған ортаны қорғау бөлімінде жұмыс орнындағы шудың қоршаған ортаға тигізетін әсері, атмосфераға тасталатын зиянды заттардың мөлшері есептелінген.

Екібастұздық ЖЭО-ның КВТК-100-150-4 қазанының ошақтық құтысының көміртозаң дайындау және оттық құрылғылардың, жабдықтардың сипаттамасы мен сүлбесі, құрылымы зерттелді. Екібастұздық ЖЭО-ның көмір жағуының мекен қорғаулық және энергия сипаттамаларының жылу тәсілдік есеп беруі, зиянды заттардың кемуі мен пайда болу әдістерінің талдауы орындалды. ЖЭО-ғы механикалық кемжану мен азот тотықтарының пайда болу себептері анықталды.

Қайта жобаланатын және жаңартылатын қазандық қондырғылардың ошақтық құбылыстары мен жылутәсілдік сүлбелерінің мекенқорғаулық таза тұжырымдамаларының алғы шарттары істеп шығарылған. Оттық құрылғылар және көмір дайындау жүйелерінің ең аз деген қайта қалпына келтіру мүмкіндігімен ЕЖЭО-дағы азот тотықтарының термохимиясының шығарындыларын едәуір төмендеуіне ұсыныстар жасалған.

1 Жылу техникалық бөлім

1.1 Ошақтық құбылыстар мен құрылғылардың мекенқорғаулық таза тұжырымдамаларының алғы шарттары. Зиянды газдардың көмірдің жану өнімдермен шығатын шығарындыларын төмендету әдістерінің талдау нәтижелері

Күкірт және азот тотықтары, канцерогенды заттар, механикалық кем-жану, тотығу, жану, пайда болу, болдырмау, қалпына келтіру, қарқындату, аэроқоспа, газбен кептіру, пиролиз, реактор, аэробұрқақты және тәсілдемелік ошақтар, инжектор, тозаң шоғырлағыш, негізгі және лақтырмалы оттықтар.

Азот тотықтарының шығарындыларының төмендеуі мен пайда болуын болдырмаудың негізгі бағыттары қарастырылды. Химиялық реакторларды, аэробұрқақтық және тәсілдемелік ошақтарды, жанатын өнімдердің азот тотықтарын қалпына келтірумен жүретін көмір тозаңының пиролизын, сонымен қа-тар беттік және ілестіргіш жылуалмастырғыштарды қолдана отырып отынды жағуға термиялық дайындауының әр түрлі энергия тәсілдемелік жылулық сүлбелері өзара салыстырылды [3].

Аралық есеп беруде орындалған мәселенің толық талдауына сүйене отырып, азот тотықтарының пайда болуын болдырмау әдістерінің ең тиімдісі ретінде отынды үш сатылы етіп жағуды ұйымдастыру 1.1-суретте көрсетілгендей болып табылады. Алайда отын бірінші кезекте FeS_2 пирит күйіп кетуінің арқасында жанады, бастапқыда күкіртті ангидрид SO_2 пайда болады. Азот тотығы SO_2 мен O_2 арасындағы тектесуді жеделдетеді

$$\begin{aligned} &2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2 \\ &NO_2 + SO_2 \leftrightarrow NO + SO_3 \end{aligned} \qquad (1.1)$$

және NO_2 химиялық белсендісі күкіртті ангидриттің уыттырақ күкірт анги-дридіне өту тектесуін жеделдетеді [4].

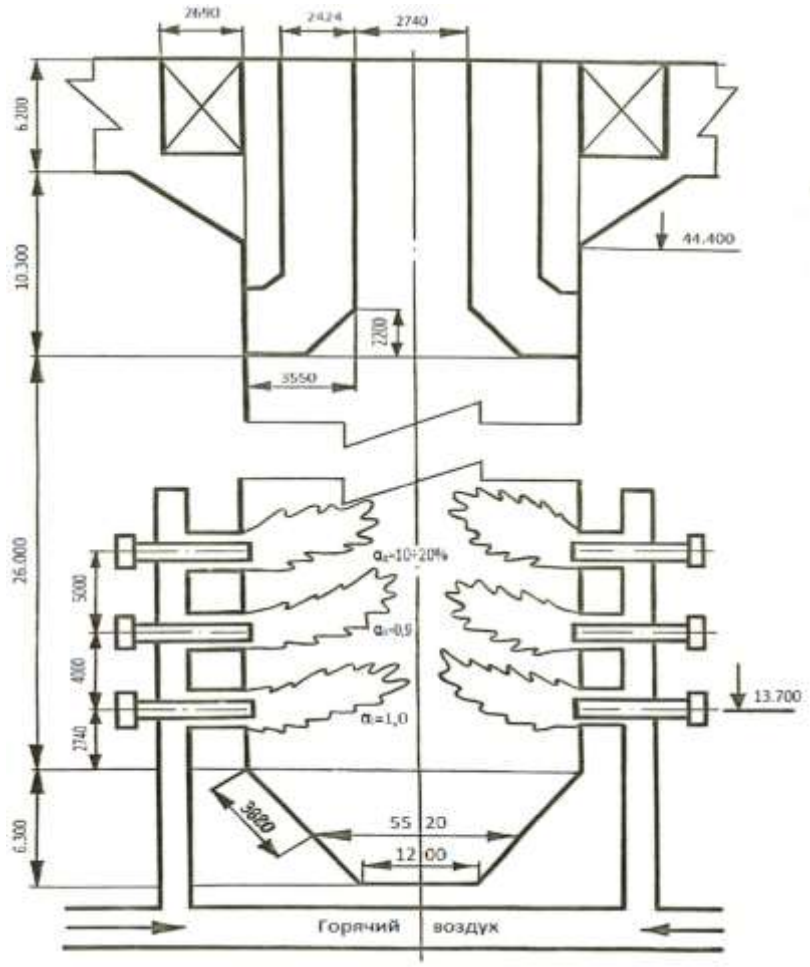
Қалпына келетін және қалпына келмейтін жасалынған ортада, жану құ-былыстарының сатылы ұйымдастыруы кезінде, азот тотығының пайда болуын болдырмау мақсатында сутек пен көміртек тотықтарының әсерінен күкірт то-тығы коррозиялы белсенді көмірсутегіне айналады. Артық ауаның жергілікті коэффициентінің азаюынан және C_2H_2 мен C_2H_4 өсуінен канцерогенді белсенді бенз(а)пирен пайда болады.

Сайып келгенде, азот тотықтарының пайда болуын болдырмау оның екіншілік нәтижелерін кешенді қарастырылғанын талап етеді (толықсыз жану салдарларымен): канцерогенді заттар мен мекенқорғаулық қауіпті CO түзілуімен, химиялық және механикалық толықсыз жану шығынының артуымен, жоғары ыстықтықты күкіртсутекті тотығумен және құтыларды қождан-дырумен.

Сондықтан айта кеткен жөн, органикалық отынның жану өнімдерімен шығатын зиянды газды шығарындылардың кемуі мекенқорғау және қор үнемдеу үшін (көшеттік әсер мен оттектің азаюына әкелетін, ол өз кезегінде

адамзат тіршілігінің өмір сүру мүмкіндігіне әсер ету көлемі бойынша АЭС-ның зиянды сәулелегіш қалдықтары және қайрат болмаудың себебінен болатын жылулық өлімдер сияқты глобальды себепшарттарға өздігінше тең келеді) өзекті тапсырма болып келеді.

Инертті ортада тозаңды қыздыру кезінде азот тотықтарының пайда болуын қарқынды болдырмау жайында қызықты дерек [5] 1.2 суреттегідей орын алды. Азот тотықтарын болдырмаудың жеткілікті тиімді шараларына негізделе отырып, ауа әкелінгенше азотты инертті затшаға пиролиз арқылы айналдырады, бұл құбылыс затшалық белсенді азоттың алдын ала қайта қиыстыруымен түсіндіріледі.



1.1 - сурет - Үш сатылы жағу

1.2 ЕЖЭО-ғы ошақтық құбылыстар мен көмір дайындауды ұйымдастырудың оңтайландыру

Сыртқы пиролизерлердің негізгі кемшіліктеріне 1.4 және 1.9-суреттен басқасы, оның үлкендігі, метал қажеттілігі, жылулық оқшаулар мен ыстыққа беріктік қолдануды қажет ететін ыстықтық кернеулігі, сонымен қатар жұмыс тәртібінің арақатыстық қамдауы мен тәсілдемелік күрделігі жатады. Бұл әсіресе химиялық реакторларды тәсілдемелік және аэробұрқақтық ошақтар-дың, плазмотрондардың қолданысына қатысты [6].

I.I пунктіде ошақтық құбылыстардың үш сатылы ұйымдастыру әдістерінің шет елдерде ерекше әйгілісінің қағидалық кемшіліктері белгіленген, МАКТ – Иосиро Такахашидің әдісін қоса [11], яғни азот тотықтарының пайда болуын заманауи талаптардың деңгейіне дейін терең болдырмауға мүмкіндік беретін алайда мәселенің кешенді шешімінсіз канцерогенді заттардың шығарындыларын төмендеуін

Сонымен қатар, көрсетілген мәселелер шешімінің бірнеше басқа мүм-кіндігі бар. Бұл мүмкіндікткке бастапқы алғы шарты, 1.2 пунктінде көрсетілгендей, секундтың жүзден бір бөлігінде көмір тозаңының пиролизі ошақтық құбылыстың өзінде болуы болады. Айтылған секундтың жүзден бір бөлігі ке-зінде жану аймағына ауаны кіргізсек, онда шамалы сол уақытта (біздің басқа тақырып 1992 жылғы 17/91 бойынша промо есеп беру) ошақтық құбылыстардың ыстықтығы кезінде, отыннан бөлінген химиялық белсенді атомдық азоттың инертті затшасының азотқа белгілі кері қиыстыруы өтеді және т.б.. Сол себептен азот тотықтарын түзетін азот (затша азотқа кері қиыстыруы үшін) пен оттегінің (фазалық жылжуы үшін) қосынды тектесуі мүлдем болмайды. Сонымен қатар көмір тозаңының пиролизін азот тотықтарының қалпына келтірумен ұйымдастырса, мысалыға

$$2NO + C \leftrightarrow CO_2 + N_2 \qquad (1.11)$$

тектесуі бойынша, бұл азот тотықтарын кеміту үшін қосымша маңызды әдіс болады. КВТК-100-150 қазанының ошақтық құтысында жасалатын, азот тотықтарын қайта қалпына келтіру үшін керекті көміртектің шығыны, (2.10) тектесуіне және 1.2 мәліметтеріне сәйкес отын шығынынан 0,2 ғана құрайтынын байқаймыз. Бұл сонда, мінсіз араластыру шарттары үшін кептіргіш газбен лықсыма оттықтарға түсетін көмір тозаңының жеткілікті екендігін білдіреді. Айта кеткен жөн, көрсетілген әдістің дербес тәжірибелік расталуы тіптен ең аз шы-ғындармен болатын таза мекенқорғаулық ошақтық құбылыстар үшін маңызды тәжірибелік мәнге ие болады.

Баяндалған құбылыстардың фазалық жылжу әдісі (ФСП әдісі) жасап тұрған және жобаланатын жаңа ошақтық құрылғыларды жаңарту кезінде нақтылы шарттардың есебімен тәжірибеде әр түрлі тәсілдермен іске асырылады. Оны орындауға арналған құрылғы мен мысалы 1.1 -суретте көрсетілген. Ыстық түтін газдары 1 жоғарғы бөлімнің ошақтық құтысынан 2

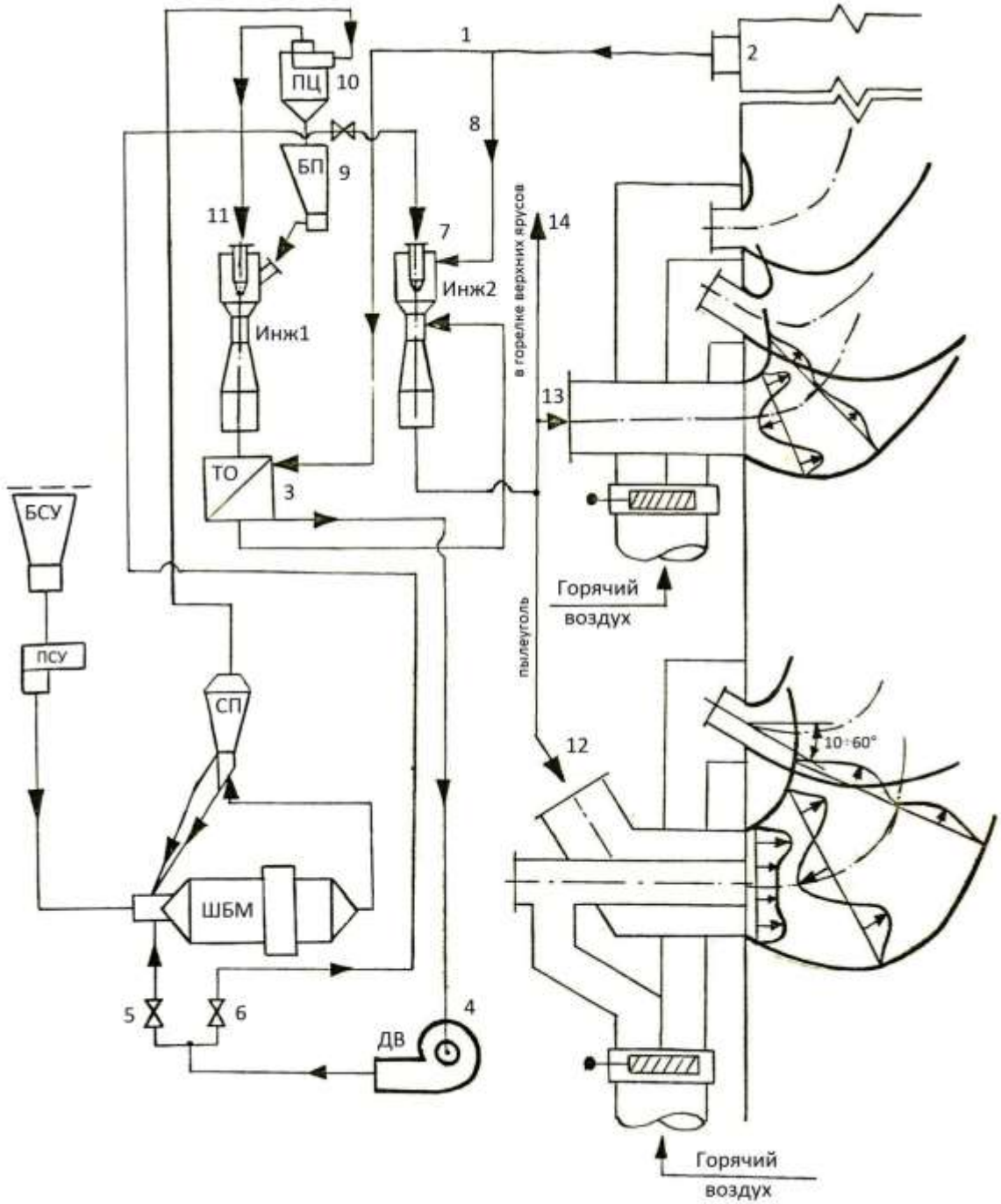
жылуалмастырғыш арқылы сорылады 3, мұнда ол бірінші сатыдағы көмір тозаңының пиролизіне жылу беріп, үрлегіш желдеткіштің жұмысы үшін қолайлы деңгейге дейін салқындатылады 4. Ары қарай түтін газдары газды кептіруге 5 және екінші инжектордың 7 жұмыстық денесіне 6 бөлінеді, мұнда ыстық түтін газдарының 8 арқасында көмір тозаң пиролизінің екінші сатысы болады. Көмір тозаңы кептіріліп, ШБИ-ден тозаң шанағына тасымалданады 9. Кептіргіш газ көмір тозаңынан құйынғыда 10 бөлініп және жұмстық дене ретінде бірінші инжекторға түседі 11. Көмір тозаңы тозаң шанағынан 9 жылуалмастырғыш 3 арқылы екінші инжекторға тасымалданады [7-11].

