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

Қуан Абылай Арсенұлы

Азот оксидтерінің түзілуін азайту мақсатында көмірдің жану процесін 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
«_5_» ___06___ 2023ж.

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

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Азот оксидтерінің түзілуін азайту мақсатында көмірдің жану процесін зерттеу»

6В07101 – «Энергетика»

Орындаған: Қуан А.А.

Пікір беруші
ЖЭҚ кафедрасының доценті,
тех. ғыл. канд.
_____ М.Е. Туманов
«_7_» ___06___ 2023 ж.

Ғылыми жетекші
PhD докторы,
қауым. профессор
_____ Б.Онгар
«_05_» ___06___ 2023ж.

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: *Қуан Абылай Арсенұлы*

Тақырыбы: «Азот оксидтерінің түзілуін азайту мақсатында көмірдің жану процесін зерттеу»

Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен .

Бұйрық *№ 408-п «23» қараша 2022 ж*

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

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

а) Жылутәсілдік жалпы бөлім;

б) Жылутәсілдік есептік бөлім;

в) Үнемиеттік (экономикалық) бөлім;

Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген.*

Ұсынылатын негізігі әдебиеттер: *30 атау*

3

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	**Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері**	**Ескерту**
Жылутәсілдік жалпы бөлім	30.01.2023 ж.	Жоқ
Жылутәсілдік есептік бөлім	15.02.2023 ж.	Жоқ
Үнемиеттік (экономикалық) бөлім	30.03.2023 ж.	Жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлім атауы	**Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Жылутәсілдік жалпы бөлім	Б. Онгар. PhD доктор, қауым. профессор	05.06.2023ж	
Жылутәсілдік есептік бөлім	Б. Онгар. PhD доктор, қауым. профессор	05.06.2023ж	
Үнемиеттік (экономикалық) бөлім	Б. Онгар. PhD доктор, қауым. профессор	05.06.2023ж	
Норма бақылау	Ә.О. Бердібеков сениор-лектор	07.06.2023	

Жоба жетекші _____ Б. Онгар

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ А.А. Қуан

Күні «16» 01 2023 ж.

АҢДАТПА

Осы тақырып бойынша кешенді бітіру жұмысының алдынала мәселелері ретінде тақырыптың маңыздылығы мен Екібастұз ЖЭО–дағы КВТК-100-150-4 қазанының тәсілдемелік сүлбесі мен көмір тозаң дайындау жабдықтары және оттық құрылғылары қаралды.

Екібастұз көмір тозаңының механикалық кем жануы мен отындық азот тотығының пайда болу себептері және үнеметтік пен мекенқорғаулық тиімді жағу көрсеткіштері сипатталды.

Мәселенің мекенқорғаулық және үнеметтік тиімді шешілу жолдары белгіленіп, ЕЖЭО үшін жарамды оңтайлы шаралар қарастырылды.

Экономикалық бөлімінде электр қайраты мен жылудың өзіндік құны және кабылданған жоба шешімінің жалпы тиімділігі бағаланды.

АННОТАЦИЯ

В первой части данной комплексной темы рассмотрены актуальность и пути эффективной организации подавления образования топливного оксида азота, технологическая схема котла КВТК-100-150-4 Екибастузской ТЭЦ, ее оборудования углепылеприготовления и топочные устройства.

Описаны причины механического недожога екибастузской угольной пыли и образования топливного оксида азота, а также показатели экономичес-ки и экологически оптимального сжигания топлива.

Намечены пути экономически и экологически оптимального решения проблемы и рассмотрены соответствующие меры применительно для ЕТЭЦ.

В экономической части рассчитана себестоимость электрической и тепловой энергии и произведена оценка общей эффективности принятого проектного решения.

ANNOTATION

In the first part of this complex topic, the relevance and ways of effectively organizing the suppression of the formation of fuel oxide of nitrogen, the technological scheme of the boiler KVTK-100-150-4 of the Ekibastuz CHPP, its coal-dust preparation equipment and furnace devices are considered. The causes of mechanical underburning of Ekibastuz coal dust and the formation of fuel nitrogen oxide, as well as indicators of economically and environmentally optimal fuel combustion, are described. Ways of economically and environmentally optimal solution of the problem are outlined and appropriate measures are considered in relation to the ETPP. In the economic part, the cost of electrical and thermal energy was calculated and the overall efficiency of the adopted design solution was assessed.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....7
1 Жылутәсілдік жалпы бөлім.....8
1.1 Екібастұз көмірінің жануы кезіндегі азот тотықтарының шоғырын төмендету және пайда болуларын басатын негізгі бағыттар.....8
1.1.1 Азот тотықтарының қалдықтарын төмендету және пайда болуын басатын негізгі әдістердің мекентанулық тиімділігі.....8
1.2 Отын пиролизінің үнемиеттік тиімділігі және оның өнімдерін жағу.....10
1.3 Көмір дайындау жүйесі мен ЕЖЭО КВТК-100-150-4 қазанында отын жағудың сипаттамасы.....12
1.3.1 КВТК-100-150-4 қазанының жылутәсілдемелік сипаттамалары.....12
1.4 Көлемдерді, шығындар мен ауа қажырын және жану өнімдерін есептеу.....20
1.5 Шикі Екібастұз көмірімен ШДД – нің ұнтақталу өндірулігін есептеу.....24
1.5.1 КВТК-100-150-4 қазанында екібастұз көмірін жаққанда азот тотығының меншікті шығарындыларын есептеу.....31
1.6 Отын дайындаудың қайрат тәсілдемелік жылулық сүлбелерін өңдеу және салыстыру.....31
1.6.1 Химиялық тектегішті, ауа бұрқақты, тәсілдемелік ошақты және азот тотықтарын қалпына келтіруші жылулық сүлбелер.....31
2 Жылутәсілдік есептік бөлім.....35
2.1 Ауамен тасымалдауға арналған сорғыштың жылулық теңестігі.....35
2.2 Беттік пиролизерді есептеу.....44
2.3 Пиролиздің сұйықағулық есебі.....53
3 Үнемиеттік (экономикалық) бөлім.....55
3.1 ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау.....56
3.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау.....57
3.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу.....57
3.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу.....58
Қорытынды.....59
Пайдаланған әдебиеттер тізімі.....60

КІРІСПЕ

Электр станциялары үшін ЖЭС аумағындағы қоршаған ортаның жағдайы қолданылатын отын түріне, оны жағуды ұйымдастыруға, шаң мен газды жинау құрылғыларының жұмысына, ауаға түтін тарату қондырғысының орнатылуына байланысты. атмосфераны ұйымдастыруға, жабдықтарды пайдалануға және басқа электр станцияларының жұмысын ұйымдастыруға байланысты жағдайлар.

Сондықтан жылу электр стансасының мамандары қоршаған ортаны қорғау шараларының маңыздылығына мән беріп, құрал-жабдықтарды дұрыс таңдап, зиянды заттарды сыртқа шығармай, қалдықтарды тиімді пайдаланып, қоршаған ортаны бақылай білуі керек. Жылу-электр станциялары отынды өндіріп, пайдаланбас бұрын қоршаған ортаға зиянды заттардың 88% қосады (азот, күкірт оксидтері, күл және т.б.).

Қоршаған ортаны қорғау – өмірлік маңызды мәселе. Сондай-ақ, сіз қазіргі уақытта отынмен жабдықтауды пайдалана алмайсыз немесе жоғалта алмайсыз (басқа қуат көзі табылмайынша). Мұнай өнімдерін тұтыну да ерекше мәселе. Азот оксиді - зиянды қосылыс: азот оксидінің ең аз мөлшері тыныс алу жүйесін тітіркендіреді, құрылғылар мен жадты зақымдауы мүмкін, түтіннің пайда болуына және қаланың көрнекілігінің нашарлауына ықпал етеді.

Азот оксидтері N_2O_5 және SO_3 жоғарғы қабаттарында зиянды азот пен күкірт оксидтерінің (5%-ке дейін) түзілуіне ықпал етеді. Бұл жұмыста азот оксиді шоғырларының түзілуін тежеу және азайтудың негізгі бағыттары қарастырылған. Жанғыш азот оксидтерінің пайда болуын болдырмау үшін көмір шаңын 800-1200 К температурада 0,2-0,05 секундта пиролиздеу (оттегісіз қыздыру) қажет. А Бұл мақсат үшін өте қолайлы. көмір шаңын ошаққа жоғары концентрлі түрде беру. Бұл жағдай жанғыш азот оксидтерінің пиролизін болдырмау әдісінің негізі болып табылады.

1 Жылутәсілдік жалпы бөлім

Азот оксидтері, жану құбылыстарын жеделдету, кептіру газы, пиролиз, генераторлар, пневматикалық серіппелі пештер, технологиялық пештер, экстракторлар, шаң жинағыштар, иннераторлар, редукциялық оттықтар, үрлегіштер, ұнтақтағыштар, түтін сорғыштар, қыздыру контурлары, механикалық төзімділік, қоршаған ортаны қорғау, төмен жану .

Осы тақырып бойынша жұмыстың аралық кезеңінде Екібастұз ЖЭО-да КВТК-100-150-4 пешінің құрылымдық сұлбасы, көмір ұнтағын дайындау жабдықтары және оттық жабдықтары тексерілді. EZHEO-ның термиялық өңдеу есебі жасалып, Бибастұз көмірінің энергиясын жағу, қоршаған ортаны қорғау, көмірді ұнтақтайтын қондырғылар мен оттық жабдықтарының сипаттамалары анықталды.

Механикалық мерзімінен бұрын жану және когенерацияда азот оксидтерінің пайда болу себептері анықталды. Азот оксиді шоғырларының түзілуін басу және азайтудың негізгі бағыттары келтірілген. Химиялық генераторларды, ауа ағынды пештерді және отынды жағу, сору және кері жану өнімдерінен азот оксидін алу, көмір шаңының пиролизі үшін процестерді пайдалана отырып, көмір шаңын пиролизге арналған жер үсті жылу алмастырғыштарының әртүрлі термиялық схемалары салыстырылады.

Тіршілік ету ортасын қорғаудың ең тиімді жолы және мәселені этикалық шешу жолдары анықталып, ЭЖМ үшін тиісті шаралар қарастырылған.

1.1 Екібастұз көмірінің жануы кезіндегі азот тотықтарының шоғырын төмендету және пайда болуларын басатын негізгі бағыттар

1.1.1 Азот тотықтарының қалдықтарын төмендету және пайда болуын басатын негізгі әдістердің мекентанулық тиімділігі

Қазіргі заманғы экологиялық талаптар α=1,4 кезінде азот оксидтерін, күкіртті және күлді 200, 300 және 100 мг/нм3 дейін төмендететін жаңа жылу электр станциялары мен қондырғыларын құру және жетілдіруде тиімді тазалаудың маңыздылығын алдын ала анықтайды [1]. Бұл жағдайда отынды жағудың үш сатылы тік және екі сатылы көлденең әдісі; шаңды аралық корпусы бар рамаға тасымалдау, тозаңның жоғары концентрациясын бөлу, кезеңді жану организмдері, ауаны шаңға қайта бөлу, қабаттар мен жеке жанарғылар арасында азотты каталитикалық азайту. аммиакпен 500÷550-ден 200мг/нм3-ке дейінгі қалдық оксидтер - қалпына келтіруді жоспарлауға ерекше назар аударыңыз. Берілген болжам даусыз.

Жалпы, үш сатылы күйдіру әдісі шет елдерде «ребеннинг-процесс» немесе 1982 жылы Йоширо Такахаши негізін салған МАКТ әдісі ретінде белгілі [2]. O2 =3 ÷4,5% диапазонында артық ауасы бар қарама-қарсы оттықты пайдаланып

көмір шаңының қалыпты жануы кезінде азот оксидтерінің концентрациясы 0,8÷1,0 г/нм3 болса, кезеңдік жану теориялық қажетті ауаның 85%-ын азайтады. NOx 0,4÷0,55 г/нм3 дейін Бұл диапазондағы артық ауаны жану жүйесіне үш кезеңде енгізу азот оксидтерінің концентрациясын 0,16÷0,2 дейін төмендетеді. Сондай-ақ осы сәтте негізгі отынның артық ауа көбейткішінің 1,0 болуы маңызды.

Жанумен салыстырғанда механикалық жану үшін қолайлы. Бұл әдістің маңыздылығы жетіспейтін ауа-отын қоспасы негізгі оттық үстіндегі пешке айдалады. Нәтижесінде жану өнімдері азаяды және тотықсыздандырғыш газдар ретінде әрекет етеді. Бұл газдардың негізгі отын жалынында түзілетін азот оксидтерімен әрекеттесуі молекулалық азоттың NO-ға дейін төмендеуіне әкеледі. . Көмекші оттықтың үстінде аз жану өнімдерінің толық жануын ауамен қамтамасыз ететін саптама орналасқан. Алайда, жергілікті ауаның артық көбейткіші 1,0 ÷ 1,1-ден 0,7-ге дейін төмендегенде, [3] бойынша әртүрлі көмірлердің пайызы 0-ден 9 ÷ 14% -ға дейін артып, ортасында күкіртсутек түзіледі. Сондықтан күкіртті отынды жағу кезінде қазандықтың NRC экранында жоғары температуралы газ коррозиясы (коррозия) пайда болады, бұл сенімділік пен пайдалану тиімділігін төмендетеді.

Екінші себепке келер болсақ [1], EGRES-1 бақылау нәтижелерінен және басқа деректерден көмір шаңының мөлшерін көбейту азот оксидтерінің түзілуін айтарлықтай төмендететінін көруге болады [5-7] Ауа қоспасы ауамен аз қаныққандықтан, ол тезірек жанады және барлық жалынның жану қарқындылығын алдын ала анықтайды, сондықтан бұл шара механикалық толық емес жанумен бірге жүреді. Дегенмен, жалынның таралу жылдамдығы ауа қоспасындағы көмір шаң бұлтының белгілі мәніне дейін артады. Егер қайталама бу беру тиісті ұйыммен өтелмесе, оның одан әрі өсуіне байланысты кокстың қалдық жануы ұшқынның жану жылуымен шектелмейді, ал оттегінің жетіспеушілігі жалынның таралу жылдамдығын төмендетуі мүмкін. Жалынның тұрақтылығын болжау мүмкін еместігі, жалынның термиялық әрекетін немесе жану тәртібін нақты бақылаудың жоқтығы бұл тұжырымдама үшін маңызды емес.

Үшінші «өте мыс келдек» [1] – азот оксидтерінің аммиакпен тотығуы да шектелген. Мысалы, 0,37 кг/с аммиакты өте төмен бағамен (пештің ауданы 10 х 22 м 0,5 г/нм³) бөлу біршама қиындықтар туғызады. Шын мәнінде, бұл сұрақты аммиак - ауа қоспасының белгілі бір мөлшерін қосу арқылы шешуге болады. Сонымен қатар, күкіртті тазалаудан кейін азот оксидтерінің каталитикалық тотығуы үшін 55 ˚С температурасы бар түтін газын 320 ÷ 350 ˚С дейін қыздыру қажет. Осы белгіленген шаралардан басқа ауа қоспасында азоттың белсенді заттары бар оксидтердің түзілуіне қарқынды әсер ететін әлсіз оттегі болып табылатын шаң түріндегі отынды жағудың бір сатылы әдісін енгізу жоспарлануда. EMAPP-2 [10]. Мұндағы мәселе жеткілікті төмен температурада (Tg=950K) газ шаң ағынында оттегі болған кезде отындағы азот оксидтері пайда бола бастайды [11].