7 және 11 инжекторларда және жылуалмастырғышта 3 отынның пиролизімен қатар түтін газдарындағы азот тотықтарының көміртек қос тотығына дейін және (2.10) тектесуі бойынша азот затшасына дейін қайта қалпына келуі болады. Осы көрсетілгендер азот тотықтарының шығарындыларын төмендетуге жағдай жасайды, себебі сол кезде қолданылған түтін газдарының шығындарының ошақтық құтыдағы ортақ мөлшері 20÷30 аралығына дейін жетеді.

Термиялық қайта өңделген отын екінші инжектордан 7 оттық қондырғыларға 12, 13 келіп түседі. Оттық қондырғылар ФСП әдісін ұйымдастырудың мүмкіндігінің есебінен жұмыс жасайды.

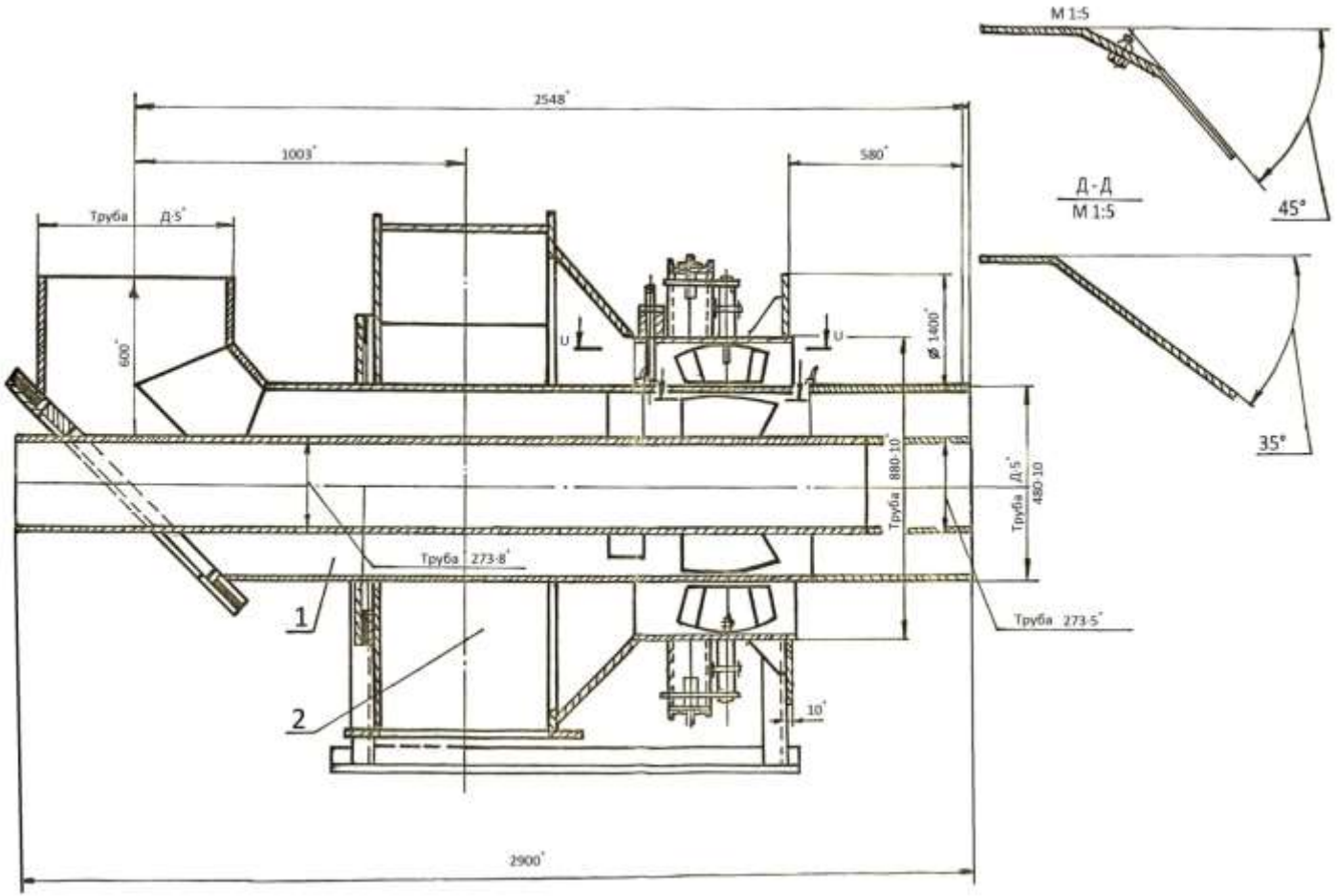
Азот тотықтарының пайда болуын болдырмау мен шығарындыларын төмендетуде ФСП әдісін ескере отырып, КВТК-100-150 қазандарында істеп тұрған оттық қондырғыларды сақтау шарттары бойынша ошақтық құбылыстарды келесі түрде ұйымдастыруға болады.

Ысыған көмір тозаңын тасымалдайтын ыстық түтін газдарының 4 қоспасымен бірге біріншілік арна бойынша 2 сурет беріледі. Тұтану құбылысын және жанудың орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатында қосым ретінде мұнда құбыр арқылы 1 жарым-жартылай біріншілік ауа 1.1- суретте көрсетілгендей берілуі мүмкін. Азот тотықтарының пайда болуы ең аз болу үшін қосымның мөлшері төмен болуы керек. Сонымен қатар ауа мен түтін газдарының қосынды шығындары 10 нм^3/м кемдеу болмауы керек. Біріншілік ауаның қалған бөлігі екіншілік ауаға қосылып, екіншілік 2 арна бойынша 1.2- суретті қараңыз және бұрынғы ауа құбыры 2 бойынша 1.3 және 1.4 -суретті қараңыз және лықсыма оттыққа ауа құбыры 3 бойынша 1.3- суретте көрсетілгендей оттық қондырғыларына келіп түседі. Біріншілік ауа екіншілік ауаның ыстықтығына дейін қызады. Ауа 350°С ыстықтықтан жоғары ыстықтыққа дейін қызуы мүмкін, себебі ФСП әдісінде әдеттегі жарылу қаупі төнбейді. Көмір тозаңын тозаң шанағына тасымалдаған соң лықсыма оттықтарға кептіргіш түтін газдары тасталады. Көмір жануының және жағуының, механикалық кемжануының, газ ыстықтықтарының, көмір тозаңын тасымалдаудың және түтін газдарының кептіруге кеткен шығынының бақылау есептерін [12-16, 25] бойынша орындауға болады. Лықсыма оттықтардың есебі мен қайта құрылмасы кері қайтарудың қалыптық есептеу әдісі [25] бойынша орындалуы мүмкін.

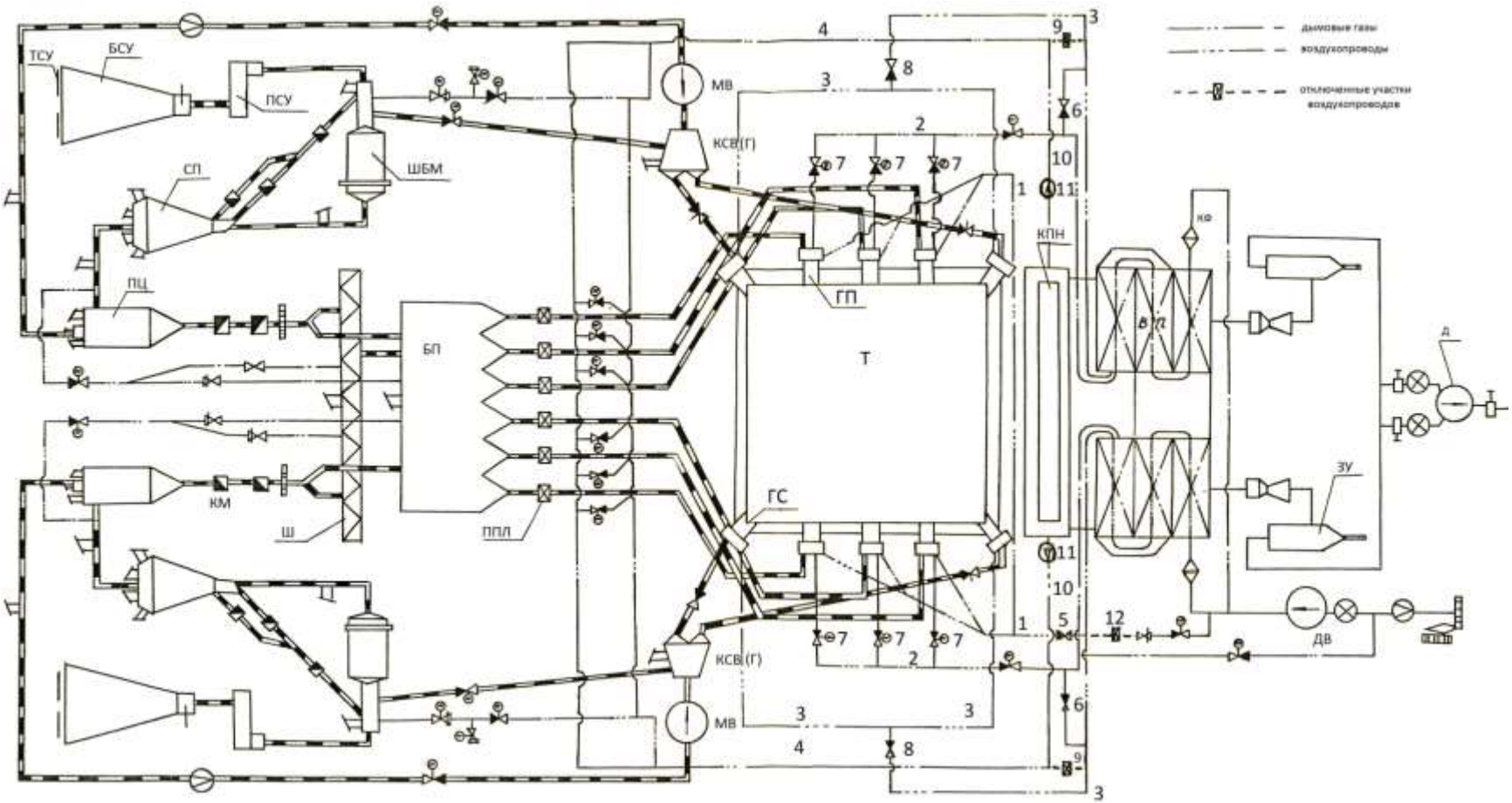


1,8-ыстық түтін газдары; 2-ошақтың үстіңгі бөлігі; 3-жылуалмастырғыш пиролизер; 4-үрлемелі үрлегіш; 5-кептірілетін газдың шығынын реттегіш; 6-2-ші инжектордың жұмыстық газ шығынын реттегіш; 7,11-инжекторлар; 9-тозаң шанағы; 10-құйынғы; 12,13-оттық құрылғылар.

1.12 - сурет - Көмір тозаңды отынды жағудың әдісі мен оны орындауға арналған құрылғы



1.13 – сурет - КВТК-100-150-4 қазанының көміртозаңды құйынды оттығы



1-біріншілік қосым ауа; 2-екіншілік ауа; 3-үшіншілік ауа; 4-кептіретін газдар; 5,6(7),8-біріншілік, екіншілік, үшіншілік ауаның шығысы; 9,12-сөндірілген ауа өткізгіштердің ендері; 10- кептіретін газдың қосымша құбыры; 11-кептіретін газдың үрлемелі үрлегіші.

1.14 – сурет - КВТК-100-150-4 қазанының газтозаң ауа өткізгіштерінің ұсынылатын сүлбесі

Азот тотықтарының шығарындыларын төмендету мен болдырмауында ФСП әдісін ескере отырып ұсынылған ЕЖЭС-ның КВТК-100-150 қазандарындағы ошақтық құбылыстарды ұйымдастыру үшін істеп тұрған газтозаң құ-бырының сүлбесіне келесі өзгерістерді енгізу керек ,1.13- суретті қараңыз, 1.14 - сурет салыстыру үшін берілген.

Кептіру мен тасымалдау ауамен өтеді, ал ыстық түтін газдарымен ағындық газ арналарынан алынады, шамалы 400°С ыстықтықта өтеді.

Біріншілік ауадан қалған құбыр бөлігі, қыздырғыштан шиберге 9 дейінгі аралығын келесілердің көмегімен жалғаймыз :

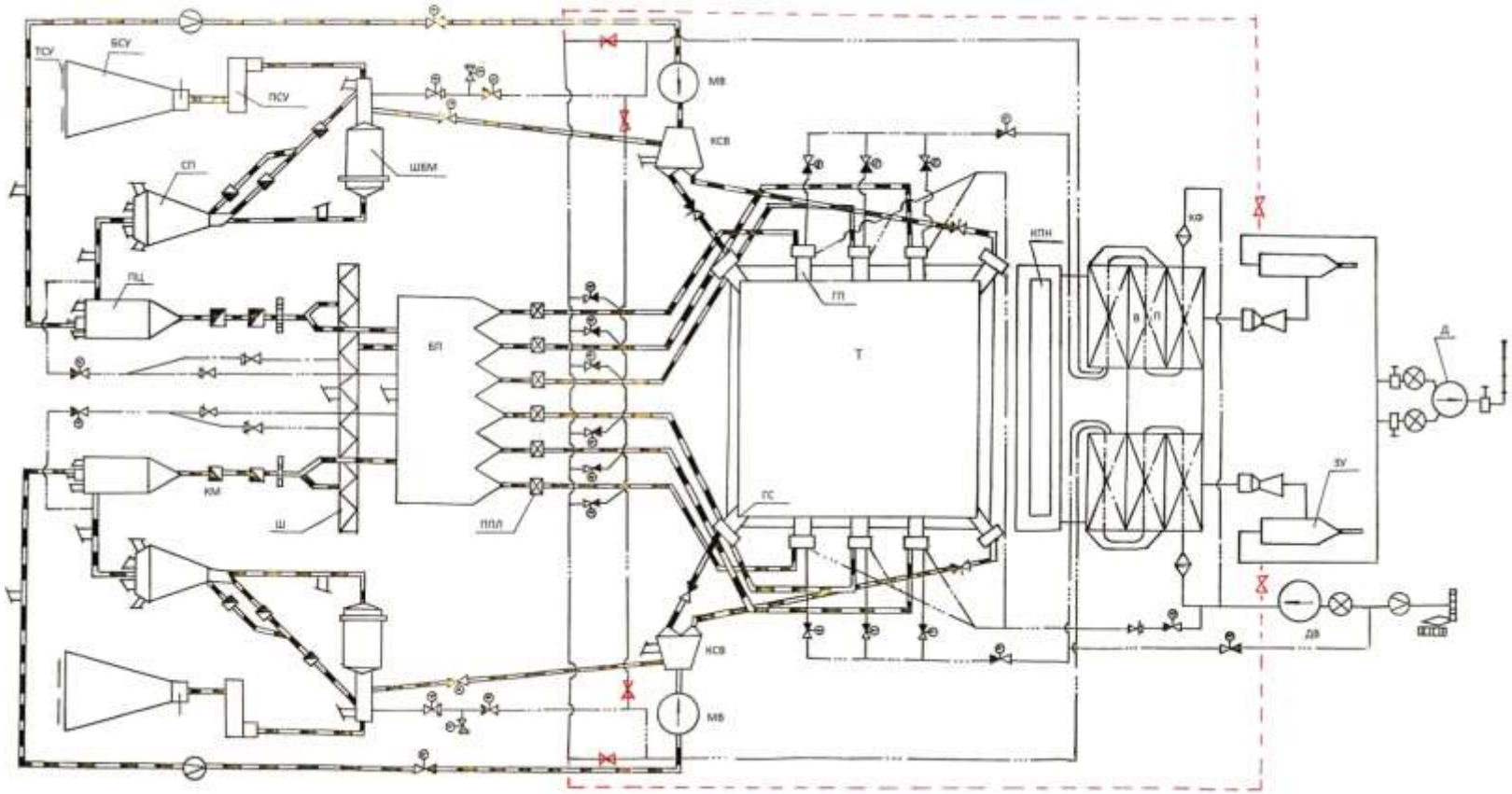
а) шығын реттегіш 8 және жағып біту құбылыстарын ұйымдастыруға арналған лықсыма оттықтары бар құбыр 3 ;

б) екіншілік ауаның құбырлы 2 шығын реттегіші 6 ;

в) ауа жылытқыштан ажыратылатын біріншілік ауаның құбырлы қосым шығын реттегіші 5.

Екіншілік ауаның бұрауы еселенеді [15-17].

Ауа құбырының осындай қиын емес қайта құралуында және ауалық кептіргіш агентті газдыға ауыстырғанда оттық құрылғылар құрылмалы өзгеріссіз қалады. Олардың жұмысының тұрақты тәртібі біріншілік арнадағы (25 м/с кем емес [18]) газдық қоспаның және бұрынғы деңгейде екіншілік арнадағы (15 м/с кем емес [18]) ауаның ағу жылдамдықтарын сақтау арқылы қамтамасыз етіледі. Азот тотықтарының шығарындыларының деңгейі мен жану құбылысы біріншілік және екіншілік ауаны бұру мен қосымдық біріншілік 1.13-суреттегі 5 реттегіште көрсетілгендей ауаның шығынын өзгертудің көмегімен реттеліп отырады.



1.15 – сурет - КВТК-100-150-4 қазанының істеп тұрған газтозаң өткізгіштерінің сүлбесі

1.1 – кесте- КВТК-100-150-4 қазанының газтозаң ауа өткізгіштерінің сүлбесіне талдау

Поз.	Белгіленуі	Аталуы	Саны	Ескерту
	БСУ	Шикі көмір шанағы (бункер сырого угля)	2	
	ТСУ	Шикі көмір тасымалы (транспорт сырого угля)	2	
	ШБМ	Шарлы дағыралы диірмен (шаровая барабанная мельница)	2	
	ПСУ	Шикі көмір бергіш (питатель сырого угля)	2	
	СП	Тозаң айырғыш (сеператор пыли)	2	
	ПЦ	Тозаңды құйын (пылевой циклон)	2	
	КМ	Жыпылықтағыш қақпақша (клапан мигалка)	10	
	Ш	Шнек	1	
	БП	Тозаң шанағы (бункер пыли)	1	
	ППЛ	Қалақшалы тозаң бергіш (пылепитатель лопастной)	6	
	МВ	Диірменді желдеткіш (мельничный вентилятор)	2	
	ГС	Тастанды оттық (горелка сбросная)	4	
	ГП	Тозаңды оттық (пылевая горелка)	6	
	Т	Ошақ (топка)	1	
	КПН	Беттік-ағындық қыздырғыш	1	
	ВП	Ауа қыздырғыш (воздухоподогреватель)	1	
	КФ	Ауа жылытқыш (калорифер)	2	
	ЗУ	Күл ұстағыш (золоулавитель)	2	
	Д	Түтін сорғыш (дымосос)	1	
	КСВ	Тасталатын ауа қорабшасы (короб сбросного воздуха)	2	
	ДВ	Үрлегіш желдеткіш (дутьевой вентилятор)	1	

1.3 Отын пиролизінің және оның өнімдерін жағудың үнемиеттік тиімділігі

Өзінің бет үлкендігінің (200-ден 2000 м^2/кг) арқасында ауа сіңіріліп жеңіл ағатын ғана болмайды, ол жарылыс қаупі бар болады (әсіресе өте жоғары ыстықтықтарда). Сондықтан пиролиз кезінде жарылу қауіпіздігінің шараларын қолдану қажет. Бұған газды кептіруді жүргізу және пиролиз бен көмір тозаңын тасымалдағанда жеткілікті қымтау сияқты жағдайлар жасау керек.

Отынның пиролизі кезінде аралық шанағы бар тозаң жүйесі тікелей ауа жіберу жүйесінен гөрі артығырақ. Айрықша шарлы дағыралы диірменді қолданатын аралық шанағы бар көмір тозаң дайындау жүйесі отын жағу тәсілдемесін жетілдіру бойынша үлкен мүмкіндіктерге ие. Отынның пиролизі ке-зінде оттыққа тозаң беру үшін қолданылатын түтін газды аралық шанақтағы тозаң араластырғыш жылуалмастырғышқа ауыстырылуы мүмкін және жұмыс істеп шыққан ыстық газдың бөлігі отын кептіруге қолданылады.

Отын жағуға берілетін қызған ауа жалын мен жану құбылыстарын тұрақтандыруды қарқындатады, жағудың шарттарын жақсартады және химия-лық пен механикалық кем жануы бар жылу шығындарын азайтады, әдетте ауа ыстықтығын арттыру отындық және ауалық азот тотықтарынының пайда болуына алып келеді. Пиролиз кезінде азот отыны көбінесе затша азотқа кері қиыстырылған болады, сол себептен 1800 К ыстықтықтан аз ауалық тотық-тардың пайда болуы салыстырмалы қарқынды. Сондықтанда ауаның барлығы екіншілік ауаның әдеттегі ыстықтығынан жоғары ыстықтыққа дейін қыза ала-ды да оттық құрылғыға бір ағынмен әкелінеді. Жануды қарқындатуда және азот пен күкірт тотықтарының пайда болуын болдырмау тәсілдемелік құбы-лыстарының түсінігінде пиролиз кезінде ауа бөлек ағындарға бөлінуі мүмкін. Белгілі болғандай [26 және т.б.] жоғары шоғырлы көмір тозаңын жаққанда азот тотықтарының пайда болуын болдырмауы жүреді және жану құбылысын қарқындату мен отынның механикалық кем жанумен жылу шығынының төмендеуі болады. Пиролиздің өнімдерін жағу олардың күшеюімен және қосымша келесі оң әсерлермен жүреді.

Ауаның қажыры түтін газдарымен ауа қыздырғышқа газ жолымен қайта оралады, осы арқылы қыздыратын ауаға жылу беру өтеледі және ауа қыздыр-ғыштан кейін газдардың ыстықтығының өзгеруі болмайды [19-25].

Ауаны жоғары қыздыру есебінен жану ыстықтығының жоғарылауы қа-былданатын сәулелік беттік қыздыру жылуының үлесін көбейтеді. Сондай-ақ, сулы үнемдегіштен кейін газдың ыстықтығы мен қажыры артады. Бұл қорек-тік судың жаңғыртулық қыздыру ыстықтығын жоғарылатуға мүмкіндік береді, яғни ЖЭС-ның ПӘЕ-н. Шектегі сәулелік жылу берудің үлесін арттыру қазандық және әдіптік шоқтарын жояды, сонымен қатар сулы үнемдегіштің қызу бетін азайтады [26-27].

Үнемдегіштің шығарындағы газдың ыстықтығының жоғарылауы оның төмен ыстықтықтағы коррозиясын азайтады. Кешенді қайрат тәсілдемелік өңдеу [23] қатты отынды қолданудың химиялық мүмкіндігінің тиімділігін жо-ғарылатып қана қоймайды, сондай-ақ жасанды сұйық отын, синтезгаз алуға мүмкіндік береді, айтып өткендей қайратияттағы зиянды шығарындылардан қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз ете алады. Сондықтан электр стан-саның мүмкін болатын ауысымға ауыстырудың мекенқорғаулық тиімділігін анықтау маңызды дербес тапсырма болып көрсетіледі, әсіресе қайрат тәсіл-демелік комбинаттарда көмірден өзінің қайрат тәсілдемелік өңдеген өнім-деріне ауыстыру. Теориялық есептеулер мен өндірістік сынақтардың көр-сетуінше ЖЭО-ның қазандарын қайрат тәсілдемелік өнімдерге ауыстыру, мы-

салыға канск-ачинск көмірлерін азот тотықтарының шығарындыларын 2÷3 есе, ал күкірт тотықтарының шығарындыларын 1,5÷2 есе кемітеді [28].

Үнемиеттік әсер коммуналдық шаруашылыққа, ауылдық және орман шаруашылығына, денсаулық сақтауға әкелінген жергілікті зиянын алдын ал-уға кеткен өтеулердің қосындысы ретінде қарастырылды. ПӘЕ үлесі реңктік шоғырлануда : 0,1, 3,5 қалалық ЖЭО-н қайрат тәсілдемелік өнімдерге ауыс-тыру нәтижесінде атмосфералық ластаудың томендеу нәтижесінен үнемиеттік әсердің шамасы 1986 жылы 140, 330, 740 және 1060 мың.руб құрады.

2 Тәсілдік-үнемиеттік бөлім

Жұмыстың мақсаты энергетикалық саланың экономикасында теориялық білімдерді электр және жылу энергиясының белгілі бір өндіру көлеміндегі шарттары бойынша олардың өзіндік құндарын практикалық және инженерлік-экономикалық есептеу жолы арқылы нығайту болып табылады.

2.1- кесте- Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Жылдық өндіретін электр энергия	Эөнд	млн.кВтсағ	4000
жылдық өндіретін жылу энергия	Qөнд	тыс.Гкал	2830
жану жылу өнімділігі	Qб	ккал/м^3	5200
отын бағасы	Бот	тг/тот	1800
отынға дейінгі арақашықтық	R	км	0
қондырғының максималды жұмыс істеу уақыты	$T_м$	сағ.	5900
шартты отын шығыны кВтсағ	$b_э$	ш.о.г/кВтч	200
шартты отын шығыны Гкал	$b_т$	кгут/Гкал	190
отынды тасымалдау құны		тг/т км	0,8
газ тығыздығы	ρ	кг/м^3	0,83
негізгі еңбекақының шамасы 1қыз	Шнеа	тыс.тг	696,7
қосымша еңбекақының шамасы 1қыз	Шқеа	тыс.тг	104,5
еңбек ақыдан алын. төл. әлеум. салық 1қыз	Шееа	тыс.тг	172,3

Қазақстан электр стансаларының техникалық ахуалын талдау олардың негізгі қорларының 50-60%-ы тозып, өзінің қызмет ету мерзімін әлде қашан өтеп болғанын көрсетеді. Кейбір стансаларда қазіргі уақытқа дейін 40 жыл-дардағы, көбінесе Германияда жасалған жабдықтар жұмыс істеуде. Кеңес үкіметі тарағаннан кейін барлық ТМД елдерінің экономикалық даму деңгейі екі есеге төмендегені белгілі, соған сәйкес электр энергиясын өндіру мен тұтыну да төмендеді. Соңғы жылдарда Қазақстан экономикасының тұрақты өсуі бай-қалып келеді, бұл энергияны тұтынуды өсірді. Энергетиканың нарықтық қатынастарға өтуі ұлттық-шаруашылық салаларының үйлесімсіз өсуі, тұтынылған энергияға төленбеген қалдық қарыздар және энергетикалық жабдықтардың тозуы бір жағынан жаңа қазіргі заманғы электр стансаларды салуды қажет ететін болса, ал екінші жағынан стансаларға тұрақты қаржыландыруға мүмкіндік бермейді. Әлемдік тәжірибеде мұндай экономикалық жағдайларда (тіпті оданда күшті) ірі энергетикалық нысандарды (стансалар, электр желілері) салу мемлекеттің қолдауымен, демек бюджеттік қаражат есебінен жүргізіледі. Еске сала кететіні, мемлекеттік қаржыландыру үлесі 60-80%-ға жетуі мүмкін. Бұл мемлекеттің стратегиялық нысандарды басқаруды сақтап қалуына мүкіндік береді. Қаражаттың қалған бөлігі акционерлік қоғам құру жолымен банктерден жеңілдетілген мемлекеттік несиелер алынады. Ірі энергетикалық нысандарды

қаржыландырудың бұл стратегиясы өте үлкен капиталдық салымдарға, жұм-салған қаржылардың қайтарылуының ұзақ мерзіміне байланысты болады және ол ұлттық экономиканың бастапқы даму кезінде энергетиканың қалыпты жұ-мыс істеуінің өзіндік ерекшеліктерінің бірі болып табылады.