Бірінші өрт аймағының температурасының 950-ден 1400К-ге дейін жоғарылауы азот оксидтерінің мөлшерінің күрт өсуіне әкеледі, ал 1500К жоғары температурада жанғыш азот оксидтерінің шығарылуы аздап артады. Тәжірибелер [12] және одан кейінгі [13] шаңды инертті атмосферада қыздырған кезде азот оксидтерінің алдын алудың қарқындылығы туралы қызықты фактіні анықтады. Бұл құбылыс [14,1] арқылы түсіндіріліп, пиролиз кезінде түзілетін белсенді азот түрлері оттегімен қанықканға дейін белсенді азот түріне айналады және өлшеу негізіне азот оксидтерінің алдын алу алынады. АЕІ-де әзірленуде [1, т.б.].

1.2 Отын пиролизінің үнемиеттік тиімділігі және оның өнімдерін жағу

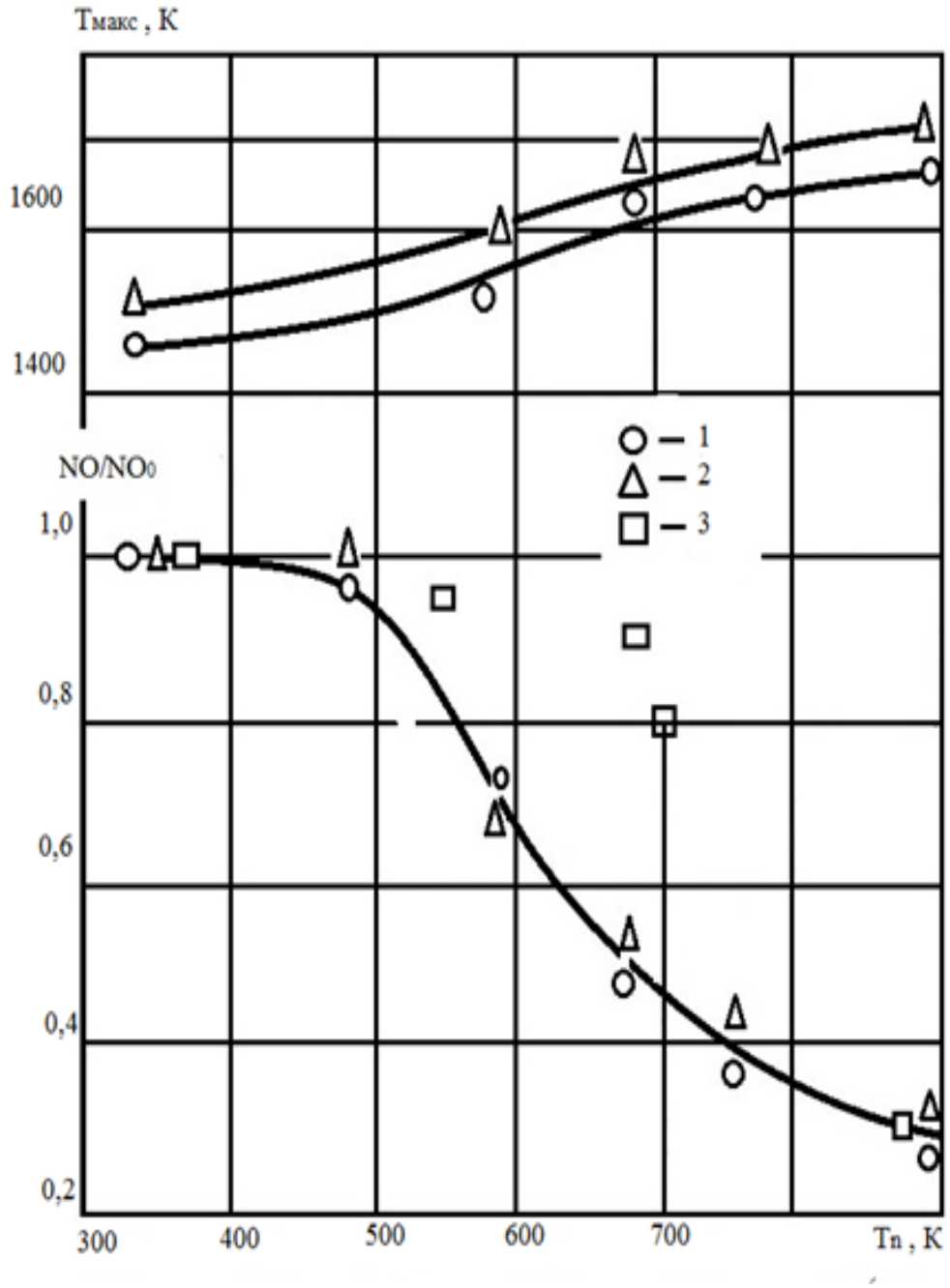
Пиролиз кезінде жарылысқа қарсы қауіпсіздік шаралары қажет. Шаң өзінің үлкен беті (200-2000 м²/кг) болғандықтан, оның бетіндегі ауаны жұтып, оңай сіңіп қана қоймайды, сонымен қатар, әсіресе жоғары температурада жарылғыш. Сондықтан газдарды кептіру және машинада және пиролиз процесінде тиісті тазалау қажет. Пиролиз үшін аралық ұнтақ жүйелері тікелей үрлеу жүйелерінен жоғары. Шарлы диірмендерді қолданатын дене аралық тозаңды дайындау жүйелері жану процесін жақсартуға тамаша мүмкіндік береді.

Жанармай пиролизінде тозаң қоспасы жылу алмастырғышқа беріледі және шаңды оттыққа беру үшін пайдаланылатын аралық шаң кептіргіш арқылы өтеді, ал өңделген ыстық газдың бір бөлігі тазалау үшін пайдаланылады. отынды құрғатыңыз.

Жанармай жағуға арналған тотықтырғыш ретінде берілетін ауа оттық қораптағы жылу деңгейін арттыру үшін қызады. Ол жалын және жану тұрақтылығы құбылысын күшейтуге, нашар химиялық және механикалық жану кезінде жылу шығынын азайтуға, әсіресе ылғалды отын үшін жану жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді.

Әдетте ауа температурасының жоғарылауы отынның және атмосфералық азот оксидтерінің пайда болуына әкеледі. Пиролизде жанғыш азот әдетте азот бөлшектеріне ауысады, ал 1800К аспайтын температурада ауа оксидтерінің түзілуі салыстырмалы түрде төмен. Сондықтан бастапқы ауа жылуын екіншілік ауа жылуына дейін қыздыруға болады.

Ауаны жоғары температураға дейін қыздырып, бір ағынмен оттыққа жіберуге болады. Дегенмен, азот пен күкірт оксидтерінің пайда болуын болдырмау және жану процесін күшейту үшін оттық пен пешке қосымша дифференциалды ауа беруді қамтамасыз ету керек.



1.1 – сурет - Алаудағы NO-ның қатыстық шығуына тозаңды қыздыратын ыстықтың ықпалы

1.1-сурет бойынша оттықтағы артық ауаның көбейткіші: 1) - 0,97; 2) – 1,16 – Березовский көмірі [13]; 3) – 1,17÷1,20 – Кузнецкий көмірі [23]; Көмір шаңын жоғары концентрацияда пайдаланған кезде оның азот оксидтерінің түзілуін болдырмайтыны, жану процесін күшейтетіні, отынның механикалық аз жануынан жылу шығынын азайтатыны анықталды. Пиролиз өнімдерін пайдалану кезінде келесі оң нәтижелерге қол жеткізіледі. Түтіндеген ыстық ауаны ауа қыздырғыштың газ жолына қайтару қыздырылған ауаны жылу өткізгіштікке ауыстырады, ауа қыздырғыштың сыртындағы газ температурасын

өзгеріссіз қалдырады [15]. Жану жылуының жоғарылауы радиациялық қыздыру бетімен жұтылатын жылудың үлесін арттырады. Сонымен қатар, суды үнемдеумен қатар, газдың қаттылығы мен жылуы артады. Бұл қоректік судың жаңартылатын жылыту жылуын арттырады және осылайша жылу станциясының тиімділігін арттырады.

Сәулелі жылу беру шегін ұлғайту әдеттегі және қазандық көбігін жоюға, сондай-ақ суды үнемдейтін жылыту бетін азайтуға болады. Эконайзерден шығатын газ температурасының жоғарылауы төмен температурада тотығуды азайтады. Қатты әдіспен толық өңдеу /16/ жасанды сұйық отын алу үшін қатты отынның химиялық потенциалының тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар қоршаған ортаны стандартта көрсетілген зиянды заттардан қорғайды. Сондықтан электр станциялары, әсіресе көмір өңдеу зауыттары үшін тіршілік ету ортасын қорғаудың артықшылықтарын түсіну және оларды өңдеу өнімдерін беру маңызды болып отыр.

Теориялық есептеулер, тәжірибелік зерттеулер және өндірістік бақылаулар бойынша өнімді ЖЭС пештерінен Қана-Ачинский көмір өнімдеріне қатаң әдістермен көшіру азот оксидінің бөлінуін 2-3 есеге, күкірт оксидін 1,5 есеге азайтады. -2 рет [17]. Экономикалық нәтижелер [17] денсаулық сақтау, үй шаруашылығы, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы сияқты жергілікті шығындардың сомасы ретінде есептелуі керек /18,19/. Түс концентрациясы пайда болған кезде СРК үлесі: Аудандық интеграциядан энергия өндіру өнімдерін азайтуға көшу арқылы ауаның ластануы 0,1-ге төмендеді; 3,5 үнемдеу эффектісі жылына 140, 330, 740, 1060 мың. рубльге тең болды.

1.3 Көмір дайындау жүйесі мен ЕЖЭО КВТК-100-150-4 қазанында отын жағудың сипаттамасы

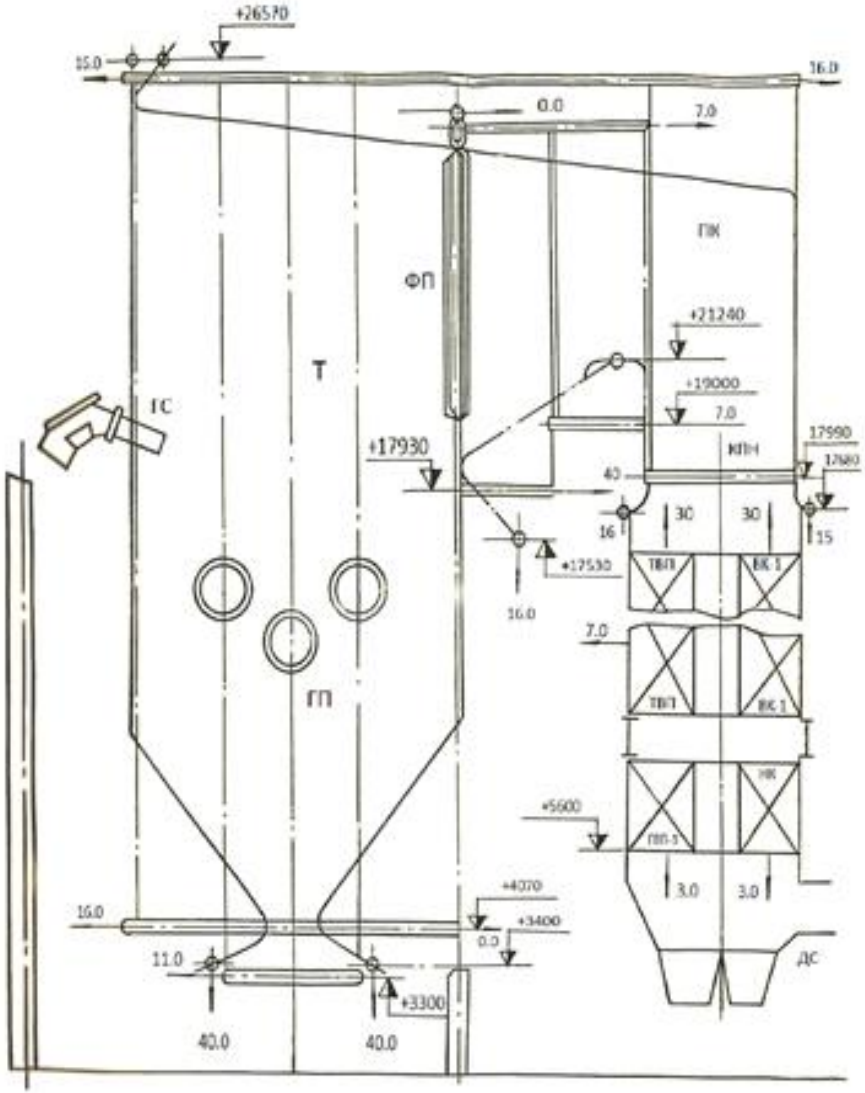
1.3.1 КВТК-100-150-4 қазанының жылутәсілдемелік сипаттамалары

Негізгі жылулық параметрлер 1.2-суретте және 1.1-кестеде көрсетілген. [20] мәліметтері бойынша Доғабастұз көмірінің физика-химиялық, жылулық және есептеулік қасиеттері 1.2-кестеде көрсетілген. Оттық құрылғыларының әдістемелік сипаттамалары 1.3-кестеде көрсетілген.

1.1 – кесте - КВТК-100-150-4 қазанының жылутәсілдемелік сипаттамалары

Аталуы	Белгі-леуі	Өлшем бірлігі	Шамасы	Сипаттамасы
2	3	4	5	6
Қазан түрі	КВТК-100-150-4	-	-	Көмір тозаңды, су қыздырғыш қазан

Стансадағы қазан саны	$n_{кот}$	Дана	4	-
Жұмыс тәртібі	-	-	-	негізгі (кей жағ-дайларда шыңдық)
Түрі және орналастыруы	-	-	-	Суқұбырлы,тік ағынды, П-үлгілі орналастырылған
Қазанның жылу өндірулігі а)көрсетілген б)мүмкінше	а)$Q_{ном}$ б)$Q_{мах}$	(Гкал/ч)/МВт — / /—	100/116,306 99/115,143	Бір уақытта бір оттықта екі отын-ды ұзақ жағу рұқ-сат етілмейді
Мазутпен жұ-мыс істегенде қазанның жылу өндірулігі	$Q_м$	(ГКал/ч)/МВт	30/34,892	Ауа қоспасының арнасына ауа беріледі
Ошақ көлемі	$V_т$	$м^3$	936	-
Ошақты қалқандау деңгейі	χ	-	0,98	-
Ошақ қимасының ау-даны	F	$м^2$	50	-
Оттық деңгейінің еселеуіші	$X_г$	-	0,388	-
Жалпы есептік есе-леуіші	$\Psi_{ср}$	-	1	-



№	Белгіленуі	Аталуы	Саны	Ескерту
1	Т	Ошақ	1	
2	ГП	Тозаңды оттық	6	
3	ГС	Жіберілмелі оттық	4	
4	ФП	Әдіптік бет	1	
5	ПК	Бұрылмалы құты	1	
6	КПН	Ағындық қыздыру беті	1	
7	ТВП	Түтікшелі ауа - қыздырғыш	1	
8	ВК	Жоғарғы қораб	2	
9	НК	Төменгі қораб	1	
10	ДС	Түтін сорғыш	1	

1.2 – сурет - КВТК -100 – 150 4 қазанының көлденең қимасы

1.1 – кестенің жалғасы

Аталуы	Белгі-леуі	Өлшем бірлігі	Шамасы	Сипаттамасы
2	3	4	5	6
Тиімді сәуле қабыл-дайтын беті	$H_л$	$м^2$	6,08	-
Сәулелену қабатының тиімді қалыңдығы	$S_{эф}$	м	5,43	-
Көлемнің жылу кер-неуі	q_v	$МВт/м^3·ч$	$0,165·10^3$	-
Қиманың жылу кернеуі	q_F	$МВт/м^2·ч$	$2,2·10^6$	-
Тиімді беттің орташа жылулық жүктемесі	$q_л$	$ккал/м^2·ч$	$85,4·10^3$	-
Ошақ құтысының жылу қабылдауы	$Q^т_л$	ккал/кг	1797	-
Ошақтың қаралану деңгейі	$\alpha_т$	-	0,983	-
Тиімділік еселеуіші	$\psi_{эк}$	-	0,366	-
Отынның сағаттық шығыны: а)жобалы б)толық в)есептік	$B_{пр}$ $B_{пол}$ $B_р$	кг/ч	29,500 29,300 28,900	-

1.2 – кесте - Екібастұз көмірінің сипаттамалары

Аталуы	Екібастұз көмірі
Алабы, туылған жер ауданы	Қазақ ССР-і
Туылған жер аталуы	Екібастұз
Таңбасы	СС
Табы немесе байыту өнімі	Р

1.3 – кесте - Екібастұз көмірінің физика – химиялық, жылутәсілдемелік және есептік сипаттамалары

Көміртек Сутегі Азот Оттегі Органикалық күкірт	$C^г$ $H^г$ $N^г$ $O^г$ $S^г_о$	80,3 5,2 1,5 11,8 1,2	Отынның ыстықтық маңызы,%
Ылғалдылық Күлділік Колчедандық күкірт Органикалық күкірт Көміртек Сутегі Азот Оттегі	$W^р$ $A^р$ $S^р_к$ $S^р_о$ $C^р$ $H^р$ $N^р$ $O^р$	7 38,1 0,4 0,4 43,4 2,9 0,8 7	Отынның жұмыстық маңызы,%
Күлділік Колчедандық күкірт Органикалық күкірт Көміртек Сутегі Азот Оттегі	$A^с$ $S^с_к$ $S^с_о$ $C^с$ $H^с$ $N^с$ $O^с$	40,97 0,43 0,43 46,66 3,12 0,86 7,53	Отынның құрғақ маңызы,%
Ұшқын шығуы Құрғақ маңыздың күлділігі Ылғалданғыштық ылғал	$V^г$ $A^с$ $W^{ги}$	31 39 2,5	-
Ылғалдылық Күлділік Ұшқын шығуы	$W^р_{пр}$ $A^с_{пр}$ $V^г_{пр}$	10 40÷60 24,2	Жасалу сипаттамалары, %
Ылғалдылық Күлділік	$W^п$ $A^п$	1,94 8,71	Келтірілген сипаттамалары, %
Жалған Үйілген	$\Upsilon_{тл.каж}$ $\Upsilon_{тл.нас.}$	1,6 1	Отынның меншікті салмағы,нм^3/кг
Отынның жұмыстық маңызы Отынның ыстықтық маңызы	$Q^н_р$ $Q^н_с$	18,88/4510 -	Төменгі жану жылуы,)

1.3 – кестенің жалғасы

	t_1 t_2 t_3	1.300 >1.500 >1.500	Күлдің ерігіштігі, ˚С
Ұшқын қалдықтың сипаттамалары			Ұнтақ тәріздіден нашар піскенге дейін
Ылғалдылық ШВМ үшін ММ және М-В үшін СМ үшін	$W^{пл}$ жіңішкелік R_{90}	1,3 ÷ 3,0 15 ÷ 25 15 ÷ 20	Тозаңның сипаттамалары,%
Таратылу әдісті еселеуіш Ауаның теориялық шығыны		1,35 4,55	$К_{ло}$, - V°,нм^3/кг
	V_{RO2} V_{N2} V_{H2O} $V^{\circ}_{г}$	0,84 3,6 0,51 4,9	Жану өнімінің көлемі, нм³/кг

1.4 – кесте - КВТК–100–150–4 қазанының оттық құрылғысының сипаттамалары [20,21]

Аталуы	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Шамасы	Сипаттамасы
1	2	3	4	5
Қазанның негіз-гі оттықтарының саны	$\eta^{\circ}_{г}$	шт	6	-
Қазанның тас-танды оттықтары-ның саны	$\eta^{сб}_{г}$	шт	4	-
Негізгі оттық-тардың орналасуы а) жоғарғы қабат	$h_г^{овр}$	мм	11.850	Ошақтың “үшбұрыш биіктігімен төменге” схемасы бойынша бүйір қабырғаларын-да
б) төменгі қабат	$h_г^{онр}$	мм	9.750	

1.4 - кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
Тастанды оттық-тардың орналасуы	$H^{сб}_{г}$	мм	13.700	Ошақтың бұрыштарына қабырғаға қатысты α=135˚ - пен орналасқан. Оттықтардың өстері 15˚ - пен төменге қарай көлбеуленген. Салқындату үшін ұштарына “сыртқы жейде” арқылы ауа беру жасалған.
Негізгі оттықтар-дың жоғарғы және төменгі беттерінің м/д ара қашықтығы	$\Delta h^{\circ}_{г}$	мм	2.100	-
Негізгі оттықтардың тастан-ды және жоғарғы бет-терінің м/д ара қа-шықтығы	$\Delta h_{г}^{сб/овр}$	мм	1.850	-
Негізгі оттықтар-дың түрі	-	-	-	Қалақшалы-қалақшалылар
Тастанды оттық-тардың түрі	-	-	-	-
Негізгі оттықтардың ауа қоспасының құйын-дары	-	-	-	Бір қалыпқа келтірілген қалақшалардан тұрады
Негізгі оттықтар-дың екіншілік буы-ның құйындары	-	-	-	Бір қалыпқа келтірілген бұрылысты “жүріспен” қалақшалардан тұрады
Негізгі оттықтар-дың мазутты бүрке-гіштерінің түрлері	ФМП	-	-	Қос механикалық шашыра-тылған бүркегіш
Негізгі оттықтар-дың қуаты (жылу өн-дірулігі)	$N^{\circ}_{г}$	$\frac{Гкал/ч}{МВт}$	16,889/ 19,642	-
Тастанды оттық-тардың қуаты	$N_{г}^{сб}$	$\frac{Гкал/ч}{МВт}$	2,353/ 2,737	-
Негізгі оттықтар-дың мазутты бүрке-гіштеріндегі бу қы-сымы	$P^{м}_{фпм}$	кг/см^2	4	-

1.4 – кестенің жалғасы

1	3	4	5
Негізгі оттықтардың мазут-ты бүркегіштеріндегі мазуттың қысымы	$P^{м}_{фпм}$	кг/см^2	1,5-2
Қазанның жылу өндірулігі (6нег.+ 4таст.) а)көрсетілген б)мүмкінше	$Q_к$ $Q^{ном}_к$ $Q^{мак}_к$	$\frac{Гкал/ч}{МВт}$ $\frac{Гкал/ч}{МВт}$ $\frac{Гкал/ч}{МВт}$	100/ 116,3 100/ 116,3 99/ 115,14
Негізгі оттықтағы құбыр қондырғысының қабырғасының шығыс қосөресі мен қалыңдығы	$D^{\circ}_{у}\times\delta^{\circ}_{у}$	Мм	273×5
Негізгі оттықтағы ауа қос-пасы арнасының қабырғасының шығыс қосөресі мен қалыңдығы	$D^{\circ}_{ас}\times\delta^{\circ}_{ас}$	Мм	480×10
Негізгі оттықтағы екіншілік ауа арнасының қабырғасының шығыс қосөресі мен қалыңдығы	$D^{\circ}_{вв}\times\delta^{\circ}_{вв}$	Мм	880×10
Негізгі оттықтың сыртөл-шемді өлшемдері	$l^{\circ}_{г}\times б^{\circ}_{г}\times h^{\circ}_{г}$	Мм	2.900×1.980 ×1.580
Қазанның негізгі оттықта-рындағы мазутты бүркегіштері-нің саны	$n^{\circ}_{фпм}$	Дана	6
Құбыр қондырғысының ар-насының шығардағы қимасы	$F_{уст}=\frac{\pi*D_y^{o^2}}{4}$	м^2	$5{,}854\cdot10^{-2}$
Негізгі оттықтың ауа қоспа арнасының шығардағы қимасы	$F_{ас}=\frac{\pi*(D^{\circ 2}ас-D^{\circ 2}у)}{4}$	м^2	$12{,}242\cdot10^{-2}$
Негізгі оттықтың екіншілік ауа арнасының шығардағы қи-масы	$F_{вв}=\frac{\pi*(D^{\circ 2}вв-D^{\circ 2}ас)}{4}$	мм^2	$42{,}726\cdot10^{-2}$

1.4 Көлемдерді, шығындар мен ауа қажырын және жану өнімдерін есептеу

Қазандық қондырғының жылуын есептеудің әдеттегі әдісі бойынша КВТК-100-150-4 пешінің газ құбырлары бар ауа және жану өнімдерінің мөлшерін, құнын және шығынын есептеу [22], нәтижелер 1.2 кестеде көрсетілген.

1.5 – кесте - Екібастұз көмірін жаққан кездегі түтін газдарының теориялық көлемі, маңызы және шығындары

Шама атауы	Көлемдер, нм^3/кг		Маңыздары, кг/кг		Шығындары			
	Мағынасы	Шамасы	Мағынасы	Шамасы	Көлемдік, нм^3/с		Маңыздық, кг/с	
					Мағынасы	Шамасы	Мағынасы	Шамасы
Құрғақ ауаның теориялық саны	$\bar{V}^\circ$	4,42	$\bar{L}^\circ$	5,716	V°	36,22	L°	46,84
Азоттың теориялық саны	$\bar{V}^\circ_{N2}$	3,498	$\bar{G}^\circ_{N_2}$	4,374	$V^\circ_{N_2}$	28,66	$G^\circ_{N_2}$	35,84
Үшатомды газдардың саны	$\bar{V}_{RO_2}$	0,815	$\bar{G}_{RO_2}$	-	V_{RO_2}	6,68	G_{RO_2}	-
Сулық будың теориялық саны	$\bar{V}^\circ_{H_2O}$	0,48	$\bar{G}^\circ_{H_2O}$	0,386	$V^\circ_{H_2O}$	3,933	$G^\circ_{H_2O}$	3,163

1.6 – кесте - Екібастұз көмірін жаққан кездегі КВТК-100-150-4 қазанының газ жолындағы түтінді газдардың нақты көлемі, маңызы және шығын-дары, үшатомды газдардың көлемдік бөліктері және күл шоғыры

Шама атауы	Өлшемі	Мағынасы	Кейіптемесі	Қазанның газ жолы				
				Ошақ, ПК қалқаны	КПН	ТВП-2	ТВП-1	қазаннан кей.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ауа артықтық еселеуіші	-	α	ж/қ жылулық есептеуінен	1,2	1,21	1,23	1,245	1,25
Сулық будың көлемі	нм^3/кг	$\bar{V}^{\circ}$	[22]	0,494	0,495	0,496	0,497	0,498
Сулық будың маңызы	кг/кг	$\bar{G}_{H2O}$	$Q_{нфу} \cdot \bar{V}_{H_2O}$	0,397	0,398	0,399	0,4	0,401
Сулық будың көлемдік шығыны	нм^3/с	V_{H_2O}	$B \cdot \bar{V}_{H_2O}$	4,048	4,056	4,064	4,072	4,081
Сулық будың маңыздық шығыны	кг/с	G_{H_2O}	$B \cdot \bar{G}_{H_2O}$	3,253	3,261	3,269	3,278	3,286
Түтінді газдың көлемі	нм^3/кг	$\bar{V}_г$	[22]	5,691	5,736	5,826	5,893	5,916
Түтінді газдардың маңызы	кг/кг	$\bar{G}_г$	[22]	7,547	7,604	7,72	7,806	7,835

1.6 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Түтінді газдардың көлемдік шығыны	нм^3/с	$V_г$	$B \cdot \bar{V}_г$	46,63	47,001	47,738	48,287	48,476
Түтінді газдардың маңыздық шығыны	кг/с	$G_г$	$B \cdot \bar{G}_г$	61,84	62,307	63,258	63,962	64,2
Үшатом-дық газдардың көлемдік бөлігі	-	r_{RO_2}	[22]	0,143	0,142	0,14	0,138	0,138
Сулық будың көлемдік бөлігі	-	r_{H_2O}	[22]	0,087	0,086	0,085	0,084	0,084
12. Үшатом-дық газдардың қосынды бөлігі	-	$r_{RO_2+H_2O}$	$r_{RO_2}+r_{H_2O}$	0,23	0,228	0,225	0,222	0,222
Түтінді газдардағы күлдің өлшемсіз шоғыры	кг/кг	$\mu_{зл}$	[22]	0,048	0,0476	0,0469	0,0464	0,0462

1.7 – кесте - КВТК-100-150-4 қазанының газ жолынан кейінгі түтінді газдардың қажырлары, кДж/кг отын

Ауа артықтығы			1,2		1,21		1,23		1,245	
t,˚C	Қажыры, кДж/кг		қазан		КПН		ТВП – 2		ТВП-1	
	Газдың	Ауаның	Iг	ΔIг	Iг	ΔIг	Iг	ΔIг	Iг	ΔIг
100	665,7	556,9	777,1	794,7	782,6	800,4	793,8	811,5	802,1	820
200	1348,2	1117,9	1571,8	818,1	1583	823,8	1605,3	835,3	1622,1	843,9
300	2051,6	1691,5	2389,9	845,8	2406,8	851,7	2440,6	863,5	2466	872,2
400	2780,2	2277,7	3235,7	865	3258,5	871	3304,1	882,9	3338,2	891,9
500	3525,4	2876,5	4100,7	884,4	4129,5	890,4	4187	902,7	4230,1	911,9
600	4287,5	3487,8	4985,1	904,4	5019,9	910,7	5089,7	923,2	5142	932,7
700	5066,3	4115,8	5889,5	931,1	5930,6	937,6	6012,9	950,3	6074,7	959,8
800	5870,2	4752,2	6820,6	951,3	6868,2	957,5	6963,2	970,2	7034,5	979,7
900	6695	5384,5	7771,9	959,6	7825,7	966,2	7933,4	979,3	8014,2	989
1000	7524	6037,7	8731,5	970,6	8791,9	977,2	8912,7	990,5	9003,2	1000,5
1100	8361,4	6703,4	9702,1	971,4	9769,1	978,1	9903,2	991,5	10003,7	1001,6
1200	9198,8	7373,3	10673,5	1009	10747,2	1015,8	10894,7	1029,1	11005,3	1039,2
1300	10073,9	8043,2	11682,5	1058,6	11763	1065,4	11923,8	1079,2	12044,5	1089,4
1400	10995,1	8729,9	12741,1	1028,3	12828,4	1035,1	13003	1048,8	13133,9	1059
1500	11886,9	9412,4	13769,4	1016,6	13863,5	1023,5	14051,8	1037,2	14192,9	1047,6
1600	12766,2	10099	14786	1054,2	14887	1061,1	15089	1074,8	15240,5	1085,1
1700	13683,1	10785,7	15840,2	1025,1	15943,1	1031,9	16163,8	1045,7	16325,6	1055,9
1800	14570,8	11472,4	16865,3	1078,5	16980	1085,5	17209,5	1099,5	17381,5	1110,2
1900	15508,6	12175,8	17945,8	1040,9	18065,5	1048	18309	1062,1	18491,7	1072,6
2000	16408,9	12879,2	18984,7	-	19113,5	-	19371,1	-	19564,3	-