Есептеу үшін бастапқы берілгендер ретінде электр және жылу энергияларының жылдық өндіру көлемдері және 1 кВт·сағ электр энергиясы мен 1 Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығысы, отын түрі, оның жылу шығару қабілеті (ккал/кг көмір үшін және теңге/м^3 газ үшін), отынның бағасы (теңге/т.о.т. көмір үшін және теңге/м^3 газ үшін), қатты отынның шығарылу көзінен стансаға дейінгі тасымалданатын ара қашықтығы беріледі. ЖЭО-да жағылатын көмір Екібастұз қаласының «Екібазтұз» көмірі.

Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 0,8 теңге/т-км. Есептеулерде газдың тығыздығын 0,83 кг/м^3 деп қабылдайды.Бір кВт·сағ өндіруге жұмсалатын отынның меншікті шығысын 190-210 ш.о.г/кВт·сағ көлемінде деп қабылдайды; ал бір Гкал жылу энергиясына жұм-салған отынның меншікті шығысы - 170-180 ш.о.кг/Гкал.Газбен жұмыс істейтін ЖЭО үшін штаттық еселеуішті қатты отында жұмыс істейтін ЖЭО-мен салыстырғанда 15-20% -ға төмендету қажет.

Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 0,8-1,0 теңге/т-км. Есеп-теулерде газдың тығыздығын 0,83 кг/м^3 деп қабылдайды.

Жұмысты орындағанда:

-ЖЭО салуға және жылу стансасын пайдаланғандағы жұмсалатын қо-сынды шығындарды есептеу;

-электр және жылу энергиясын өндірудің өзіндік құнын есептеу;

-NPV, IRR, PP көрсеткіштерін есептеу және ЖЭО-ын пайдалануға лайық екендігі жөнінде қорытынды жасау керек.

Жұмыста міндетті түрде есептер жазылып түсіндірілуі керек және өлшем бірліктері көрсетілген кейіптемелермен компьютерде орындау керек.

2.1 ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

Электр стансасының жұмысы кезінде өндірілетін энергияның бір бөлігі стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалады. Электр энергиясының бұл шығысы қондырғының типіне және оның бірлік қуатына, қолданатын отын түріне, не-гізгі және көмекші қондырғылардың техникалық жетілу дәрежелеріне және стансада техника мен қаржы саясатын дұрыс жүргізуге байланысты болады. Стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалатын электр энергиясының шығысы - 6 дан 16%-ға дейін.Есептерде өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр энергиясының шығынын - 7- 9% ($Э_{ө.м.}$), ал жылу энергиясына - 0,5- 1% ($Q_{ө.м}$) деп қабылдау керек.Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады:

$$Э_{жіб} = Э_{өнд} * (1 - Э_{ө.М}) = 4000 * (1 - 0{,}07) = 3720 млнВт \text{ сағ}, \quad (2.1)$$

$$Q_{жіб} = Q_{өнд} * (1 - Q_{ө.М}) = 2830 * (1 - 0{,}005) = 2816 мынГкал.. \quad (2.2)$$

мұнда, жіберілетін энергиядан өндірілетін электр және жылу энергиясына жұмсалатын меншікті отын шығындарына түзету жүргізу керек, яғни отын өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын шығынын ескеру керек. Оның мәні $b_{мен}$ төмендегідей анықталады:

$$b_э = 200 шог / кВт \text{ сағ}, \quad (2.3)$$

$$b_э = 190 шогкг / Гкал.. \quad (2.4)$$

2.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны:

Вэ = Эо * $b_э$ =3720*200/1000=744 мың ш.о.т,

Вж = Qо * $b_ж$ =2816*190/1000=535,01 мың ш.о.т.

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны:

Вш = Вэ + Вж=744+535,01=1279,01 мың ш.о.т. (2.5)

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады:

$В_т = В_ш * К_а$=1279,01*0,87=950,12 мың т.о.т. (2.6)

$К_а$- шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 2.1-кестеде көрсетілген).

Қатты отынның бір т.о.тоннасын тасымалдауға жұмсалатын шығындар

$Б_{тасым}$ = R * 0,9=0*0,9=0 теңге/т.о.т. (2.7)

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$Ш_{отын}= В_т(Б_{отын}+ Б_{тасым})$=950,12*(1800 + 0)/1000=1710,721, млн. теңге.

2.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

ПӘЕ-і бірге тең құрылғыда 1 кВт·сағ электр энергиясын алуға 123 ш.о.г, ал 1 Гкал жылу энергиясына - 143 ш.о.кг қажет екені белгілі. Өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр және жылу энергиясының шығындарын ескергендегі отынды пайдалы пайдалану еселеуіші:

$$ПӘЕэ = 123 : b_э * 100=123/200*100=61,5\ \%, \quad (2.8)$$

$$ПӘЕж = 143 : b_ж *100=143/190*100=75,3\ \%. \quad (2.9)$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$ПдК = \frac{0,86*Э_{жіб} + Q_{жіб}}{7B}*100\% = \frac{(0,86*3720+2816)*100}{(7*1279,01)} = 67,2\%, \quad (2.10)$$

мұндағы: 0,86 – электр энергиясын жылуға аудару еселеуіші;
7 – шартты отынның жылу шығару қабілеттілігі, 7000 ккал/кг.

2.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

ЖЭО-да су шығыр шықтандырғыштарында буды салқындатуға, жылумен қамдау жүйелерін толықтыруға, генераторлар мен трансформаторлардың салқындатылуына, күлді тазалауға және т.б. шығындалады. Стансалардың сумен қамдау жүйесіне (тікелей, айналмалы) сәйкесті су шығындарының шамалары да әртүрлі болады. Мысал ретінде Қазақстандағы стансалардың біріндегі суға кететін шығынның көлемі 0,13-0,15 теңге/ кВт·сағ аралығында екен. Күрделі есептер үшін сумен қамдаудағы шығындар келесідегідей табылады:

$$Ш_с=Э_{жіб}\ (0,13 - 0,15),\ млн.теңге,$$

$$Ш_с^{=}\ Э_с*(0,15) =4000*0,15=600\ млн.теңге. \quad (2.11)$$

2.5 Еңбекақы шығындарын есептеу

Өндірісте және қызмет көрсететін ЖЭО-ының өнеркәсіптік-өндірістік персоналға (ӨӨП) жұмсалатын еңбекақыларды анықтау үшін оның санын білу қажет. ӨӨП-лар - пайдалану, жөндеу және әкімшілік-басқару деп жіктеледі. Олардың саны негізінен негізгі энергетикалық қондырғының қуаты мен санына, қолданатын отын түріне, жөндеу жүргізу тәсілдеріне тәуелді болады [29].

ӨӨП санын электр стансасында 1 МВт орнатылған электр қуатына қанша адам саны кететінін көрсететін штаттық еселеуіш арқылы анықтауға болады. Стансаның орнатылған электр қуатын осы қуатты пайдаланудың максималды сағат саны және электр энергиясын жылдық өндіру шамасы арқылы анықтауға болады, яғни

$$N_{орн} = \frac{Э_{өнд}}{T_M}, МВ, \qquad (2.12)$$

$$N_{орн} = \frac{Э_{өнд}}{T_M} = 457 МВт.$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны $Т_м$-ді есепте 5900 сағат деп аламыз. ЖЭО жылу энергиясын - жалпы тұрғын үй және қоғамдық құрылыс аймағын жылуландыру және ыстық сумен қамтамасыз етуге жібереді.

Қазақстанның кейбір стансаларындағы жұмысшылардың саны туралы әдеби және іс-жүзіндегі мәліметтер бойынша штаттық еселеуіштің орташа мәндерін алуға болады ($К_ш$): орнатылған қуаты 500 МВт-тан жоғары ЖЭО үшін - 1,3 -1,5 адам/МВт, қуаты 500 МВт-тан аз болса - 16 - 1,8 адам / МВт. Тапсырмада көрсетілгендей ЖЭО табиғи газбен жұмыс істегенде $К_ш$ шамасы 15 - 20 % - ға төмендейді.

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады:

$$ҚС = К_ш * N_{орн}, адам, \qquad (2.13)$$

$$ҚС = К_ш * К_{орн} = 457*1,8=823 адам.$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

-негізгі еңбекақы ($Ш_{неа}$), оған энергияны өндірудің технологиялық үрдісте айналысатын жұмысшылардың еңбекақысы кіреді, сонымен қатар жұмыс істелген уақытпен байланысты (тарифтік мөлшерлемелер және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қорынан алынатын жұмысшылардың сыйақылары, мерекелік күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша төлемдер және т.б.) ақылар да кіреді.

-қосымша еңбекақыға ($Ш_{кеа}$) жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстарға және мемлекеттік міндеттерді орындауға байланысты төлемдер және т.б.) төлемдер кіреді.

-еңбекақыдан алынатын төлемдерге ($Ш_{еаа}$) әлеуметтік салықтар және зейнеткерлік қорға түсетін аударылымдар кіреді.

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең:

$$Ш_{еа} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{еса}, млн.теңге, \qquad (2.14)$$

$$Ш_{еа} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{еса} = 696,7 + 104,5 + 172,3 = 973,52 \text{ млн.теңге.}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы $Ш_{еаа}$ бір қызметкерге 700 мың теңге деп қабылданады. $Ш_{кеа}$ шамасы $Ш_{неа}$ шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады. Еңбекақыдан алынатын аударылымдар $Ш_{еаа}$ (әлеуметтік са-лық және зейнеткерлік қорға аударымдар) $Ш_{неа}$ және $И_{кеа}$ қосындысының 11% мөлшеріне тең деп қабылданады [30-31].

3 Математикалық модельдеу

3.1 Үш өлшемді математикалық модельдеу негізінде қазандық қондырғысының құрылымдық және жұмыс сипаттамаларын генераторлық газ жағу үшін оңтайландыр

Су жылытқыш қазандықтардың энергетикалық және экологиялық көрсеткіштерін жақсарту бойынша техникалық ұсыныстар әзірлеу үшін азот оксидтерін басуға бағытталған құрылымдық және орналасу және режимдік шараларды әзірлеу қажет. Ең тиімді техникалық шешімдерді растау үшін әдетте алдын-ала жобалық зерттеулер жүргізіледі, соның ішінде: қазандық қондырғысының термиялық есебі, отын дайындау жүйесін есептеу, су жолының гидравликалық есебі, қазандықтың аэродинамикалық есебі, жану кезіндегі зиянды компоненттердің есебі. Алайда қолданыстағы нормативті есептеу әдістері көп жағдайда дұрыс және дәл нәтиже бере алмайды, сондықтан тиімді технологияларды анықтау үшін үш өлшемді математикалық модельдеу әдістерін қолдану қажет. Қазіргі уақытта ANSYS Fluent бағдарламалық өнімі ошақтағы және қазандық қондырғысының газ жанарғыларында болатын физикалық процестерді сипаттауға мүмкіндік беретін баламалы инженерлік құрал ретінде кең қолданылуда.

КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығың жалпы сипаттамасы

3.1-кесте- КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығының техникалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің аты	Сандық мәні
Жылулық қуаты, Гкал/сағ	100
Қазандықтың кірісіндегі су температурасы негізгі/шыңдық (пиковый) режимі, ◦С	70/100
Қазандық шығысындағы судың температурасы, ◦С	150
Жұмыс қысымы, т/сағ	24
Судың циркуляциясы негізгі/шыңдық (пиковый) режимі, т/сағ	1236/2460
Отын шығысы (есептеулік),т/сағ	17,8
Бағандар осінің бойымен ені, мм	12300
Бағандар осі бойымен тереңдігі,мм	18000
Биіктігі,мм	29680

КВ-ТК-100-150 су жылытқыш қазандығының қуаты 100 Гкал/сағ, ұнтақталған тас және қоңыр көмірде жұмыс істейді. Қазандық өндірістік және тұрғын үй объектілерін ыстық сумен қамтамасыз етуге арналған. КВТК-100-150 типтегі қазандықтар негізгі режимде (өндірістік және өндірістік жылыту қазандықтарында орнатылған кезде) және кейбір жағдайларда шыңдық (пиковый) режимінде жұмыс істеуге арналған (ЖЭО-да шыңдық жылулық

жүктемесін жабу үшін орнатылған кезде) жұмыс істейді. Қазандық бір корпусты, U тәрізді. Қазандықтың негізгі техникалық көрсеткіштері 1 кестеде келтірілген. Қазандықтың схемасы 1 суретте келтірілген

Физикалық модельдің сипаттамасы

Барлық жану процестері, атап айтқанда аэродинамика, химиялық реакция, жану, жылу және масса алмасу және азот оксидтерінің түзілу процестерін модельдеу ANSYS Fluent кешенінде өзара байланысты деп саналады. Оттықтағы газ ағыны келесі компоненттер тізімінен ұсынылады деп шартталған: көмірқышқыл газы CO_2, молекулалық азот N_2, су буы H_2O, оттегі O_2. Ағынның турбуленттік сипаттамаларын сипаттау модификацияланған k-e стандартты турбуленттік моделімен жүзеге асырылады [1].