1.5 Шикі Екібастұз көмірімен ШДД – нің ұнтақталу өндірулігін есептеу

Екібастұздың шикі көмірін ұнтақтау шығымы центрден тепкіш сепаратордағы цилиндрлік дөңгелегі бар диірменнің келесі сипаттамаларымен анықталады [23]:

$$B = \frac{0,11 \cdot D_б^{2,4} \cdot L_б \cdot n_б^{0,8} \cdot \psi^{0,6} \cdot K_{ло} \cdot П_{вл1} \cdot П_{вл2} \cdot K_{вен} \cdot K_{бр} \cdot K_{эк}}{П_{др} \cdot \sqrt{\ln \frac{100}{R_{90}}}}, \text{ т/ч} \qquad (1.1)$$

мұнда:

$D_б$ – дағыралы диірменнің ішкі қосөресі, м;

$L_б$ – дағыралы диірменнің ішкі ұзындығы, м;

$n_б$ – дағыраның айналу жылдамдығы, айн/мин;

$\Psi_б$ – дағырыны шармен толтыру деңгейі:

$$\psi_б = \frac{G_ш}{\gamma_{ш,нас} \cdot V_б}; \qquad (1.2)$$

$G_ш$ - ұсатқыш шарды тиеу, т;

$\gamma_{sh,nas}$ - сфералық қаданың үлестік мәні (4,9 т/м³-ге тең қабылданған);

$V_б$ - резервуардың ішкі көлемі, м³;

$K_{ло}$ – ВТИ өлшеміне байланысты отынның ұсақтау қабілеті; PVL1 - ылғалдылықты түзету коэффициенті, ол отынның ұнтақталуына әсер етеді;

P_{VL2} - шикі көмір салмағына қатысты көмірдің орташа ылғалдылығын қайта есептеу үшін көбейткіш;

Qu_{en} - SDD шығысындағы желдеткіш әсерін ескеретін мультипликатор;

$K_{бр}$ - сауыттың пішінін ескере отырып (ескі гофрленген бронь үшін (Кбр = 1);

$K_{ек}$ - жұмыс жағдайында сорғының жоғарылауынан, отын сапасының нашарлауынан және өнімділіктің төмендеуін ескеретін көбейткіш. басқа себептер;

P_{dr} - 5x5 мм ұяшықты елеуіштің (R5) қалдығы бойынша анықталатын көмірді ұнтақтау дәрежесіне байланысты өнімділіктің эволюциясын ескеретін түзету коэффициенті;

R90 – 90 мкм ойық електегі қалдықпен анықталатын сепаратордан кейінгі тозаңның жұқалығы, %; ln(100/R90) – сепаратордан кейінгі шаңның жұқалығына байланысты өнімділіктің эволюциясын ескеретін шама. Шеңберді көпіршіктермен толтырудың тиімді деңгейі (1.4-сурет [23]) оның салыстырмалы айналу жылдамдығына байланысты алынады nb/ncr, мұндағы nkr – шеңбер бетінің айналу жылдамдығы және келесі формуламен анықталады.

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D_б}}, \text{ айн/мин} \qquad (1.3)$$

Бұл ретте электр қайратының (ұнтақтауға және ауаментасымалдауға) ең төменгі меншікті шығын қосындылары қамтамасыз етіледі.

Дағыраны шарлармен толтырудың есептік дәрежесі шарлы жүктемені қылта жиегінен 50 мм төмен мүмкіндікпен орналастыруы ескертілген мүмкінше рұқсаттан ($\Psi_б^{max}$) асырылмау қажет.

$П_{вл1}$ және $П_{вл2}$ еселеуіштері келесі кейіптемемен табылады:

$$П_{вл1} = \sqrt{\frac{К^2 - (W^{ср})^2}{К^2 - (W^{ги})^2}}\ , \qquad (1.4)$$

$$П_{вл2} = \frac{100 - W^{ср}}{100 - W_1}\ , \qquad (1.5)$$

мұнда: К – келесі кейіптемемен есептелетін отынның ылғалдылығын мүмкін-ше сипаттайтын шама

$$К = 1 + 1{,}07 \cdot W^р\ ; \qquad (1.6)$$

$W^{ги}$ – отынның ылғал жұтқыш ылғалдылығы, % ;

$W_1 = W^р$ – қондырғыға түсетін отын ылғалдылығы, % ;

$W^{ср}$ – дағырада ұнтақталынатын отынның орташа ылғалдылығы:

$$W^{ср} = \frac{W'_м + 3 \cdot W^{пл}}{4} \qquad (1.7)$$

W′м – диірмен алдындағы отын ылғалдылығы, % ;

$$W'_м = \frac{W_1 \cdot (100 - W^{пл}) - (W_1 - W^{пл}) \cdot (а + в - ав)}{(100 - W^{пл}) - (W_1 - W^{пл}) \cdot (а + в - ав)}\ , \% \qquad (1.8)$$

а,в – сәйкесінше бірінші және екінші сатылы кептіргіштен алынған ылғал мөлшері; төмен түсетін кептіруі бар қондырғы үшін 0,4 ; құбыр үшін – кептіргіштер – 0,6;

Ұнтақтау шарты бойынша тозаң жүйесінен кейінгі ауаның тиімді шығыны келесі кейіптемемен анықталады:

$$V_{мв,опт} = \frac{38 \cdot V_б}{n_б \cdot \sqrt{D_б}} \cdot \left(1000 \cdot \sqrt[3]{К_{ло}} + 36 \cdot R_{90} \cdot \sqrt{К_{ло}} \cdot \sqrt[3]{\psi_б}\right)\ , \frac{м^3}{ч} \qquad (1.9)$$

Дағыраның айналуына (білік қозғалтқышына) қолданылатын қуат келесі кейіптемемен анықталады:

$$N_{в.дв} = \frac{1}{\eta_{прв}} \cdot \left(0{,}122 \cdot D_б^3 \cdot L_б \cdot n_б \cdot \gamma_{ш,нас} \cdot \psi_б^{0,9} \cdot К_{бр} \cdot К_{тл} + 1{,}86 \cdot D_б \cdot L_б \cdot n_б \cdot S_б\right), кВт \qquad (1.10)$$

мұнда: $К_{тл}$ – ұнтақталатын отынның қасиетін ескеретін еселеуіш, ол дағыраны шармен толтыру $Ψ_б$ дәрежесіне тәуелді сызбақтан (4.10 сурет [23]) анықталады; $η_{прв}$ – Жетектің пайдалы әсер еселеуіші; $S_б$ – дағыра қабырғасының қалыңдығы, м.

1.7 - кесте – ШДД есептеу үшін мәліметтер

Аталуы	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Өлшем түрі		
			Ш - 10	Ш - 12	Ш - 16
			ШДД 250/390	ШДД 287/410	ШДД 287/470
Көрсетілген өндірулік (R5 = 20% АШ үшін Кло = 0,95	$В_{аш}$	т/сағ	10	12	16
Дағыраның өлшемі: Қосөресі Ұзындығы қимасы Көлемі Дағыра қабырғасының қалыңдығы	 $D_б$ $L_б$ $∫_б$ $V_б$ $S_б$	 мм мм $М^2$ $М^3$ м	 2500 3900 4,91 19,2 0,061	 2870 4100 6,46 26,5 0,071	 2870 4700 6,46 30,4 0,071
Дағыраның айналу жылдамдығы	$n_б$	айн/мин	20	18,7	18,7
Жүктелген шарлардың мүмкінше салмағы	$G_б^{max}$	т	25	30	35
Шамасы	$n_б^{0,8}$	-	11	10,42	10,42
Шамасы	$D_б^{2,4}$	-	9	12,6	12,6
Шамалардың көбейтіндісі	$D_б^{2,4}·L·n_б^{0,8}$	-	386	538	616
Диірменнің электр жабдықсыз маңызы	$G_м$	т	40	56	59
Құбырша қосөресі	dгор.	мм	700; 800; 900;	800; 900; 1000;	800; 900; 1000;
Жетектің ПӘЕ-і	$η_{прв}$.	-	0,865		
Жетектің түрі	Тісті бір сатылы қысым шегергіш				

1.8 - кесте – АШ және екібастұз көмірі (Ш-10, Ш-12, Ш-16) үшін ШДД есептеуінің қорытынды кестесі

Аталуы	Белгіленуі	Кейіптеме	Шамасы					
			Ш - 10		Ш - 12		Ш - 16	
			АШ	Екб. көм.	АШ	Екб. көм.	АШ	Екб. көм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Дағыраның аумалық айналу жылдамдығы	$n_{кр}$, айн/мин	$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D_б}}$	26,75		24,97		24,97	
2. Дағыраның салыстырмалы айналу жылдамдығы	$n_б/n_{кр}$	$n_б/n_{кр}$	0,747		0,749		0,749	
3. Дағыраны шармен толтырудың тиімді дәрежесі	$\psi_б^{опт}$	$\psi_б^{опт} = f\left(\frac{n_б}{n_{кр}}\right)$, 4.4.сурет [3])	0,215					
4. Шамасы	$\psi_б^{опт0,6}$	$\psi_б^{опт0,6}$	0,389					
5. Дағыраны шармен толтырудың мүмкінше дәрежесі	$\psi_б^{max}$	$\psi_б^{max} = \frac{G_ш^{max}}{\gamma_{ш.нас.} \cdot V_б}$	0,266		0,231		0,235	
6. Шамасы	$\psi_б^{max0,6}$	$\psi_б^{max0,6}$	0,452		0,415		0,419	
7. ВТИ өлшемесі бойынша отынның ұнтақталу қабілетінің еселеуіші	$К_{ло}$	1.1 Кесте [23]	0,95	1,35	0,95	1,35	0,95	1,35
8. Айырғыштан кейінгі тозаңның майдалылығы (Ø90мк саңылаулы елеуіш)	R_{90},%	1.1 Кесте [23]	7	20	7	20	7	20
9. Айырғыштан кейінгі өндіруліктің өзгеру шамасы	$\sqrt{ln\frac{100}{R_{90}}}$	$\sqrt{ln\frac{100}{R_{90}}}$	1,63	1,269	1,63	1,269	1,63	1,269
10. Отынды ұсақтау ірілігі	R_5,%	[23]	20					
11. Көмірді ұсақтау дәрежесі	$П_{др}$	4.6 Сурет, [23]	1,0					

1.8 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12. Дағыра үрлегішінің әсерлік еселеуіші	$К_{вен}$	$\frac{V_{мв}}{V_{мв.опт}} = 1$ шарты б/ша 4.8 Сурет [23]	1,0					
13. Құрыш пішінін ескеретін еселеуіш	$К_{бр}$	ескі емес толқынды құрыш үшін [23]	1,0					
14. Пайдалану шарттарын ескеретін еселеуіш	$К_{эк}$	[23]	0,9					
15. Ауаның тиімді шығыны	$V_{мв.опт}$, м^3/ч	2.9 кейіптемеден	26,1	37,1	35,9	51,1	41,2	58,6
16. Жұмыстық ылғалдылық	$W^р$, %	1.1 Кестеден [23]	7,5	7	7,5	7	7,5	7
17. Тозаңның ылғалдылығы	$W^{пл}$, %	1.1 Кестеден [23]	0,5	1,3	0,5	1,3	0,5	1,3
18. Ылғал жұтқыш ылғалдылық	$W^{ги}$, %	1.1 Кестеден [23]	2,5					
19. Отынның мүмкінше ылғалдылығын сипаттайтын шама	К	$К = 1 + 1,07 \cdot W^р$	9,03	8,49	9,03	8,49	9,03	8,49
20. Ұнтақталатын отынның қасиетін ескеретін еселеуіш	$К_{тл}$	4.10 Суреттен [23]	0,95	1,03	0,95	1,03	0,95	1,03
21. Диірмен алдындағы отынның ылғалдылығы 1. а = 0; в = 0; 2. а = 0,4; в = 0; 3. а = 0,6; в = 0 4. а = 0,6; в = 0,4	$W'_м$,%	4.7 кейіптемеден [23] $W'_м = \frac{W_1 \cdot (100 - W^{пл}) - 100 \cdot (а + в - ав)}{(100 - W^{пл}) - (W_1 - W^{пл}) \cdot (а + в - ав)}$	7,5 7,24 7,11 7	7,0 6,72 6,57 6,45	7,5 7,24 7,11 7	7,0 6,72 6,57 6,45	7,5 7,24 7,11 7	7,0 6,72 6,57 6,45

1.8 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
22. Дағырада ұнтақталатын отынның орташа ылғалдылығы	$W^{ср}$, %	$W_1 = W^р$						
1. а = 0; в = 0;		$W^{ср} = \frac{W'_м + 3 \cdot W^{пл}}{4}$	2,25	2,725	2,25	2,725	2,25	2,725
2. а = 0,4; в = 0;			2,186	2,654	5	5	25	2
3. а = 0,6; в = 0			4	4	4	5	14	5
4. а = 0,6; в = 0,4			6	66	6	6	6	6
23. Жүйенің барлық ылғал жиғышының алдын ала кептіруде алынған ылғал үлесі								
1. Отынның алдын ала кептіруінсіз	а;в	[23]	0; 0					
2. Кептіруді азайтқышы бар қондырғы болғанда	а;в	[23]	0,4; 0					
3. Құбыр кептіргіш қондырғы болғанда	а;в	[23]	0,6; 0					
4. Құбыр кептіргіш (1 сатылы) және кептіруді азайтқыш (2 сатылы) құрылғысында кептіргенде	а;в	[23]	0,6; 0,4					
24. Отынның ұнтақталуына әсер ететін ылғалдылықты ескеретін түзету еселеуіші	(4.4) [23]							
1. а = 0; в = 0;	$П_{вл1}$	$П_{вл1} = \sqrt{\frac{К^2 - (W^{ср})^2}{К^2 - (W^{ги})^2}}$	1,008	0,991	1,008	0,991	1,008	0,991
2. а = 0,4; в = 0;			1,01	0,994	1,01	0,994	1,01	0,994
3. а = 0,6; в = 0			1,011	0,996	1,011	0,996	1,011	0,996
4. а = 0,6; в = 0,4			1,012	0,997	1,012	0,997	1,012	0,997

1.8 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9

25. орташа ылғалдылықты көмір маңызын шикі көмірдің салмағына қайта есептеу еселеуіші	(4.8) [23]							
1. а = 0; в = 0; 2. а = 0,4; в = 0; 3. а = 0,6; в = 0 4. а = 0,6; в = 0,4	$П_{вл2} = \frac{100 - W^{ср}}{100 - W_1}$		1,057 1,057 1,058 1,058	1,046 1,047 1,047 1	1,1 1,1 1,1 1,1	1 1 1 1	1,1 1,1 1,1 1,1	1 1 1 1
26. Ортадан тепкіш айырғышы бар ШДД-нің екібастұз көмірі бойынша ұнтақталу өндірулігі	В, т/ч	(4.1) [23]	$В = \frac{0,11 \cdot D_б^{2,4} \cdot L_б \cdot n_б^{0,8} \cdot ψ^{0,6} \cdot К_{ло} \cdot П_{вл1} \cdot П_{вл2} \cdot К_{вен} \cdot К_{бр} \cdot К_{эк}}{П_{др} \cdot \sqrt{\ln \frac{100}{R_{90}}}}$					
Мүмкінше 1. а = 0; в = 0; 2. а = 0,4; в = 0; 3. а = 0,6; в = 0 4. а = 0,6; в = 0,4	В, т/ч	(4.1) [23]	10,726 10,747 10,768 10,779	19,05 19,12 19,15 19,18	13,73 13,75 13,78 13,79	24,375 24,472 24,509 24,546	15,867 15,898 15,929 15,945	28,178 28,29 28,333 28,375
Тиімді 1. а = 0; в = 0; 2. а = 0,4; в = 0; 3. а = 0,6; в = 0 4. а = 0,6; в = 0,4	В, т/ч	(4.1) [23]	9,444 9,463 9,481 9,491	16,77 16,84 16,86 16,89	13,16 13,19 13,22 13,23	23,376 23,469 23,505 23,54	15,072 15,102 15,191 15,146	26,766 26,872 26,913 26,953
27. Дағыраның айналуына(білік қозғалтқышына) қолданылатын қуат Мүмкінше Тиімді	$N_{в.дв}$, кВт	(4.10) [23] (1.2.10) кейіптемеден	270,56 227,81	291,2 244,8	354,5 334,3	381,52 359,67	412,02 383,27	441,167 412,306

1.5.1 КВТК-100-150-4 қазанында екібастұз көмірін жаққанда азот тотығының меншікті шығарындыларын есептеу

КВТК-100-150-4 қазанында екібастұз көмірін жаққанда азот тотығының меншікті шығарындыларының есептеу нәтижелері $\alpha_г = 1{,}2$; $\alpha_1 = 0{,}2$; $T''_{а.г} = 1764К$; $N^р = 0{,}8$ %; $Q_н^р = 15{,}87$ МДж/кг; $W_2/W_1 = 40/30$ и $r = 0$ % /24/ болғанда, екі тотыққа қайта есептегенде төмендегілер:

Отындық азот тотықтары:

$$К_{NO_2}^{тпл} = k \cdot N_T \cdot \xi_{\alpha г} \cdot \xi_{\alpha 1} \cdot \xi_г \cdot \xi_\vartheta \cdot \xi_{см} = 0{,}7 \cdot 0{,}504 \cdot 0{,}672 \cdot 0{,}826 \cdot 0{,}960 \cdot 1 \cdot 1{,}081 = 0{,}194 \text{ , г/МДж} \quad (1.11)$$

Ауалық азот тотықтары:

$$К_{NO_2}^{взд} = \frac{A}{\sqrt{T''_{а.г}}} \cdot \sqrt{\frac{\alpha_{а.г}-1}{\alpha_{а.г}}} \exp\left(-\frac{67000}{T''_{а.г}}\right) = \frac{1{,}54 \cdot 10^{16}}{\sqrt{1764}} \cdot \sqrt{\frac{1{,}2-1}{1{,}2}} \exp\left(-\frac{67000}{1764}\right) = 4{,}79 \cdot 10^{-3}, \text{ г/МДж} \quad (1.12)$$

Азот тотығының қосынды шығарындылары:

$$К_{NO_2} = К_{NO_2}^{тпл} + К_{NO_2}^{взд} = 0{,}194 + 4{,}79 \cdot 10^{-3} = 0{,}199 \text{ г/МДж}$$

$$C_{NO_2} = \frac{Q_н^р \cdot B_р}{G_г} \cdot К_{NO_2} = \frac{15{,}87 \cdot 8{,}194}{62} \cdot 0{,}199 = 0{,}417 \text{ г/нм}^3 \quad (1.13)$$

Кейіптеме бойынша есептеу біршама көбірек мағына береді, г/нм^3:

$$C_{NO_x} = A \cdot (1+n)^{0{,}415} \cdot d_э^{0{,}8} \cdot q_т^{0{,}5} \cdot \alpha_т^3 \cdot (1 - К_r \cdot r) \cdot (1 - К_б \cdot б) \cdot К_{эф} = 0{,}18 \cdot 1{,}15 \cdot 7{,}08^{0{,}8} \cdot (12{,}417 \cdot 10^{-2})^{0{,}5} \cdot 1{,}2^3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}3 = 0{,}784 \quad (1.14)$$

1.6 Отын дайындаудың қайрат тәсілдемелік жылулық сүлбелерін өңдеу және салыстыру

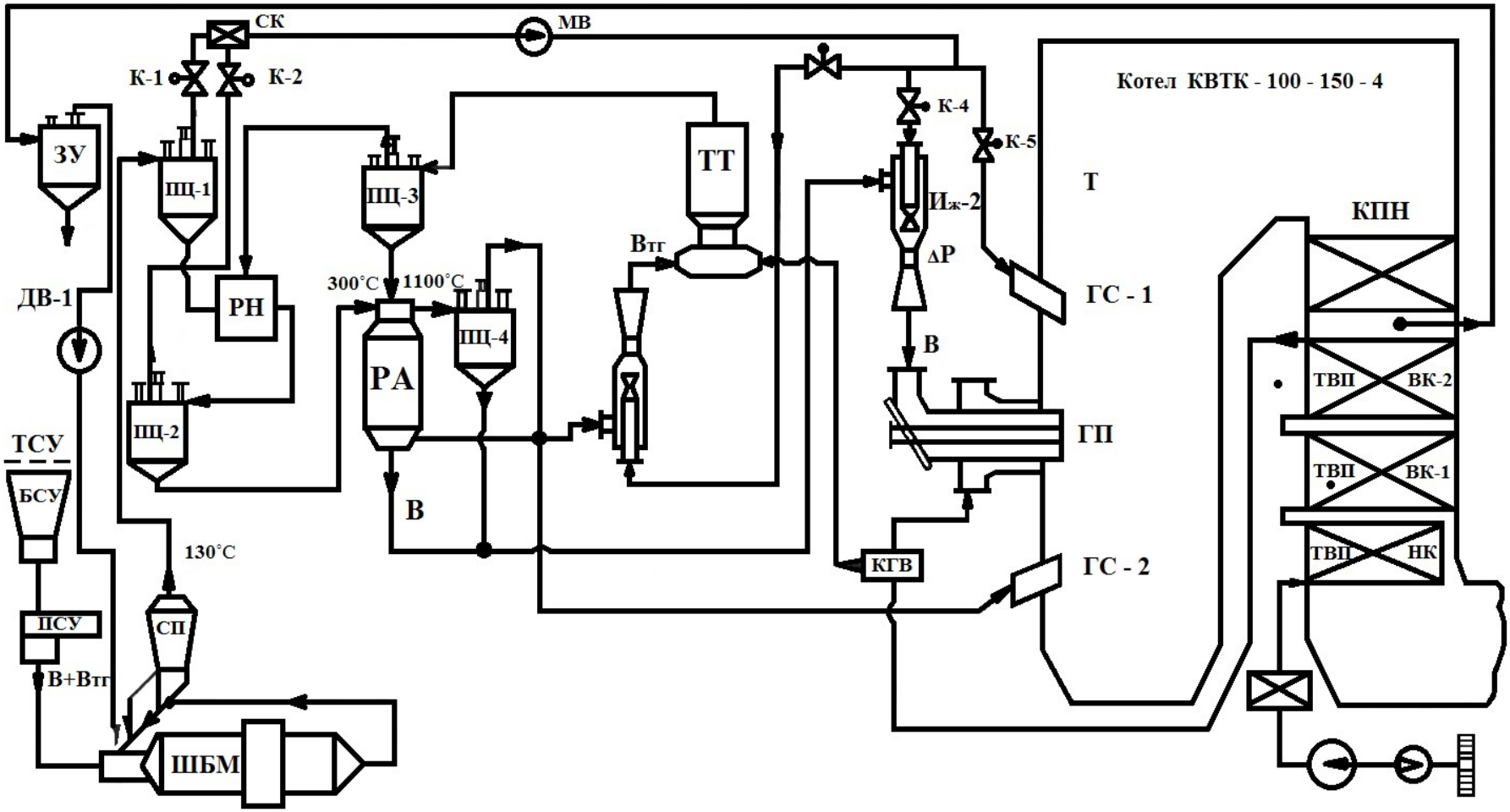
1.6.1 Химиялық тектегішті, ауа бұрқақты, тәсілдемелік ошақты және азот тотықтарын қалпына келтіруші жылулық сүлбелер

1.3 суретте [26] мәліметтері бойынша жасалған зерттелініп отырған отынның ыстықтық өңделуінің нұсқасы келтірілген. КВТК-100-150-4 қазаны-

ның тәсілдемелік сипаттамалары бойынша орындалған есептеулер дербес қайрат тәсілдемелік қондырғыларды жасауда қолданылу қорында ыстық жылутасығыш ретінде химиялық тектегіштерді, ауа бұрқақты және тәсілдемелік ошақтарды пайдалану тиімді емес екенін көрсетеді. Сондықтан келесі бөлімдерде кейбір басқа нұсқалары қарастырылған. Мұнда пиролизердің біз ұсынған [4] құрылмысы бір мезетте отынның ыстықтық өңделгеннен кейінгі пайда болған азот тотығын қалпына келтіре алуын [27], [24] айтсақ болады. Сондықтан 1.3.2 суретте көрсетілген жылулық сүлбе мәні бойынша қоршаған ортаға азот тотықтарының шығарындыларының екі сатылы төмендеуін көрсетеді.

1.1 – 1.6 Суреттерде алынған шартты белгілер:

БСУ – шикі көмір шанағы; ПСУ – шикі көмір бергіш ;
ШБМ – шарлы дағыралы диірмен; СП – тозаң айырғышы;
БП – тозаң шанағы; ПЦ – тозаңды құйынғы;
Ш – шнек; МВ – диірмен урлегіші;
ГС – азайтқыш оттық; ГП – тозаң газды оттық;
Т – ошақ; КФ – ауа жылытқыш;
КПН – ағындық қыздыру беті; ЗУ – күл ұстағыш;
ППЛ – қалақшалы тозаң бергіш; ДС – түтін сорғыш;
СК – араластырғыш құты; ДВ – үрлемелі үрлегіш;
ВК – жоғарғы қорап; НК – төменгі қорап;
ТВП – құбырлы ауа қыздырғыш; КГВ – ыстық ауаның қорабы;
КВВ – екіншілік ауаның қорабы; КПВ – біріншілік ауаның қорабы; КС – араластыру құтысы; жану құтысы; ПШ – аудармалы жапқыш; $И_{нж}$ – сорғыш; ВГД – ыстық үрлемелі үрлегіш; ТСУ – шикі көмір тасығыш; ГВ – ыстық ауа; $И_{нж}$ПТ –ауамен тасымалдау сорғышы; К – қақпақша; РН – қыздыру ыдысы;
ТТ – тәсілдемелік ошақ; АФТ – ауа бұрқақты ошақ;
КС – жану құтысы; РА – тектегіш;
П – пиролизер;
ТО –жылуалмастырғыш; ПК – тозаң шоғырлағыш.



1.3 – сурет - Химиялық тектегішті және тәсілдемелік ошақты ТПТ жылулық сұлбасы

2 Жылутәсілдік есептік бөлім

2.1 Ауамен тасымалдауға арналған сорғыштың жылулық теңестігі

Екібастұз ТЭЦ кокс шаң-концентраторы мен пиролиз газы Бибастұз көмірін аэрациялық құйынды құрылғыда пиролиздеу үшін қарастырылады, ол тізбек арқылы 150-4 пешінің негізгі шаң-тозаң және қалдық оттығына өтеді. тиісінше.

Негізгі кіріс және шығыс индикаторлары бар желдеткіш циркуляциялық жабдықты басқаратын мұндай ұйымның негізгі жылу схемасы 2.1-суретте көрсетілген. Мұнда 400÷450˚С температурасы бар қазандықтың ағынды қыздыру бетінен кейінгі түтін газы жұмыс ағыны ретінде, ал сұйық сору ретінде температурасы 1000÷1400˚С түтін газы пайдаланылады. Мұнда tt=130 ˚С температурада жер денесінен шығатын көмір шаңы қатты денелі болады. Құрылғының шығысындағы аралас ағынның жылуы 900˚С-қа тең. Жылу теңдеуін құрайық:

$$Q_{нт} + Q_{нг} + Q_р = Q_{ст} + Q_{сг}\ ,кВт, \qquad (2.1)$$

немесе

$$G_{нт} \cdot t_{нт} \cdot c_{нт} + G_{нг} \cdot t_{нг} \cdot c_{нг} + G_р \cdot t_р \cdot c_р = G_{ст} \cdot t_{ст} \cdot c_{ст} + G_{сг} \cdot t_{сг} \cdot c_{сг},\ кВт, \qquad (2.2)$$

$$G_{нг} \cdot t_{нг} \cdot c_{нг} + G_р \cdot t_р \cdot c_р - G_{сг} \cdot t_{сг} \cdot c_{сг} = G_{ст} \cdot t_{ст} \cdot c_{ст} - G_{нт} \cdot t_{нт} \cdot c_{нт}\ ,\ кВт, \qquad (2.3)$$

$Q_р$, $Q_{нг}$, $Q_{сг}$ – жұмыстық,сорғылайтын және аралас түтін газ ағындарының сәйкесінше жылулық ағыны, кВт;

$Q_{нт}$, $Q_{сг}$ – сорғылайтын және аралас көмір тозаңдарының сәйкесінше жылулық ағындары, кВт;

$G_р$, $G_{нг}$, $G_{сг}$ – жұмыстық, сорғылайтын және аралас түтін газ ағындарының сәйкесінше маңыздық шығыны, кг/с;