Бұл жұмыста көмір шаңының және генераторлық газдың жануын имитациялау үшін жанудың негізгі кезеңдерін ескеретін модель қабылданды, атап айтқанда: ылғалдың булануы, қыздыру, тұтану, ұшпа заттардың жануы және кокс қалдықтарының күйіп кетуі. Жану камерасында көмір бөлшегі жылу сәулеленуіне байланысты термиялық өңдеуден өтеді. Есептеуде қатты отын ретінде Екісбастұз тас көмірінің 1 күлділікті құрамы алынған [2]. Отынның құрамы 3.2 кестеде келтірілген

3.2 – кесте- Екібастұз көмірінің элементарлық құрамы

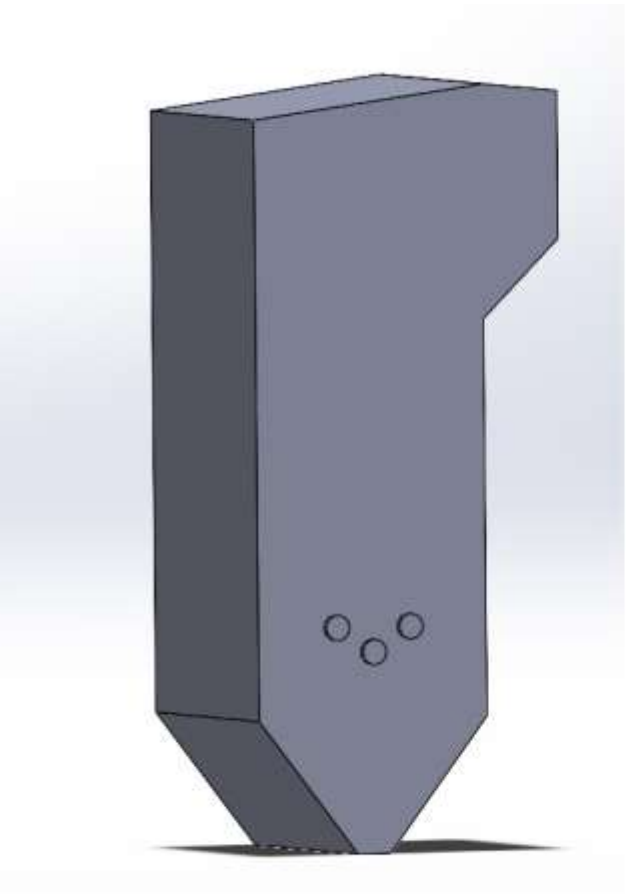
Параметр	Беліленуі, өлшем бірлігі	Мәні
Көміртек	C, %	44,8
Сутек	H, %	3,0
Азот	N, %	0,8
Күкірт	S, %	0,7
Оттегі	O, %	7,3
Ылғалдылық	W, %	6,5
Күлділік	A, %	36,9
Төменгі жану жылуы	$Q_н^р$, кДж/кг	32388

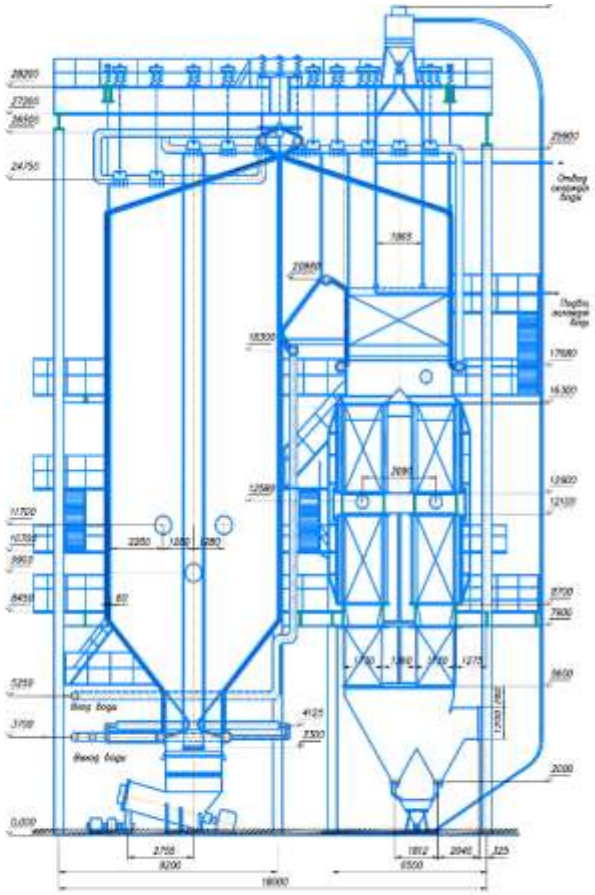
3.1 КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ішіндегі Екісбастұз тас көмірінің жану процестерін математикалық модельдеу

Зерттеудің бастапқы кезеңінде КВТК-100-150қазандық қондырғысының жану камерасының торлы моделі салынып (2.19 сурет), отын мен ауа кірістері бекітілді. Торлы модель 250 000 ұяшықтан тұрады.

Шекаралық шарттарға оттықтардағы отын жылдамдығы, температура мәндері 2.6 кестеде көрсетілгендей және отынның элементарлық массалары белгіленді. Ауаның бастапқы температурасы 750 К, ал отынның бастапқы температурасы 450 К тең деп алынды. Бұның себебі, отын мен ауа қазандық

қондырғыларды алдын ала жылытылады, сондықтан температуралары атмосфералықтан жоғары деп қабылданды. 2.19-суреттегі көрсетілген КВТК-100-150 қазандығының беттік қабырғасында 6 аударылған үшбұрыш түріндегі оттықтар орналасқан.

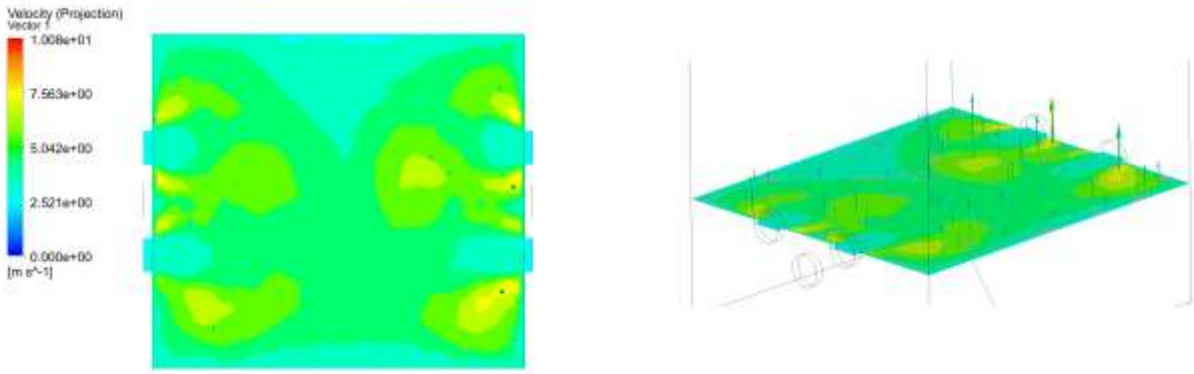




3.1 – сурет - КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығың есептік моделі

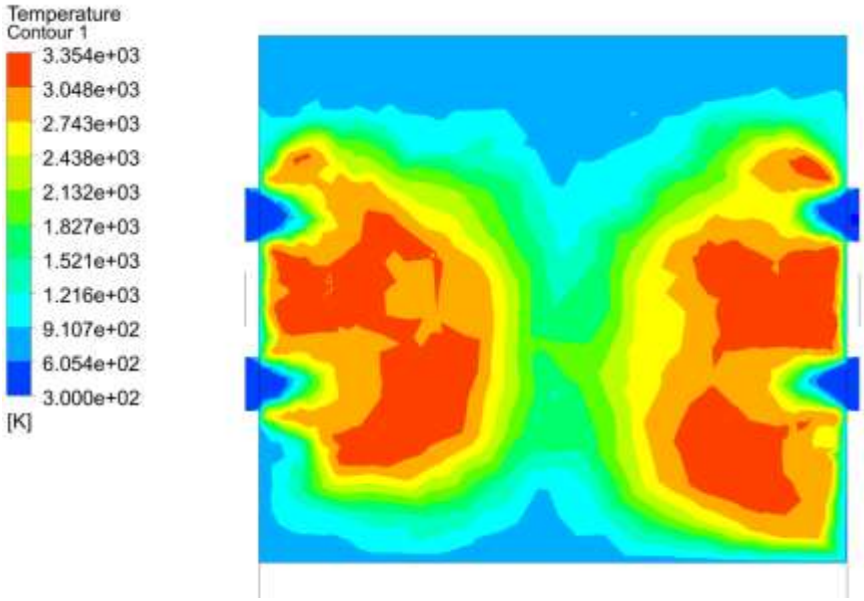
ANSYS Fluent бағдарламасында орындалған үш өлшемді есептеулер ошақтың көлденең және тік учаскелерінде азот оксидтерінің түзілу қарқыны, температура және концентрациясының таралуын алуға, сондай-ақ көмір бөлшектерінің траекториясын қадағалауға мүмкіндік береді. Қазандық қондырғысының есептік жүктемесіндегі модельдеудің негізгі нәтижелері 3.2-3.7 суреттерде келтірілген.

3.1-суретте қазандықтың оттық деңгейіндегі жылдамдық векторлары келтірілген. Суреттерден келесіні анықтауға болады – жылдамдық векторларының бағыты тік орналасқан, оның басты себебі газдардың бағыты жоғары, яғни ошақтың шығысына бағытталған. Жанама векторлар я3ғни құйынды көрсететін векторалры жоқ.



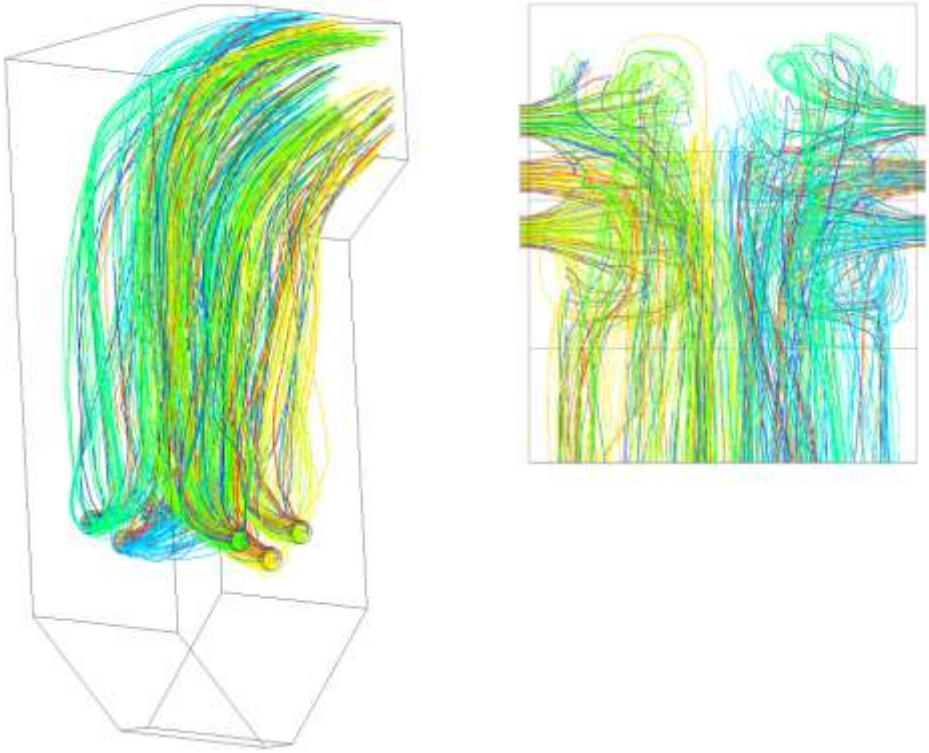
3.2 – сурет - КВТК-100-150 қазандық қондырғысының оттық деңгейіндегі жылдамдық векторлық өрісі (м/с)

3.3- суретте қазандықтың оттық деңгейіндегі температуралардың таралуы көрсетілген. Суретте көрінгендей, жоғары температуралық аймақ, оттықтардың кірісінде, яғни көмір бөлшектерінің ауамен кездесетін бөлімінде орналасқан.

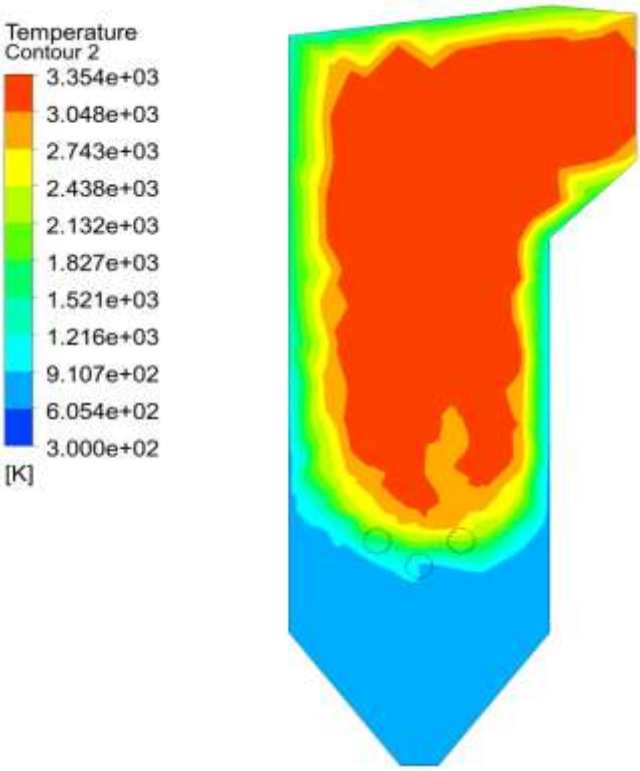


3.3 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының оттық деңгейіндегі температуралардың өрісі (К)

3.4 -суретте КВТК-100-150 қазандығындағы қатты отын бөлшектерінің қозғалыс траекориясы бейнелеген. Жалпы траекториялардан көрініп тұрғаны: отын бөлшектері екі жанарғы тобынан шыққанда ошақтың геометриялық ортасында кездесіп, ары қарай вертикальды қозғалады.



3.4 – сурет -. КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошағындағы көмір бөлшектерінің таралуы



3.5 - сурет - КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі температура өрісі (К)

Алынған нәтижелер ANSYS Fluent бағдарламасында жүзеге асырылған таңдалған математикалық модель, тұтастай алғанда, қазандық қондырғысының жылу есептеулерімен ұқсас мәндерді көрсетіп, жану процестерінің қолданыстағы бейнесін көрсетеді. КВТК-100-150 қазандық қондырғысын математикалық модельдеу нәтижелерін талдау қазандықтың шымшу аймағында жану камерасының қожды ұлғайту аймақтарының болуын растайды.

КВТК-100-150 бу қазандығының жану камерасынан шығатын түтін газдарының температурасының жоғары мәндері қыздыру қыздыру беттерінде бастапқы және қайталама күл мен қож шөгінділерінің пайда болу процесін күшейтеді. Сонымен бірге азот оксидтерінің концентрациясы стандартты көрсеткіштерден шамамен 1,5 есе асып, 443,8 мг/м^3 құрайды. Осылайша, жүргізілген есептеу жұмыстары Канск-Ачинск бассейнінің көмірін жағатын сұйық ерітінді жүйелері бар қазандық қондырғыларында проблемалардың бар екендігін тағы да растайды.