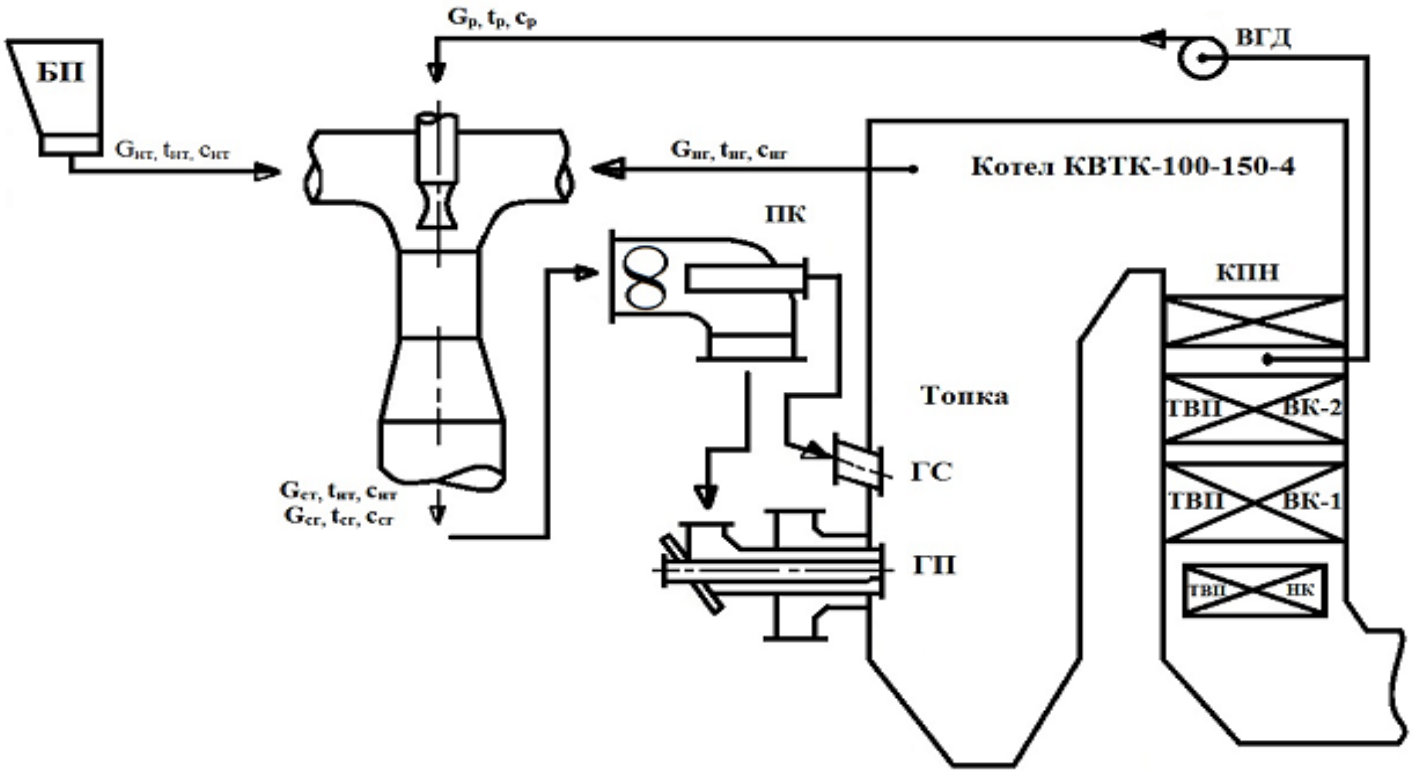
$G_{нт}$, $G_{ст}$ - сорғылайтын және аралас көмір тозаңдарының сәйкесінше маңыздық шығындары,кг/с;

$t_р$, $t_{нг}$, $t_{сг}$ – жұмыстық, сорғылайтын және аралас түтін газды ағындарының сәйкесінше ыстықтықтары, ˚С;

$t_{нт}$, $t_{ст}$ – сорғылайтын және аралас көмір тозаңдарының сәйкесінше ыстықтық-тары, ˚С;

$c_р$, $c_{нг}$, $c_{сг}$ – жұмыстық, сорғылайтын және аралас түтін газ ағындарының сәй-кесінше меншікті жылу сыйымдылығы, кДж/(кг ·˚С);

$c_{нт}$,$c_{ст}$ – сорғылайтын және аралас көмір тозаңдарының сәйкесінше меншікті жылу сыйымдылығы, кДж/(кг ·˚С);



2.1 – сурет - Негізгі белгілері бар сорғыштың сұлбасы

Келесі теңестікті ескере отырып:

$$J_р = t_р \cdot c_р \text{ , кДж/кг;} \qquad U_г = G_{нг} / G_р \text{ ;} \qquad G_{нг} = U_г \cdot G_р \text{ , кг/с;}$$
$$J_{нг} = t_{нг} \cdot c_{нг} \text{ , кДж/кг;} \qquad G_{сг} = G_р + G_{нг} \text{ ,кг/с;} \qquad G_{сг} = (1+ U_г) \cdot G_р \text{ ,кг/с;}$$
$$J_{сг} = t_{сг} \cdot c_{сг} \text{ , кДж/кг;} \qquad G_{нт} = G_{ст} = B \text{ , кг/с;} \qquad (2.4)$$

сәйкесінше түрлендіргеннен кейін жұмыстық түтін газ ағынының маңыздық шығынын есептейтін кейіптеме алдық:

$$G_р = \frac{G_{нт} \cdot (t_{ст} \cdot c_{ст} - t_{нт} \cdot c_{нт})}{[J_р + U_г \cdot J_{нг} - (1 + U_г) \cdot J_{сг}]} \text{ , кг/с} \qquad (2.5)$$

мұнда: $J_р$, $J_{нг}$, $J_{сг}$ – жұмыстық, сорғылайтын және аралас түтін газ ағындары-ның сәйкесінше қажырлары, кДж/кг;

$U_г$ – газды сору еселеуіші .

Түтін газдарының қажырлары сәйкесінше ыстықтығы мен ауа артықты-ғы болғанда 1.6 кестеден алынады.

Көмір тозаңының меншікті жылу сыйымдылығы келесі тәуелділікпен анықталады ([28]).

$$c_т = c_{т_о} + A_1 \cdot t_т \text{ , кДж/(кг·˚С) ,} \qquad (2.6)$$

мұнда: $c_{т_о}$ = 0,96 кДж/(кг·˚С) – $t_{т_о}$ = 0 ˚С болған кездегі құрғақ көмір тозаңының бастапқы жылу сыйымдылығы;

$A_1 = 1{,}46 \cdot 10^{-3}$, кДж/(кг·˚С) – тасты көмірлер үшін ыстықтықтың жоғарыла-уында жылу сыйымдылықтың көбеюін ескеретін еселеуіш.

Жылулық есептеуге қажетті түтін газдарының қажырлары мен көмір то-заңының меншікті жылу сыйымдылықтары жұмыстық ыстықтығына байла-нысты 2.1 кестеде көрсетілген.

2.1 кесте – Ауамен тасымалдау сорғышының жұмыстық ыстықты-ғына тәуелді түтін газдарының қажырлары мен көмір тозаңының меншікті жылу сыйымдылықтарының қорытынды кестесі

$t_{нт}$,˚С	130	1,15	$c_{нт}$, кДж/(кг·˚С)
$t_{ст}$,˚С	900	2,274	$c_{ст}$, кДж/(кг·˚С)
$t_р$,˚С	400	3258	$G_г \cdot J_р$, кДж/кг отын
$t_{сг}$,˚С	900	7799	$G_г \cdot J_{сг}$, кДж/кг отын
$t_{нг}$,˚С	1000	8732	$G_г \cdot J_{нг}$, кДж/кг отын
	1100	9702	
	1200	10674	
	1300	11683	
	1400	12741	

Ауамен тасымалдау үшін ағынша сорғылау құралының қосынды еселеуіші келесідей болады:

$$U = U_г + U_т , \qquad (2.7)$$

мұндағы $U_т = G_{нт} / G_р$ – көмір тозаңы бойынша сорғылау еселеуіші.

Түтін газдарының сәйкесінше жұмыстық, сорғыланулық және аралас ағындарының кері қайтару еселеуіші мынаған тең:

$$r_р = G_р / G_г \cdot 100, \% ; \qquad (2.8)$$

$$r_н = G_{нг} / G_г \cdot 100, \% ; \qquad (2.9)$$

$$r_с = r_р + r_н = (G_р + G_{нг}) / G_г \cdot 100, \% \qquad (2.10)$$

Мұнда: Gg - КВТК-100-150-4 қазандығынан газ жүктемесінің қайтару нүктесінде түтін газының айтарлықтай шығыны, кг/с.

Түтін газының критикалық шығыны нөлге тең болғанда (Gr=0), ауа қапшығы массаны сақтау үшін қарапайым араластырғыш ретінде әрекет етеді. Содан кейін (2.4), (2.1) - (2.3) суреттерін ескере отырып, сәйкес түрлендіруден кейін алмастырғыштағы түтіннің массалық шығынын есептейтін кескінді аламыз.

$$G_{нг} = \frac{G_{нт} \cdot (t_{ст} \cdot c_{ст} - t_{нт} \cdot c_{нт})}{J_{нг} - J_{сг}}, \text{ кг/с} \qquad (2.11)$$

Жанармай шығыны B = 8,194 кг/с, газ жүктемесінің газ ағынындағы түтін газының орташа критикалық шығынын жою КВТК-100-150-4 пешінің желдеткіш құрылғысының жылу профилін есептеу Газ жүктемесі Гг. = 62 кг/с МК-6 бағдарламалық микрокомпьютерінде орындалды.

Программаны (2.2 кесте) ыңғайлы ету үшін (2.5) өрнекті келесі формаға түрлендіреміз

$$G_р = \frac{G_{нт} \cdot (t_{ст} \cdot c_{ст} - t_{нт} \cdot c_{нт})}{(J_{нг} - J_{сг}) \cdot U_г - (J_{сг} - J_р)} , \text{ кг/с} \qquad (2.12)$$

және келесі тұрақты шамаларды қойып:

$$A = G_{нт} \cdot (t_{ст} \cdot c_{ст} - t_{нт} \cdot c_{нт}) ; B = J_{сг} - J_р ;$$

$$C = J_{нг} - J_{сг} ; D = G_{нт} ; \quad E = 100 / G_г , \qquad (2.13)$$

келесі есептеу тәртібін аламыз:

1. $G_р = A / (c \cdot U_г - B)$,кг/с;
2. $G_{нг} = U_г \cdot G_р$, кг/с;
5. $r_н = G_{нг} / E$, % ;
6. $r_р = r_с - r_н$, % ;

3. $G_{сг} = G_р + G_{нг}$, кг/с;

4. $r_с = G_{сг} / E$, % ;

7. $U_т = D / G_р$;

8. $U = U_т + U_г$. (2.14)

КВТК-100-150- 4 (1.3 сурет) қазанына байланысты жасалған есептеу нәтижелері 2.3 кестеде берілген және 2.4 суретте көрсетілген.

2.2 - кесте – МК-61 бағдарламалық микрокалькуляторында G, r, U = ∫ ($U_г$, $t_{нг}$) есептеу бағдарламасы

В/О Ғ ПРГ		Бастапқы мәліметтерді жүргізу
01. П → Х 0	19. П →Х 7	1. $U_г$ Х →П 0
02. П →Х 1	20. П →Х 4	2. С Х →П 1
03. Х	21. ÷	3. В Х →П 2
04. П →Х 2	22. Х ÷П а	4. А Х →П 3
05. /–/	23. /–/	5. Е Х →П 4
06. Ғ 1/Х	24. П →Х 9	6. D Х →П 5
07. П →Х 3	25. +	
08. Х	26. Х →П в	Ізделінген шамаларды шығару
09. Х →П 6	27. П →Х 5	1. П →Х 6 $G_р$
10. П →Х 0	28. П →Х 6	2. П →Х 7 $G_{нг}$
11. Х	29. ÷	3. П →Х 8 $G_{сг}$
12. Х →П 7	30. Х →П с	4. П →Х 9 $r_с$
13. П →Х 6	31. П →Х 0	5. П →Х а $r_н$
14. ÷	32. +	6. П →Х в $r_р$
15. Х →П 8	33. Х →П d	7. П →Х с $U_г$
16. П →Х 4	34. С/П	8. П →Х d U
17. ÷		
18. Х →П 9	Ғ АВТ	

2.3 - кесте – Ауамен тасымалдауға арналған сорғышпен түтіндер мен газдарды кері қайтаруы бар ұйымдасты-рылған отын пиролизінің G, r, $U_т$ және U = ∫ ($U_г$) есептеуінің қорытынды кестесі (t_c = 900˚C; $t_р$ = 400˚; B = 8,194 кг/с;)

$t_н$, ˚C	$U_г$ / есеп-теу шамалары	∞	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	кг/с	0	-	-	-	-	-	7,811	5,318	4,031	3,246
	кг/с	16,661	-	-	-	-	-	54,677	42,544	36,279	32,46
Барлық	кг/с	16,661	-	-	-	-	-	62,488	47,862	35,706	32,604
шамаларды	%	0	-	-	-	-	-	12,6	8,58	6,5	5,24
$G_г$ -ге	%	26,9	-	-	-	-	-	88,19	68,62	58,51	52,35
көбейту	%	26,9	-	-	-	-	-	100,79	77,2	65,01	57,59
қажет			-	-	-	-	-	1,049	1,541	2,033	2,524
			-	-	-	-	-	8,049	9,541	11,033	12,524
1100	кг/с	0	-	13,31	5,062	3,125	2,26	1,77	1,455	1,235	1,073
	кг/с	8,169	-	39,93	20,25	15,63	13,56	12,39	11,64	11,15	10,73
	кг/с	8,169	-	53,24	25,31	18,75	15,82	14,16	13,095	12,35	11,803
	%	0	-	21,47	8,16	5,04	3,65	2,85	2,35	1,99	1,73
	%	13,2	-	64,4	32,66	25,2	21,87	19,98	18,77	17,93	17,31
	%	13,2	-	85,86	40,82	30,24	25,52	22,83	21,12	19,92	19,04
			-	0,616	1,619	2,622	3,626	4,629	5,632	6,635	7,637
			-	3,616	5,619	7,622	9,626	11,629	13,632	15,635	17,637
1200	кг/с	0	12,858	3,806	2,234	1,581	1,223	0,997	0,842	0,729	0,642
	кг/с	5,407	25,716	11,42	8,935	7,904	7,339	6,982	6,737	6,558	6,421
	кг/с	5,407	38,572	15,23	11,17	9,484	8,562	7,98	7,579	7,286	7,063
	%	0	20,74	6,139	3,6	2,55	1,97	1,61	1,36	1,18	1,04
	%	8,7	41,48	18,42	14,41	12,75	11,84	11,26	10,866	10,58	10,36