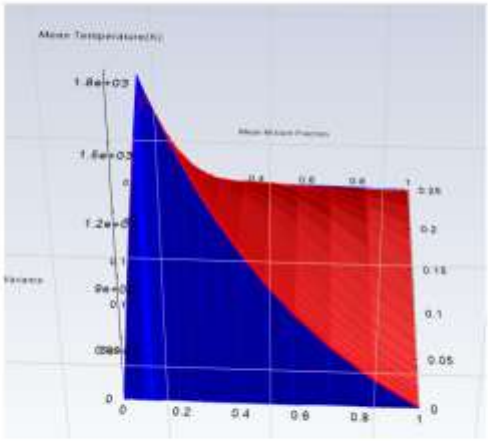
3.2 КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошақ мен оттық процестерін генераторлық газды жағу үшін қайта құруын математикалық модельдеу

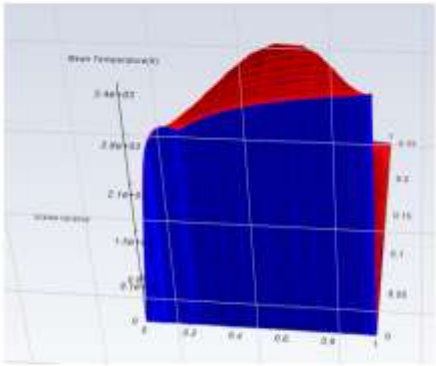
Осы дипломдық жұмыста КВТК-100-150 қазандығын қатты Екісбастұз отыннан генераторлық газға көшірудің қайта құрыуы қарастырылғандықтан, генераторлық газды есептеу қажет. Генераторлық газды қатты отынның әртүрлісінен алуға болады. Осы жұмыста Екібастұз тас көмірінен алынғандықтан, генераторлық газдың құрамы [3] әдебиетіне негізделіп алынған. Генераторлық газдың құрамы 3.3-кестеде келтірілген. Осы модельдеуде газ генераторының үшөлшемді модельдеуі жүргізілмеген.

Генераторлық газды жағу үшін, ANSYS Fluent бағдарламасында оның құрамын беру қажет. Генераторлық газдың құрамы салынған отын құрамына байланысты болады. Осы есептер үшін, генераторлық газдың құрамы тас көмірді қолданған кездегісі алынды. Газдың элементарлық құрамы 2.7-кестеде келтірілген. Генераторлық газдың төменгі жану жылуы тас көмірдікінен 5 есе аз болғандықтан, оның максималды температурасы әлдеқайда төмен болады. Сондықтан осы есептеулерге қосымша, максималды температураларды анықтау жұмысы жасалынды. Адиабатты алаудың Екібастұз көмірі мен генераторлық газдың сәйкесінше температуралары 3000 К және 1800 К болатынын анықталды.

3.3 – кесте - Генераторлық газдың элементарлық құрамы

Параметр	Беліленуі, өлшем бірлігі	Мәні
Сутек	H_2, %	30
Азот	N_2, %	50,4
Күкірт	S, %	0,7
Оттегі	O, %	7,3
Көміртегі монооксиді	CO,%	30
Көмірқышқыл газ	CO_2,%	5,0
Метан	CH_4,%	2,0
Күкіртті сутек	H_2S,%	0,2
Төменгі жану жылуы	$Q_н^р$, кДж/кг	6400



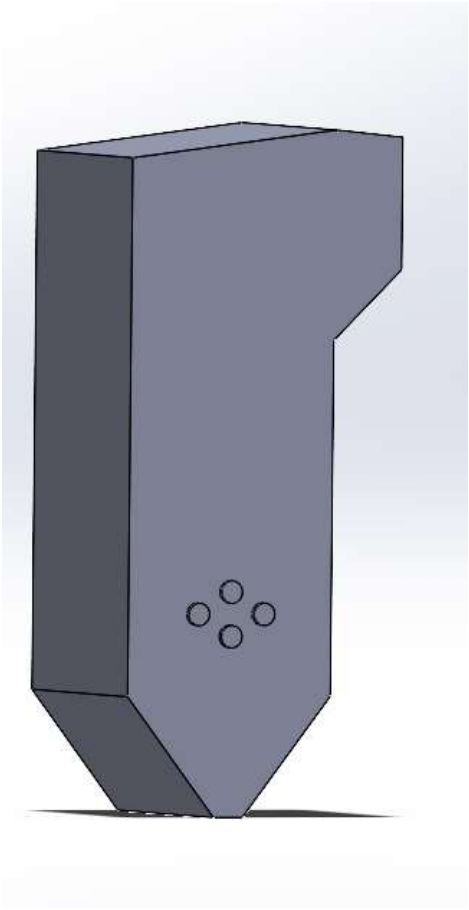


3.6 сурет - Екібастұз бен генераторлық газдардың максималды температуралық деңгейін салыстыру

КВТК-100-150 қазандық қондырғысын қайта құру бойынша таңдалған техникалық шешімдердің дұрыстығын бағалау үшін техникалық қайта жабдықтау бойынша ұсынылған шараларды ескере отырып, су жылытқыш қазандығының жану процесінің имитациясы жүргізілді. Осыған байланысты КБТК-100-150 қазандық қондырғысының жану камерасының моделі 3.7 - суретте қайта жаңартудан кейін салынды. Пештің торлы моделі 120000 ұяшықтан тұрады.Қазандық қондырғының ішінде қатты отынды генераторлық газға ауыстыру үшін қосымша бір оттық қосу қарастырылған.

Жанудың тиімді схемасын таңдаудың негізгі критерийлері: оттық мен қабырғаға жақын аймақтағы газдардың температурасы; механикалық және химиялық кем жану мәндері; оттықтың ішіндегі жанған газдардың жылдамдығы; газ ағындарының біркелкі аэродинамикалық құрылымы; экрандар арқылы қабылданатын жылу ағыны; пештің көлеміндегі азот

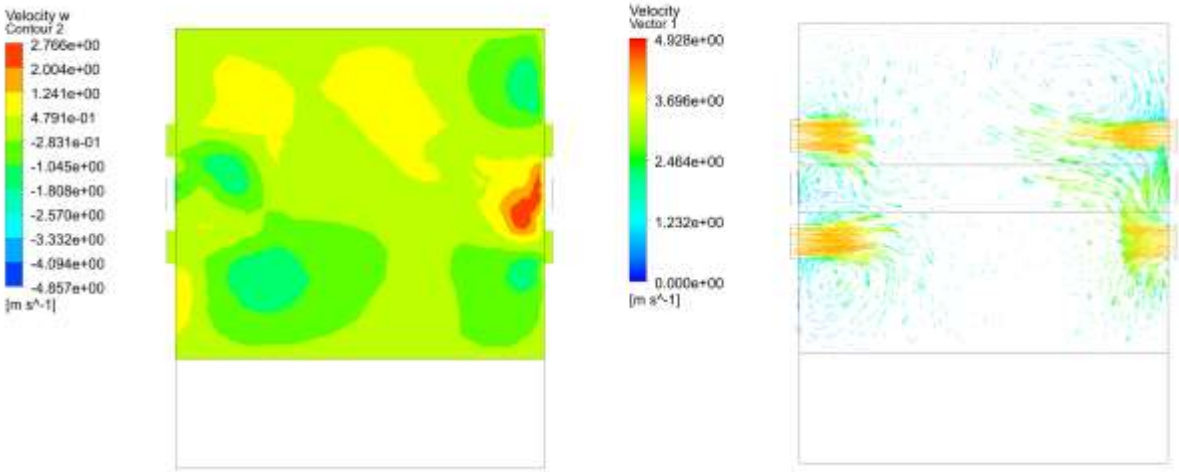
оксидтерінің концентрациясы; пештің көлеміндегі және қабырға аймағындағы оттегінің мөлшері.Осы есептеулерде, генераторлық газдарға ауысу кезіндегі азот тотықтарының түзілуі қарастырылған.



3.7 – сурет - Қайта құрудан кейінгі КВТК-100-150 қазандық қондырғысының есептеу торы

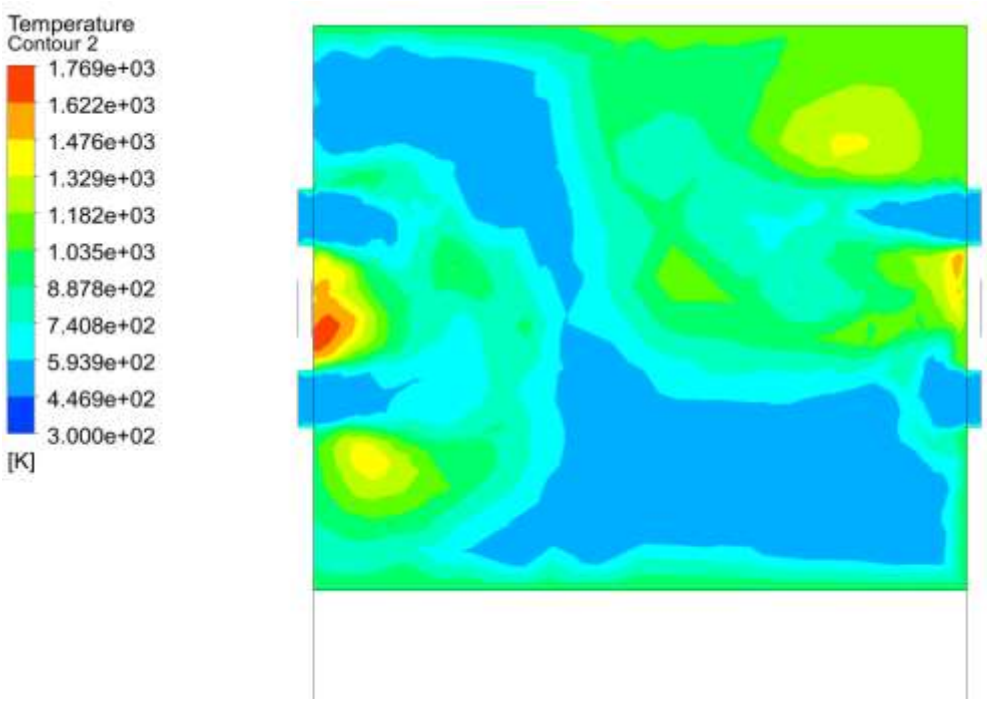
Модельдеу нәтижесінде қазандықтың ішіндегі газдар ағынның жылдамдығы, температура мәндері 3.7-3.8 -суреттетегідей анықталды. ANSYS Fluent бағдарламалық жасақтамасында орындалған үш өлшемді есептеулер ошақтың көлденең және тік бөліктерінде азот оксидтерінің жылдамдығын, температурасын және концентрациясын бөлуге мүмкіндік береді. Қайта жаңартудан кейінгі КВТК-100-150 қазандығының есептік жүктемесіндегі негізгі имитациялық нәтижелер 3.8-3.12 суреттерде көрсетілген.

3.8 -суретте оттық деңгейіндегі газдардың векторлық қозғалысы және жылдамдық контурлары белгіленген. Суретте көрінгендей жылдамдықтар өрісі біріне қарама қарсы бағытталған. Сонымен қоса, оттықтардың айналасында құйындардың да пайда болуы байқалынды.



3.8 – сурет - КВТК-100-150 қазандық қондырғысының оттық деңгейіндегі жылдамдық векторлық өрісі (м/с)

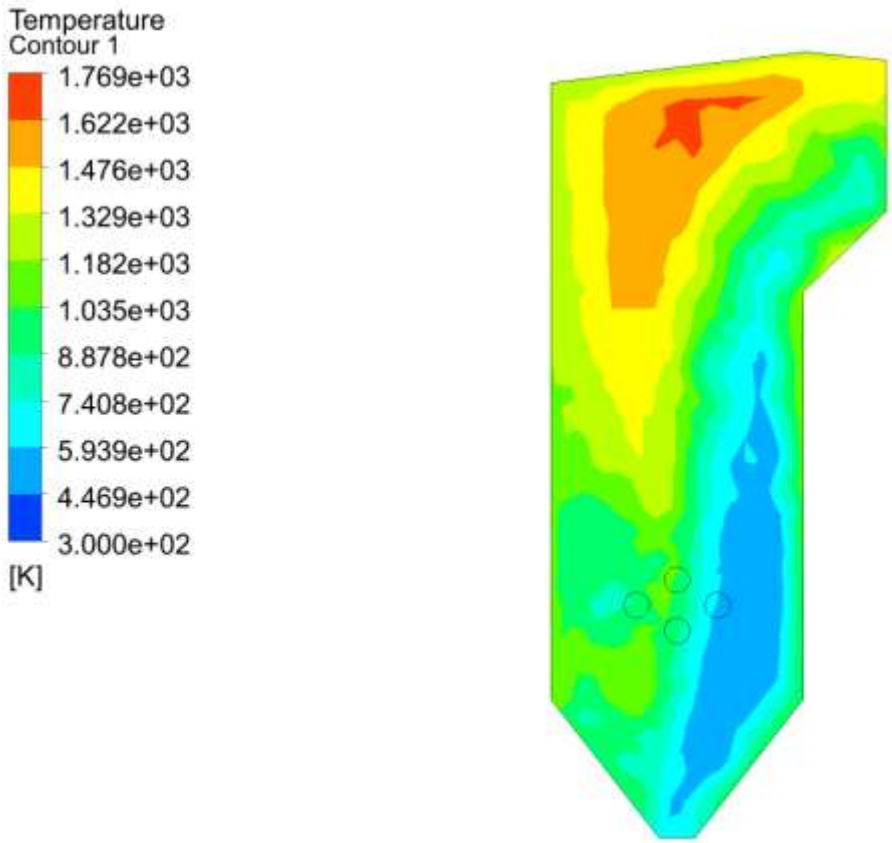
3.9 - суретте оттық деңгейдегі температуралық контурлар көрсетілген. Газдардың қозғалысы жоғары болғандықтан жану процессінің ең жоғары температуралары ошақтың жоғары бөлімінде өтетіні анық.



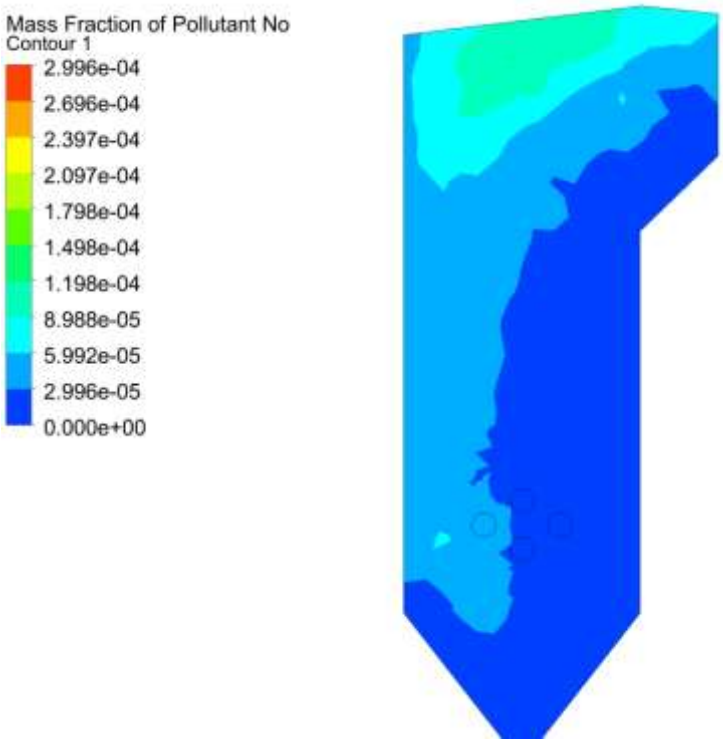
3.9 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының оттық деңгейіндегі температуралардың өрісі (К)

3.10 - суретте қазандық тік бөліміндегі температуралық контурлар (өрістер) бейнелеген. Суретте көрініп отырғандай, газдардың басты бөлігі қазандық ошағының жоғарғы бөлімінде жанады. Сондықтан олардың

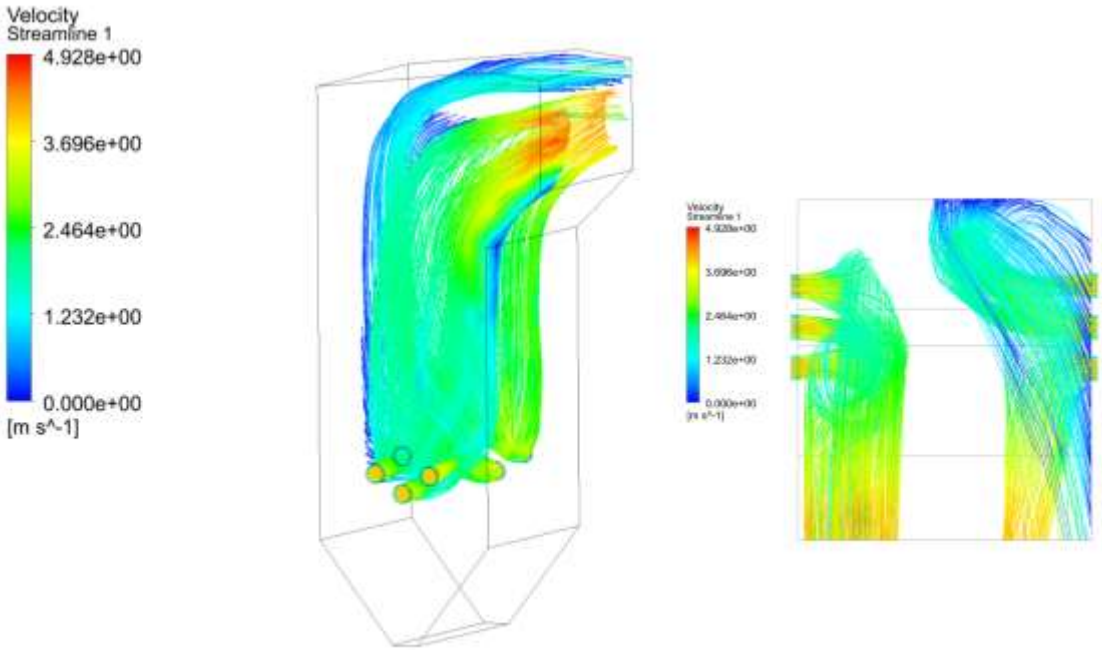
температурасы 1770 К дейін жетеді. Бұның басты себебі, газдардың ауамен араласу қарқындылығына, яғни диффузиялық алауда, газдардың жану тек араласу ретімен ғана шектеледі.



3.10 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі температура өрісі (К)



3.11 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі азот тотығының түзілу өрісі



3.12 – сурет - КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошағындағы газдардың қозғалыс жолдары

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Атмосфераға зарарлы заттектердің шығарылуын есептеу

Осы диплом жобасында Екібастұз қаласындағы ЖЭО қарастырылған. Жағатын отын ретінде екібастұз көмірі қолданылады. Жұмыстың мақсаты – экономикалық жағдайларын жоғарлату және қоршаған ортаны қорғау мәселесін қарастыру.

Екібастұз көмірін жаққандағы ластағыш CO көміртегі монооксидінің, SO_2 күкіртті ангидридінің, NO_2 азот диоксидінің, ұшқыш күлдердің қатты бөлшектерінің атмосфераға шығарындыларының есептеулерін орындадық.

4.1- кесте- Есептеуге мәліметтер берілген

Қала	Екібастұз
Қазандықтың жылулық сүлбесі	су қыздырғыш қазандарымен
Қазандық агрегаттың типі	тізбекті торлы көмірді лақтырғышы бар оттықтар
Отынның түрі	қатты қож шығару кезіндегі Екібастұз көмірі
Отын шығыны, B, т/сағ	10,500т/сағ
Отын ылғалдылығы, W, %	6,5
Отын күлділігі, A^p, %	0,05
Күкірттің мөлшері S, %	0,7
Көміртектің мөлшері C, %	44,8
Сутектің мөлшері H, %	3
(азот + көміртегі) мөлшері, %	0,3
Отынның жұмыстық массасының төменгі жану жылуы, Q_H^P, МДж/кг	17,38
Күл ұстағыштың ПӘКі, η, %	0,007
X коэффициенті	0,0023
K_{CO}, жану кезінде жылудың бірлігіне бөлінетін жылу мөлшері, кг/кДж	1,9
q_4, толық емес жанудан жылу жоғалтылуы, %	8
Оттықтың типі	тура ағын
Ауаның артық мөлшерінің коэффициенті, α	1,28
Жану өнімдерінің рецир-куляциялану коэф, r	0,00
Қазанның номиналды жылуөндіруі, Q_H, МВт	100
Қазанның нақты жылуөндірулігі, $Q_д$, МВт	100

Түтін құбырларының саны	1
Құбырдан түтінді газдардың шығу шамамен алынған жылдамдығы, ω_0, м/с	35
Жылына қазан-қ жұм-ң сағ-ң саны, сағ/жыл	8400
Шығып жатқан газдар-ң ыстықтығы, t, °C	155
Ең ыстық айлардың температурасы, t, °C	22,6

4.2 Қатты бөлшектер

Түтін газдарының құрамындағы қатты бөлшектер ұшатын күл мен ошақта толық жанбаған отынның (кокстың) қоспасы болып табылады. Қатты бөлшектердің массалық шығарылуы $M_{шығ}$ (г/с немесе т) төменде келтірілген баланс теңдеулері бойынша есептеледі:

$$M_{\acute{к}ат} = 0{,}01B\left(a_{ун}A^{p} + q_4\frac{Q_н^{P}}{32{,}68}\right)(1-\eta_{зу}) = 0{,}01\cdot 10{,}500\ (1{,}6\ \ 36{,}9 + 8)$$

$$(17{,}38/32{,}68))(\ 1 - 0{,}007) = 6{,}598 \text{ г/с.} \qquad (4.1)$$

Атмосфераға шығарылатын қатты бөлшектердің сомарлы мөлшеріне кіретін ұшқыш күлдің мөлшері $M_з$ г/с (т) (жанудың қатты өнімдерінің минералды бөлігі), мына формуламен есептеледі:

$$M_з = 0{,}01Ba_{ун}A^{p}(1-\eta_{зу}) =$$

$$= 0{,}01 \cdot 2917 \cdot 1{,}6 \cdot 0{,}05 \cdot (1 - 0{,}007) = 2{,}317 \text{ г/с.} \qquad (4.2)$$

Отынның механикалық толық жанбауы нәтижесінде оттықта түзілетін және қатты отында жаққанда атмосфераға коксты қалдықтар түрінде немесе мазутты жаққанда – қож түрінде (жанудың қатты өімдерінің органикалық бөлігі) шығарылатын қатты (коксты) бөлшектердің мөлшері $M_к$ г/с (т) келесі формуламен анықталады:

$$M_к = M_{\acute{к}ат} + M_з = 6{,}598 + 2{,}317 = 8{,}915 \text{ г/с.} \qquad (4.3)$$

4.3 Күкірт оксиді SO_x

Күкіртті отындарды жаққанда түзілетін күкірт оксидтерінің сомарлы мөлшерін $SO_x = SO_2 + SO_3$ күкірт диоксидіне (SO_2) есептеп анықтайды. Күкірт оксидінің массалық шығарылуының M_{SO_2} (г/с) есептелуі келесі баланстық стехиометриялық теңдеумен жүргізіледі [32-34]:

$$M_{SO_2} = 20 \cdot B \cdot S^p (1-\eta'_{SO_2})(1-\eta''_{SO_2})(1-\eta^c_{SO_2}\frac{n_0}{n_k}) =$$

= 20 · 2,917 · 0,7 · (1 – 0,02) · (1 – 0,1) · (1-0) = 36,01 г/с. (4.4)

4.4 Көміртегі монооксиді СО

Түтін газдарындағы көміртегі монооксидінің (СО) концентрациясын есептеу жолмен анықтау мүмкін емес. СО оксидінің түзілуі мен тотығу процестері отынды жағудың әдісі мен режимдік шарттарына тәуелді. Сондықтан СО-нің жалпы шығарындыларын есептеуді инструменталдық өлшеулер арқылы жүргізу қажет.

Біріншілік жуықтауда көміртегі монооксидінің массалық шығарылуын (M_{CO}, г/с) келесі теңдеу арқылы бағалауға болады:

$$M_{CO} = Q_{CO} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0{,}343 \cdot 2{,}917 \cdot (1 - 0{,}08) = 1{,}079 \text{ г/с.} \quad (4.5)$$

Көміртегі монооксидінің меншікті шығуы Q_{CO}, г/кг немесе кг/т (г/м^3 немесе кг/10^3 м^3) былай анықталады:

$$Q_{CO} = \frac{q_3 R Q_н^p}{1{,}013} = (0{,}02 \cdot 1 \cdot 17{,}38)/1{,}013 = 0{,}343 \text{ г/кг.} \quad (4.6)$$

4.5 Азот оксидтері

Қатты, сұйық және газ отынын жаққанда қазанның түтін газдарымен бірге атмосфераға шығарылатын NO_x азот оксидтерінің сомарлы массалық шығарылуы NO_2-ге есептегенде (г/с немесе т) келесі қатынаспен есептеледі:

$$M_{NO_2} = B \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \frac{q_4}{100}) \cdot \beta_1 \cdot (1 - \varepsilon_1 r)\beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \varepsilon_2 (1 - \eta_{аз}\frac{n_o}{n_k}) \cdot k_n . \quad (4.7)$$

K_{NO_2} коэффициенті келесі формулалар бойынша есептеледі:

$$K_{NO_2} = 2{,}5\frac{Q_ф}{84 + Q_н} = 2{,}5 \cdot 100/(84 + 100) = 1{,}35$$

M_{NO2} = 10,5 · 1,35 · (1 – 0,08) · 0,319 · (1 – 0) · 0,85 · 1 · 0,8 · (1 – 0) · 0,278 =
= 0,858 г/с. (4.8)

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста «Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу» болып табылады. Жұмыстың мақсаты концентрациялы жануының азот тотықтарының шығарындыларының төмендеуі мен пайда болу термимиясын математикалық моделдеу.

1. ЕЖЭО-ғы КВТК-100-150-4 қазандарындағы екібастұздық көмірді жаққанда азот тотықтарының пайда болуының (0,7 г/нм^3) және механикалық кем жанудың (3÷5) [18] себептері анықталып, тапсырманың жағдайы зерттелген.

2.Азот тотықтарының шығарындыларының төмендеуі мен пайда болуын болдырмаудың негізгі бағыттары қарастырылды. Химиялық реакторларды, аэробұрқақтық және тәсілдемелік ошақтарды, жанатын өнімдердің азот тотықтарын қалпына келтірумен жүретін көмір тозаңының пиролизын, сонымен қатар беттік және ілестіргіш жылу алмастырғыштарды қолдана отырып отынды жағуға термиялық дайындауының әр түрлі тәсілдемелік жылулық сүлбелері өзара салыстырылды.

Шет елдерінде ерекше қолданылатын ошақтық құбылыстарды ұйымдастырудың үш сатылы әдістерінің қағидалық кемшіліктері белгіленген, азот тотықтарының шығарындыларын заманауи талаптардың деңгейіне дейін төмендетуге рұқсат беретін, алайда мәселенің кешенді шешімінсіз, канцерогенді заттардың шығарындыларын, көміртек пен күкірт тотықтарының, химиялық және механикалық кем жанудың төмендеуін қиындататын МАКТ - Иосиро Такахашидің де әдісі бар.

Екінші бөлімде ЖЭО жұмысының экономикалық тиімділігі есептелді. ЖЭО-ның негізгі мақсаты жылу энергиясы мен электр энергиясын қатар өндіре отырып, тұтынушыларға жіберу. Энергиясының бұл екі түрін өндіру үшін үлкен қаражат көзі қажет болады. Сондықтан, қажет болатын қаражат деңгейін анықтау үшін станса цехтары арасындағы және жалпы стансалық шығындар-ды есептеу керек. Есептеулерден көріп отырғанымыз, шығындардың көп бөлі-гі отын үлесіне түседі. Өйткені, қажет отын түрін сатып алумен қатар, оны тасымалдап, дайындауға салынатын қаражаттың үлкен бөлігі жұмсалады. Сонымен қатар, стансаның негізгі және көмекші қондырғыларын жұмыс күйінде ұстап тұру, белгілі шығындарға алып келеді. Отыннан басқа жалпы-стансалық қоректік су айналымының мөлшерін ұстап тұру шығындары мен шықтағышқа кететін су шығындары маңызды орын алады.

Тұтынушылардың түрі мен санына байланысты жіберілетін жылу мен электр энергиясының өзіндік құнын анықтай отырып, белгіленген тариф мөлшерімен жіберілген энергиядан түсетін пайда анықталды. Жоғарыда көрсетіліп кеткен, таза келтірілген құнды анықтау, пайданың ішкі нормалары мен инвестицияның өтелу мерзімін анықтау әдістерін есептеу арқылы салынып жатқан стансаның лайықты және тиімді екенін бағалауға болады.