2.3 кестенің жалғасы

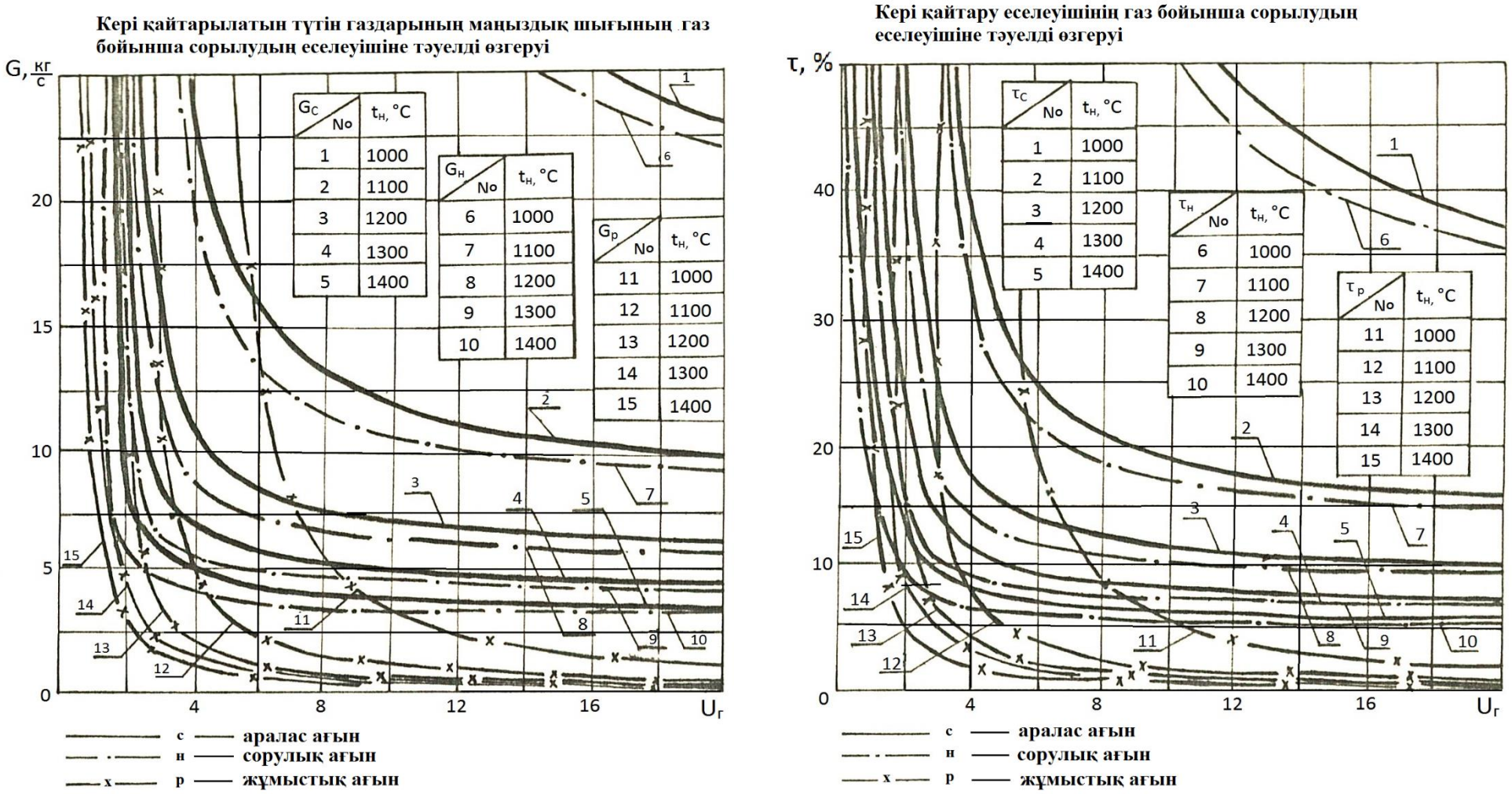
$t_н$, °C	$U_г$ / есеп-теу шамалары	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1000	кг/с	2,717	2,336	2,049	1,824	1,644	1,497	1,373	1,269	1,179	1,101
	кг/с	29,887	28,032	26,637	25,536	24,66	23,952	23,341	22,842	22,401	22,02
	кг/с	32,604	30,368	28,686	27,36	26,304	25,449	24,714	24,111	23,58	23,121
	%	4,38	3,77	3,3	2,94	2,65	2,41	2,21	2,05	1,9	1,78
	%	48,2	45,21	42,96	41,19	39,77	38,63	37,65	36,84	36,13	35,52
	%	52,58	48,98	46,26	44,13	42,42	41,04	39,86	38,89	38,03	37,3
		3,016	3,507	3,999	4,492	4,984	5,474	5,968	6,457	6,95	7,442
		14,016	15,507	16,999	18,492	19,984	21,474	22,968	24,487	25,95	27,442
1100	кг/с	0,948	0,85	0,77	0,703	0,648	0,6	0,559	0,523	0,492	0,464
	кг/с	10,42	10,2	10,01	9,842	9,72	9,6	9,503	9,414	9,398	9,28
	кг/с	11,376	11,05	10,78	10,545	10,368	10,2	10,062	9,937	9,84	9,744
	%	1,53	1,37	1,24	1,13	1,04	0,97	0,9	0,84	0,79	0,75
	%	16,82	16,45	16,14	15,88	15,67	15,48	15,33	15,189	15,07	14,96
	%	18,35	17,82	17,38	17,02	16,712	16,452	16,228	16,032	15,86	15,71
		8,641	9,644	10,647	11,65	12,653	13,656	14,659	15,662	16,665	17,669
		19,641	21,644	23,647	25,65	27,653	29,656	31,659	33,662	35,665	37,669
1200	кг/с	0,574	0,519	0,473	0,435	0,403	0,375	0,351	0,329	0,31	0,294
	кг/с	6,313	6,226	6,155	6,094	6,043	5,999	5,961	5,927	5,897	5,871
	кг/с	6,887	6,745	6,628	6,53	6,446	6,374	6,311	6,256	6,207	6,164
	%	0,926	0,887	0,764	0,702	0,65	0,6	0,57	0,53	0,5	0,47
	%	10,18	10,04	9,93	9,83	9,75	9,68	9,61	9,56	9,51	9,47

2.3 кестенің жалғасы

$t_н$, ˚C	$U_г$ / есеп-теу шамалары	∞	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1200	%	8,7	-	62,21	24,557	18,01	15,3	13,81	12,87	12,224	11,75	11,39
	%			0,637	2,153	3,668	5,184	6,699	8,215	9,73	11,246	12,761
	%			2,637	5,153	7,668	10,184	12,699	15,215	17,73	20,246	22,761
1300	кг/с	0	-	4,817	2,186	1,414	1,045	0,828	0,686	0,586	0,511	0,453
	кг/с	4,002	-	9,634	6,558	5,655	5,224	4,971	4,805	4,687	4,6	4,532
	кг/с	4,002	-	14,451	8,744	7,069	6,269	5,799	5,491	5,273	5,111	4,985
	%	0	-	7,77	3,53	2,28	1,69	1,34	1,11	0,95	0,82	0,73
	%	6,5	-	15,54	10,58	9,12	8,43	8,02	7,75	7,56	7,42	7,31
	%	6,5	-	23,31	14,1	11,4	10,11	9,35	8,86	8,51	8,24	8,04
			-	1,701	3,748	5,796	7,843	9,89	11,938	13,985	16,032	18,08
			-	3,701	6,748	9,796	12,843	15,89	18,938	21,985	25,032	28,08
1400	кг/с	0	38,765	2,909	1,511	1,021	0,771	0,619	0,517	0,444	0,389	0,346
	кг/с	3,145	38,765	5,819	4,534	4,083	3,854	3,714	3,621	3,554	3,503	3,464
	кг/с	3,145	77,53	8,728	6,046	5,104	4,624	4,333	4,138	3,998	3,892	3,81
	%	0	62,52	4,69	2,44	1,65	1,24	1	0,834	0,72	0,63	0,56
	%	5,1	62,52	9,39	7,31	6,59	6,22	5,99	5,8	5,73	5,65	5,59
	%	5,1	125,05	14,08	9,75	8,23	7,46	6,99	6,674	6,45	6,28	6,15
			0,211	2,816	5,421	8,026	10,632	13,237	15,842	18,447	21,052	23,657
			1,211	4,816	8,421	12,026	15,632	19,237	22,842	26,447	30,052	33,657

2.3 кестенің жалғасы

T	U . есеп-теу шамалары	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1200	%	11,11	10,88	10,69	10,53	10,397	10,28	10,18	10,09	10,01	9,94
	%	14,277	15,792	17,308	18,823	20,338	21,854	23,854	24,885	26,4	27,916
	%	25,277	27,792	30,308	32,823	35,338	37,854	40,369	42,885	45,4	47,916
1300	кг/с	0,407	0,37	0,338	0,312	0,289	0,27	0,253	0,238	0,224	0,213
	кг/с	4,478	4,434	4,398	4,367	4,341	4,318	4,297	4,28	4,265	4,251
	кг/с	4,885	4,804	4,736	4,679	4,63	4,588	4,551	4,518	4,489	4,463
	%	0,66	0,6	0,55	0,5	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34
	%	7,22	7,15	7,09	7,04	7	6,96	6,93	6,9	6,88	6,86
	%	7,88	7,75	7,64	7,55	7,47	7,4	7,34	7,29	7,24	7,2
		20,127	22,174	24,222	26,269	28,316	30,364	32,411	34,458	36,506	38,553
		31,127	34,174	37,222	40,269	43,316	46,364	49,411	52,458	55,506	58,553
1400	кг/с	0,312	0,284	0,26	0,24	0,223	0,209	0,196	0,184	0,174	0,165
	кг/с	3,432	3,406	3,385	3,367	3,351	3,337	3,325	3,315	3,305	3,297
	кг/с	3,744	3,69	3,645	3,607	3,574	3,546	3,521	3,499	3,479	3,462
	%	0,5	0,46	0,42	0,39	0,36	0,34	0,32	0,29	0,28	0,27
	%	5,54	5,49	5,46	5,43	5,4	5,38	5,36	5,35	5,33	5,32
	%	6,04	5,95	5,88	5,82	5,76	5,72	5,68	5,64	5,61	5,58
		26,262	28,867	31,472	34,077	36,682	39,287	41,892	44,497	47,102	49,707
		37,262	40,867	44,472	48,077	51,682	55,287	58,892	62,497	66,102	69,707



2.2 – сурет - Сорғыштың есептік сипаттамалары

2.2 Беттік пиролизерді есептеу

1) $t_{тл}$ = 0˚С ыстықтықты және В = 8,194 кг/с шығынды көмір тозаңын кептіруге кеткен t''_1 = 350 ˚С ыстықтықты жану өнімдерінің шығыны жылулық теңестік теңдеуі негізінде ([23]):

$$G_2^г = В \cdot \frac{q_{исп} + q_{тл} + q_5 - q_{мех}}{c''_{р1} \cdot t''_{р1} + К_{прс} \cdot c_{хв} \cdot t_{хв} - (1 + К_{прс}) \cdot c'_{р2} \cdot t'_{р2}} =$$

$$= 8{,}194 \cdot \frac{158{,}8+134{,}2+4{,}4-45{,}8}{1{,}131 \cdot 350+0{,}30 \cdot 1{,}013 \cdot 30-(1+0{,}30) \cdot 1{,}074 \cdot 130} = 9{,}23 \frac{кг}{с}, \quad (2.15)$$

мұнда $q_{исп}$=ΔW·(2491,3+1,968·t'_2-$t_{тл}$)=0,0578·(2491,3+1,968·130-0)=158,8 кДж/кг – 1кг отын ылғалының булануына жұмсалатын жылу;

$$\Delta W = \frac{W1 - Wпл}{100 - Wпл} = \frac{7{,}0 - 1{,}3}{100 - 1{,}3} = 0{,}0578 \text{ кг/кг} \quad (2.16)$$

1кг шикі отыннан булануға кеткен ылғал мөлшері t'_2=130 ˚С – қондырғы соңындағы кептіру агентінің ыстықтығы; $t_{тл}$ = 0 ˚С – шикі отын ыстықтығы;

$$q_{тл} = \frac{100 - W_1}{100} \cdot \left(c^c_{тл} + \frac{4{,}187 \cdot W^{пл}}{100 - W^{пл}}\right) \cdot (t'_2 - t_{тл}) =$$

$$= \frac{100-7{,}0}{100} \cdot \left(1{,}055 + \frac{4{,}187 \cdot 1{,}3}{100-1{,}3}\right) \cdot (130 - 0) = 134{,}2 \text{ кДж/кг} \quad (2.17)$$

1кг отынды қыздыруға жұмсалатын жылу; $c^c_{тл}$ = 1,055 кДж/(кг·К) –отынның орташа жылу сыйымдылығы ($t^c_{тл}$ = (t'_2 + $t_{тл}$)/2 = (130 + 0)/2 = 65 ˚С кезіндегі);

Қоршаған ортаға 1кг отынға қатысты жылу шығыныкелесідей анықталады

$$q_5 = \frac{Q5}{B} = 36{,}05/8{,}194 = 4{,}4 \text{ кДж/кг}$$

Q_5 = 36,05 кВт – қоршаған ортаға кеткен жылу шығыны (тозаң шанақты және отынның алдын ала кептіруі жоқ қондырғысы бар ШБМ 287/410 үшін);

$q_{мех}$ = $К_{мех}$ · $Э_{РЗМ}$ = 0,7 · 45,8 = 32,1 кДж/кг – 1кг отынға қатысты жылтылдай-тын құрымдар жұмыстарының нәтижесінде бөлінетін жылу;

$Э_{РЗМ} = \frac{Nб + Nдоп}{B} = \frac{360 + 15}{8,194} = 45,8$кДж/кг – отынды ұнтақтауға кеткен қайраттың меншікті шығыны;

$N_б$=360 кВт – дағыраны айналдыруға кеткен қуат;

$N_{доп}$=15 кВт – қозғалтқышты суытуға және қоздыруға жұмсалатын қосымша қуат;

$К_{мех}$ = 0,7 – ұнтақталу құбылысы кезінде жылуға айналатын қайраттың үлесін ескеретін еселеуіш;

$К_{прс}$ = 0,30 – кептіру агентінің салмақтық мөлшер үлесінде сорылмалы суық ауаны ескеретін еселеуіш (тозаң шанақты және отынның алдын ала кептіруі жоқ қондырғысы бар ШБМ 287/410 үшін);

$c_{хв}$ = 1,013 кДж/(кг · К) – $t_{хв}$ ыстықтығында сорылмалы суық ауаның жылу сы-йымдылығы;

$t_{хв}$ = 30 ˚С – сорылмалы суық ауаның ыстықтығы;

c'_{p2} = 1,074 кДж/(кг · К), c''_{p1} = 1,131 кДж/(кг · К) – кептіру агентінің кептіру алдындағы жіне қондырғыдан шығар кездегі жылу сыйымдылығы;

Жану өнімдерінің 0-ден 1200 ˚С-ге [22, 30] дейінгі төмендегі кейіптемемен ±1% дәлділікпен анықталынған меншікті жылу сыйымдылығы

$$c_{тл} = 0,96 + 0,26 \cdot 10^{-3} \cdot t, \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}, \qquad (2.18)$$

ал 40 ˚С ыстықтығы кезіндегі тас көмірдің 1350 до 1550 кг/м^3 тығыздықтағы меншікті жылу сыйымдылығы келесі кейіптемемен анықталды ([28])

$$c_{тл} = 0,96 + 1,46 \cdot 10^{-3} \cdot t, \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}. \qquad (2.19)$$

1. t''_2 =900˚С ыстықтыққа дейін пиролизерде қыздырылатын пиролизер алдындағы тозаңды ағынның t'_2 = 130 ˚С ыстықтығы және маңыздық шығыны

$$G_2 = G^г_2 + B = 9,23 + 8,194 = 17,43 \text{ кг/с}, \qquad (2.20)$$

болады.