Энергетикалық проблеманы шешуде экология мәселелері үлкен орын алады: жер қорларын үнемді пайдалану, атомдық электрстанцияларының қалдықтарын регенерациялау, пайдаланылған карьерлерді рекультивациялау, ЖЭС ауаны ластауымен күресу, энергетикалық комплекстерді ұтымды орналастыру.

Өндірістің шу деңгейінің санитарлық нормасы сақталуы үшін келесі шаралар ұйымдастырылған : өндірістік бөлмедегі жұмыс орындарында жұмыскерлерді шудан сақтау, яғни шу-дың санитарлық қалыпты нормасын сақтау үшін арнайы шу жарықтандыратын қалқандар, шу жұтатын бөлмелер, аймақты дірілден қорғау тірек-терді тағы басқа. Өндірістің ішінде орналасқан мұндай бөлмелер ауыр тақталы қабыр-ғалармен қоршалып, ішінен арнайы дыбыс жұтатын материалдармен қапталады және екі қабатты әйнекпен жүргізіліп, тығыз есік орнатылады. Бұдан басқа шудан қорғау шарты бойынша стансада жаяу жүрген жүру жолдары және шудан қорғануға сәйкес қалқандар орналасқан.

Әрбір 20 жылда энергияны пайдалану сомасы, ал мұнай мен электро-энергиясының пайдалану әрбір 10 - 12 жылда 2 есе көбейеді. Энергия ресурстарының › 90% органикалық отын – мұнай, газ, көмір (жаңартылмайтын қор), ал 10 - 15% - гидроэнергияға (жаңартылатын ресурс) келеді. Жаңартылатын ресурстардың екінші турі (биомасса, ағаш ауыл шаруашылыгының қалдықтары) – көбінесі дамып жатқан өкіметтердің энергетикасында қолданылады.

Отын ресурстардын пайдаланудың темптерінің өсуі деңгейінде қалса, XXII ғасырда болжанатын ресурстардың барлығы толық жұмсалады.

Көмір – Қазақстанның жақын уақыта энергия қорының негізгі турі, бірақ оны тасымалдау қиынға түседі. Көмірді энерготехнологиялық өңдеу негізінде газ және сұйық отынды алу үшінөндірістік қуаттарды енгізу қажет. Бұның арқасында энергетикалық баланс қалыптасып, мұнайды ығыстырады.

Батыс аудандарда мұнай және газ қорларға жақынырақ энергосиымды өнеркәсіпті дамыту қажет, өйткені энерготасығыштарды әкелу қымбатқа түседі. Энергияны сақтау саясатын жүргізу қажет. Мысалы, біз жеткіліксіз эффективтілікпен үлкен мөлшерде металдарды шығынданамыз, екіншілік материалдарды тұтынамыз рационалды пайдаланбаймыз, пластмассаны аз қолданамыз. Батыс елдерінде екіншілік жылу да пайдаға асырылады, ал бізде өндірістердің мұржалары, үрлеу арқылы далаға лақтырылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Ongar B., I. K. Iliev, V. Nikolić and A. Milašinović. The study and the mechanism of nitrogen oxides' formation in combustion of fossil fuels. Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering Vol. 1, # 10, pp. 44 - 2, (2018)

2 Chernetsky M., A. Dekterev, Mathematical model of the processes of heat exchange and burning of pulverized coal in flaring. The physics of combustion and explosion #3 pages 37-46, (2011)

3 Yang J., V. I. Golovitchev, P. R. Lurbe, and J. J. L. Sánchez, Chemical Kinetic Study of Nitrogen Oxides Formation // Trends in Biodiesel Combustion International Journal of Chemical Engineering Volume 6, pp. 10-22. (2012)

4 Химическая технология неорганических веществ: учеб. пособие: в 2 т. / под ред. Т. Г. Ахметова. – М.: Высш. школа, 2002. – Т. 1, 2.

5 Онгар Б. Численное исследование закономерностей образования окислов азота при горении частично газифицированного угля. УДК 621.182.9: 662.66: 519.87 (043.3) АУЭС, Алматы, 2018. – 112 с.

6 Glarborg P., Jensen A. D., Johnsson J. E. Fuel nitrogen conversion in solid fuel fired systems // Progress in Energy and Combustion Science. - Elsevier. - 2003. - Vol. 29, №2. - P. 89-113.

7 Glarborg P., Miller J. A., Ruscic B., Klippenstein S. J. Modeling nitrogen chemistry in combustion // Progress in Energy and Combustion Science. - 2018. - Vol. 67. - P. 31-68.

8 Красинский Д.В. Численное моделирование аэро-термохимических процессов при факельном сжигании угля в вихревой топке // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №11(3). – С. 388-397.

9 Степановских А. С. Охрана окружающей среды. - М.: «Юнити», 2007. - 560 с.

10 Классификация методов газификации твердых горючих ископаемых. Факторы влияющие на состав продуктов. «Электронный ресурс» http://www.freepapers.ru

11 Ongar, B., A. Mergalimova, H.Beloev, G.M Yergaliyeva, Research of the Formation of Nitrogen Oxides during the Burning of Ekibastuz Coal. Journal of Engineering Science and Technology Review, p. 171–175, (2020).

12 Ongar B., I. Iliev, G. Smagulova, A. Mergalimova. Numerical Simulation of the Formation of Nitrogen Oxides in Pulverized Furnaces. Journal of Engineering Science and Technology Review, (2020)

13 Habib M., Influence of combustion parameters on NO_X production in an industrial boiler [Text] /M.A. Habib, M. Elshafei, M. Dajani// Compurets and fluids – Vol.37: 12-22 (2008).

14 Chernetsky M., A. Dekterev, Mathematical model of the processes of heat exchange and burning of pulverized coal in flaring. The physics of combustion and explosion. #3 pages 37-46, (2011).

15 Котлер В.Р., Серков Д.Е. Влияние концентрического сжигания на экологические характеристики мощных энергоблоков на твердом топливе// Электрические станции. – 2000. - № 9. - С. 65-69.

16 Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды. - М.: Издательство МЭИ, 2007. – 327 с.

17 Сигал И.Я. Пути снижения выброса оксидов азота тепловыми электростанциями // Теплоэнергетика. – 1989. - № 3. - С. 5-8.

18 Belosevic S., Beljanski V., Tomanovic I.D., Numerical Analysis of NOx Control by Combustion Modifications in Pulverized Coal Utility Boiler// Energ. Fuel. – 2012. - №26(1). - P. 425-442.

19 Вагнер А.А., Абрамов В.В., Гапеев В.В., Архипов А.М. Глубокое подавление NOx при ступенчатом сжигании кузнецкого угля в U-образном прямоточно-вихревом факеле//Теплоэнергетика. – 2002. - № 2. – С. 14-19.

20 Shi L., Zhongguang F., Xuenong D., Changye C., Yazhou S., Binghan L., Ruixin W., Influence of Combustion System Retrofit on NOx Formation Characteristics in a 300 MW Tangentially Fired Furnace//Appl. Therm. Eng. - #98. - pp. 766-777. (2016)

21 Liu H., Liu Y., Yi G., Nie L., Che, D., Effects of Air Staging Conditions on the Combustion and NOx Emission Characteristics in a 600 MW Wall Fired Utility Boiler Using Lean Coal//Energ. Fuel. - 2013. - №27(10). - P. 5831-5840.

22 Belosevic S., Tomanovic I.D., Crnomarkovic N., Milicevic A., Tucakovic D., Numerical Study of Pulverized Coal-Fired Utility Boiler over a Wide Range of Operating Conditions for In-Furnace SO2/NOx Reduction//Appl. Therm. Eng. – 2016. - №94(1). - P. 657-669.

23 Беликов С.Е. Комплексная разработка методов снижения выбросов оксидов азота от ТЭС путем оптимизации процесса горения и способов сжигания топлива: дисс…. канд.т.наук. – М, 2006. - 325с.

24 Glarborg P., Jensen A. D., Johnsson J. E. Fuel nitrogen conversion in solid fuel fired systems .- Progress in Energy and Combustion Science // Elsevier, 2003. - Vol. 29, № 2. - P. 89–113.

25 Glarborg P., Miller J. A., Ruscic B., Klippenstein S. J. Modeling nitrogen chemistry in combustion. // Progress in Energy and Combustion Science. - 2018. - Vol. 67. - P. 31–68.

26 Umyshev D.R., et.al., “Experimental investigation of the management of NOx emissions and their dependence on different types of fuel supply“, Espacios, Vol.38, #24, p.17, (2017)

27 Vascellary M., Cau G. Influence of Turbulence-Chemical Interaction on CFD Pulverized Coal MILD Combustion Modeli, Fuel, 101, pp. 90-10, (2012)

28 Komissarov K.B., S.A. Lutkov, A.V. Fil - Complex purification of flue gases of heat-generating plants. Rostov-on-Don: Branch of FSEIHPE, 134 p. (2007)

29 Warnatz J., Maas U., Dibble R. W. Combustion: Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation // Springer. - 2006. –378 p.

30. Deam A.M., Hardy J.E., Lyon R.K. Kinetics and of NH3 Oxidation // The Combustion Institute: 19th Symposium of Combustion. – 1982. – P. 97-103.

31 Belikov Sergey Evgenievich. Integrated development of methods for reducing emissions of nitrogen oxides from thermal power plants by optimization of the combustion process and methods of fuel combustion: dissertation ... Doctor of technical sciences: 05.14.14, 03.00.16. Moscow, 2006, 282 p.

32 Xu M., Azevedo J.L.T., Carvalho M.G. Modeling of the combustion process and NOx emission in a utility boiler // Fuel. – 2000. – № 79. – P. 1611–1619.

33 Зельдович Я.Б. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 2000. – 654 с.

34 Курмангалиев М.Р., Фисак В.И. Сжигание энергетических углей Казахстана и защита атмосферы. – Алма-Ата: Наука, 2001. - 223 с.

35 Основы практической теории горения /под ред. В.В. Померанцева. – Л.: ЭАИ, 2006. –312 с.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Турсимуратов Багдад Амангелдиевич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу

Научный руководитель: Булбул Онгар

Коэффициент Подобия 1: 8.9

Коэффициент Подобия 2: 3.6

Микропробелы: 80

Знаки из здругих алфавитов: 10

Интервалы: 0

Белые Знаки: 4

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2023-06-08 Турсимуратов Багдадтың дипломдық жұмысы плагиат емес. Қорғауға жіберілді.

Дата

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Турсимуратов Багдад Амангелдиевич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу

Научный руководитель: Булбул Онгар

Коэффициент Подобия 1: 8.9

Коэффициент Подобия 2: 3.6

Микропробелы: 80

Знаки из здругих алфавитов: 10

Интервалы: 0

Белые Знаки: 4

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2023-06-08

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсембаев Е.А.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Қазақстан Республикасы

Қ.И. Сәтпаев атындағы Ұлттық зерттеу техникалық университеті

6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша 4 курс оқитын

Турсимуратов Багдад Амангелдиевич

«Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу» тақырыбындағы дипломдық жұмысына пікірі

Дипломдық жұмыста «Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу» тағырыбында азот тотықтарының термохимиясын зерттеу және азот тотықтарының пайда болуын болдырмаудың негізгі бағыттары карастырылды.

Дипломдық жұмыс негізгі төрт бөлімнен құралған. Әр бөлімде нақты толық ашылып жазылған.

Турсимуратов Багдад Теориялық мәліметтер мен есептеу, математикалық модельдеуді жақсы меңгеріп, тақырыбқа сай орындай білген

Қайта жобаланатын және жаңартылатын қазандық қондырғылардың ошақтық құбылыстары мен жылутәсілдік сүлбелерінің мекенқорғаулық таза тұжырымдамаларының алғы шарттары істеп шығарылған. Оттық құрылғылар және көмір дайындау жүйелерінің ең аз деген қайта қалпына келтіру мүмкіндігімен ЕЖЭО-дағы азот тотықтарының термохимиясының шығарындыларын едәуір төмендеуіне ұсыныстар жасалған.

6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Турсимуратов Багдад «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша 85% (В+) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші:
PhD доктор, қауымдастырылған профессор _____ Б. Онгар

«30» мамыр 2023 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТПАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

«__» мамыр 2023 ж.

Қазақстан Республикасы

Қ.И. Сәтпаев атындағы Ұлттық зерттеу техникалық университеті

6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша

4 курс оқитын

Турсимуратов Багдад Амангелдиевич

«Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу» тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

СЫН - ПІКІРІ

Бұл дипломдық жұмыста химиялық реакторларды, аэробұрқақтық және тәсілдемелік ошақтарды, жанатын өнімдердің азот тотықтарын қалпына келтірумен жүретін көмір тозаңының пиролизын, сонымен қатар беттік және ілестіргіш жылуалмастырғыштарды қолдана отырып отынды жағуға термиялық дайындауының әр түрлі қайраттәсілдемелік жылулық сүлбелері өзара салыстырылған.

Сонымен қатар Екібастұз көмірінің жоғары концентрациялы жануының азот оксидтерінің термохимиясын зерттеу барысында **алға қойған мақсатын** толық орындаған.

Өзектілігі бойынша бүгінгі таңда Екібастұздық ЖЭО-ның КВТК-100-150-4 казанының ошақтық құтысының көміртозаң дайындау және оттық құрылғылардың, жабдықтардың сипаттамасы мен сүлбесі, құрылымын қарап анықтау және талдаулар жасау өте маңызды.

Осыған орай Екібастұздық ЖЭО-ның көмір жағуының мекен қорғаулық және энергия сипаттамаларының жылу тәсілдік есеп беруі, зиянды заттардың кемуі мен пайда болу әдістерінің талдауы жасалып орындалған. ЖЭО-ғы механикалық кемжану мен азот тотықтарының пайда болу себептері анықталған

Жұмыс бойынша ескерту:

Жұмыс нақты, тиянақты толық жазылған, ескере кететін жайттар:

- жұмыс барысында орфографиялық кателіктер бар;
- алынған бірінші бөлім бойынша аздаған суреттер нақыт емес;
- қолданылған әдебиеттер тізімінде ескі әдебиеттер колданылган

Жұмысты бағалау:

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылау негізінде Satbayev University –нің 6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Турсимуратов Багдад «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша 85% (В+) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші:
ЖЭК кафедрасының доценті,
тех. ғыл. канд.

М.Е. Туманов

«___» _____ 2023 ж.