Пиролизер алдындағы t'_1=1200˚С және пиролизерден кейінгі t''_1 = 350˚С ыстықтықтары бар жану өнімдерінің шығыны G_1 жылулық теңестік теңде-уінен анықталады:

$$G_1 \cdot c'_{p1} \cdot t'_1 = G_2 \cdot c_{см} \cdot (t''_2 - t'_2) + G^г_2 \cdot (c''_{p1} \cdot t''_1 - c'_{p2} \cdot t'_2) +$$

$$+ (G_1 - G^г_2) \cdot c''_{p1} \cdot t''_1 + \Delta J_n, \text{ кВт} \qquad (2.21)$$

немесе

$$G_1 \cdot c'_{p1} \cdot t'_1 = B \cdot (c''_{тл2} \cdot t''_2 - c'_{ст2} \cdot t'_2) + G^г_2 \cdot (c''_{p2} \cdot t''_2 - c'_{p2} \cdot t'_2) +$$

$$+ G^г_2 \cdot (c''_{p1} \cdot t''_1 - c'_{p2} \cdot t'_2) + (G_1 - G^г_2) \cdot c''_{p1} \cdot t''_1 + 0{,}05 \cdot G_1 \cdot c'_{p1} \cdot t'_1, \text{ кВт} \quad (2.22)$$

теңестіктері келесі кейіптемеден алынады:

$$G_1 = \frac{B \cdot (c''_{тл2} \cdot t''_2 - c'_{тл2} \cdot t'_1) + G^г_2 \cdot (c''_{p2} \cdot t'_2 - 2 \cdot c'_{p2} \cdot t'_2)}{c'_{p1} \cdot t'_1 - c''_{p1} \cdot t''_1 - 0{,}05 \cdot c'_{p1} \cdot t'_1} =$$

$$= \frac{8{,}194 \cdot (900 \cdot 2{,}274 - 130 \cdot 1{,}150) + 9{,}23 \cdot (900 \cdot 1{,}274 - 130 \cdot 1{,}074 \cdot 2)}{1{,}352 \cdot 1200 - 1{,}131 \cdot 350 - 0{,}05 \cdot 1{,}352 \cdot 1200} = 21{,}69 \text{ кг} \quad (2.23)$$

мұнда: $\Delta J_n = 0{,}05 \cdot G_1 \cdot c'_{p1} \cdot t'_1$ – қоршаған ортаға кеткен пиролизердің жылу шығыны, кВт;

Пиролизердегі $G_2 \cdot c_{см} \cdot (t''_2 - t'_2) = B \cdot (c''_{тл2} \cdot t''_2 - c'_{ст2} \cdot t'_2) + G^г_2 \cdot (c''_{p2} \cdot t''_2 - c'_{p2} \cdot t'_2)$ – тозаң ағынының, $B \cdot (c''_{тл2} \cdot t''_2 - c'_{ст2} \cdot t'_2)$ – отынның және $G^г_2 \cdot (c''_{p2} \cdot t''_2 - c'_{p2} \cdot t'_2)$ – кептіру агентінің қажырларының өзгеруі, кВт ;

$G^г_2 \cdot (c'_{p2} \cdot t'_2 - c''_{p1} \cdot t''_1)$ – көмір тозаңын кептіру кезіндегі жану өнімдерінің қажырларының өзгеруі, кВт;

$(G_1 - G^г_2) \cdot c''_{p1} \cdot t''_1$ – пиролизерден кейінгі ағындық газ арналарына тасталатын жану өнімдерінің қажырлары, кВт;

$G_1 \cdot c'_{p1} \cdot t'_1$ – пиролизерге кірердегі жану өнімдерінің қажырлары, кВт;

$c''_{т2} = 2{,}274$ кДж/(кг · К) – ыстықтығы $t''_2 = 900$ ˚С кезіндегі тас көмір тозаңының меншікті жылу сыйымдылығы;

$c'_{т2} = 1{,}150$ кДж/(кг · К) – ыстықтығы $t'_2 = 130$ ˚С кезіндегі тас көмір тозаңының меншікті жылу сыйымдылығы;

$c'_{p1} = 1{,}352$ кДж/(кг · К) – ыстықтығы $t'_1 = 1200$ ˚С кезіндегі жану өнімдерінің меншікті жылу сыйымдылығы;

$c''_{p2} = 1{,}274$ кДж/(кг · К) – ыстықтығы $t'_1 = 900$ ˚С кезіндегі жану өнімдерінің меншікті жылу сыйымдылығы;

Осылайша көмір тозаңының пиролизіне қажетті жану өнімдерінің шығыны 21,69 кг/с болды, соның ішінде отынды кептіру үшін – 9,23кг/с және ағындық газ арналары үшін – 12,46 кг/с. 1.3.5 және 1.3.6 суреттерде басқа да орындалған нұсқалар көрсетілген.

Кептіруге және 900 ˚С-ге дейінгі көмір тозаң пиролизі қолданылатын жану өнімдерінің қайта қалпына келу еселеуіші мынаған тең:

$$r = G_1 / G_г = 21{,}69/62 = 0{,}35, \quad (2.24)$$

оның ішінде отын кептіруге

$$r_c = G^г_1 / G_г = 9{,}23/62 = 0{,}149. \quad (2.25)$$

2. Пиролизерге кірердегі жану өнімдерінің көлемдік шығыны мынаған тең болады:

$$V_1 = \frac{G1}{\rho 1} = \frac{G1}{\rho_0} \cdot \frac{T1}{T_0} = \frac{21,69}{1,293} \cdot \frac{1473}{273} = 90,5\ м^3/с \qquad (2.26)$$

Ошақ газының жылдамдығы W_1 = 7 м/с кезінде,құбыр қабырғасының күлдік тозу шартынан ([33]) анықталынатын 40/44 қосөрелі құбырлар-дың көлденең қимасы мен мөлшері келесідей:

$$f_\Sigma = \frac{V_1}{W_1} = \frac{90,5}{7} = 12,93\ м^2; \qquad (2.27)$$

$$n = \frac{f_\Sigma}{\pi \cdot r_1^2} = \frac{12,93 \cdot 10^6}{\pi \cdot 20^2} = 10.289\ дана \qquad (2.28)$$

Құбырларының арасы 2-ге тең салыстырмалы адымды газдық ағынның көлденең қимасы төмендегіні құрады:

$$S = (2 \cdot d_1^2) \cdot n = 4 \cdot 4^2 \cdot 10^{-4} \cdot 10.289 = 65,85\ м^2. \qquad (2.29)$$

Егер көлденең қимасын шаршы ретінде қабылдасақ, онда жақтары 8,21 × 8,12 $м^2$-ге тең болады.

Жылу беру еселеуішін [30] келесі кейіптемемен анықтаймыз:

$$Nu_{жd} = 0,021 \cdot Re_{жd}^{0,8} \cdot Pr_ж^{0,43} \cdot \varepsilon_м = 0,021 \cdot 2208^{0,8} \cdot 0,6^{0,43} \cdot 1 = 7,98 \qquad (2.30)$$

мұнда: $Re_{жd} = \frac{W_1 \cdot d_1}{\nu_{г1}} = \frac{7 \cdot 0,04}{1,268 \cdot 10^{-4}} = 2,208$ - Рейнольдс саны;

$Pr_ж = 0,6 -$ 350-ден 1200 °С-ге дейінгі ыстықтық аралығындағы орташа Прандталь саны;

$\varepsilon_м = \left(\frac{Pr_ж}{Pr_c}\right)^{0,25} \approx 1$ – физикалық қасиеттерінің айналмалылығын түзету;

$\nu_{г1} = 1,268 \cdot 10^{-4}\ м^2/с$ – жану өнімдерінің 350-ден 1200 °С-ге дейінгі ыстықтық аралығындағы орташа қозғалыс тұтқырлығы;

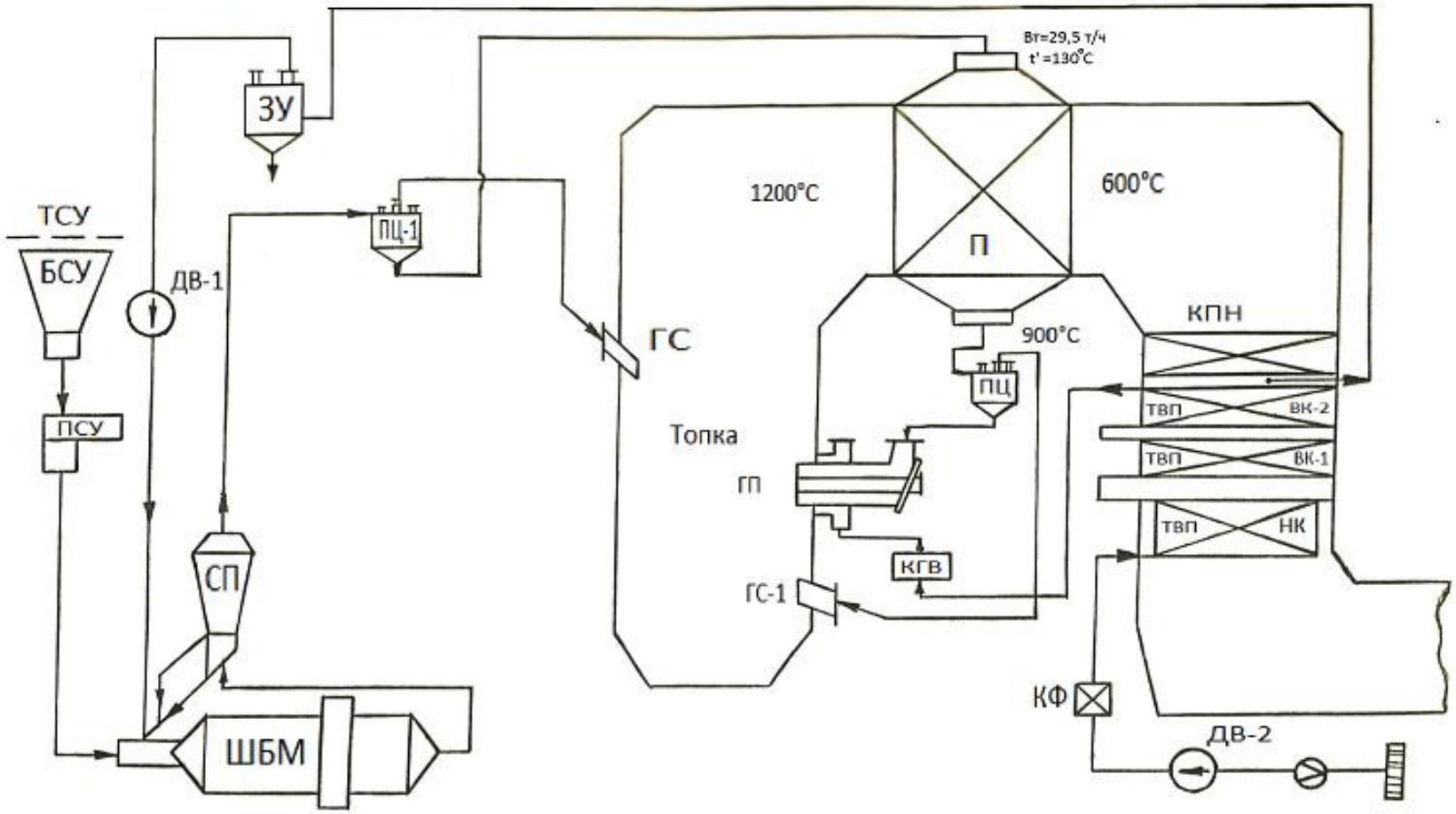
Бұдан мынаны аламыз:

$$\bar{\alpha} = \overline{Nu}_{жd} \cdot \frac{\alpha_ж}{d_1} = 7,98 \cdot \frac{0,0893}{0,04} = 17,8\ \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \qquad (2.31)$$

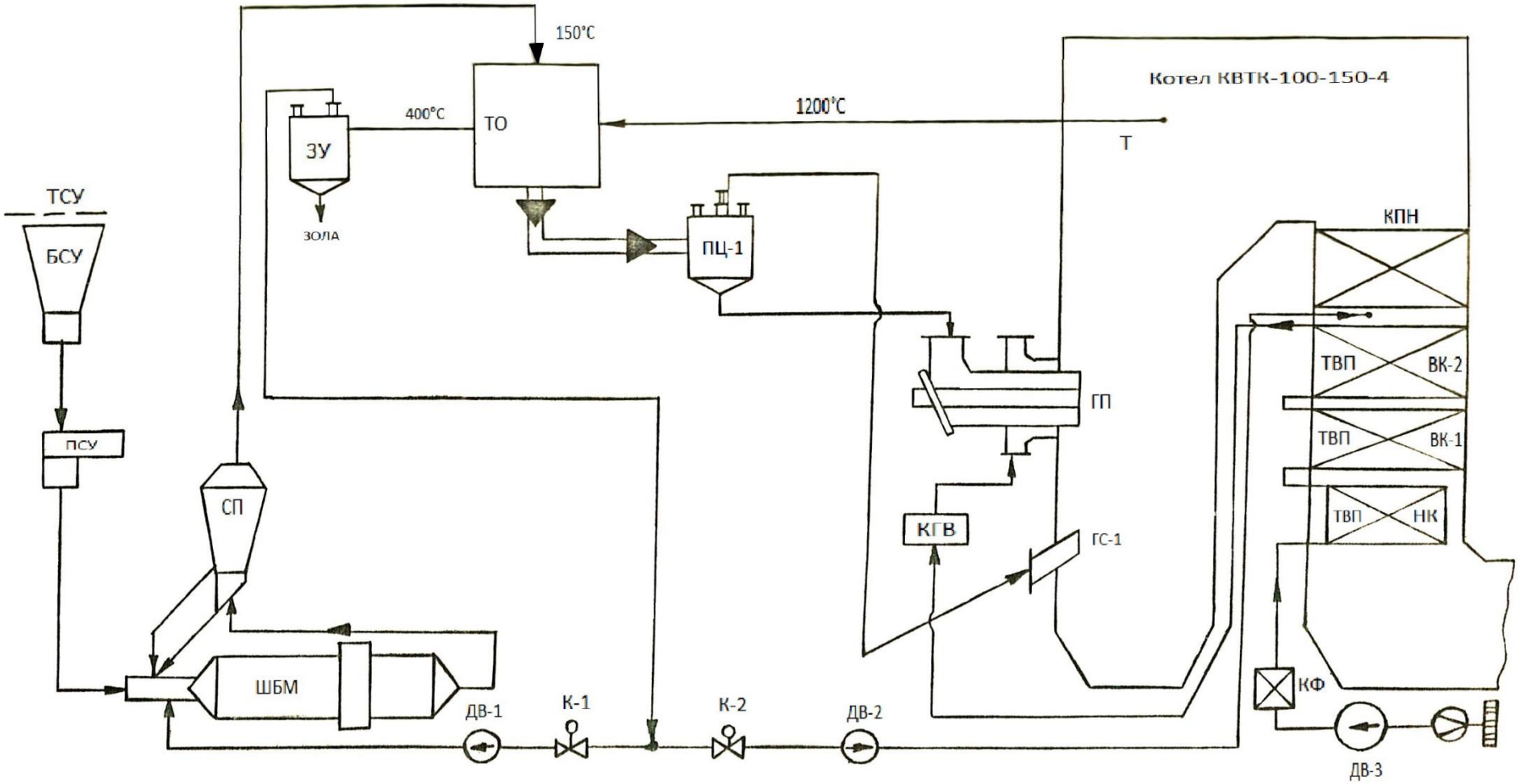
мұнда: $\alpha_ж = 0,0893\ Вт/(м \cdot °С)$ - жану өнімдерінің 350-ден 1200 °С-ге дейінгі ыстықтық аралығындағы орташа жылуөткізгіштік еселеуіші.

4. Жылутасығыштар арасындағы орташа ыстықтық тегеурін мынаған тең болады [22]:

$$\Delta\bar{t}_{прт} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}} = \frac{300-220}{\ln\frac{300}{220}} = 258°C, \qquad (2.32)$$



2.3 – сурет - Беттік қыздырулы көмір тозаңы бар жобаланатын қазанға арналған жылулық сұлбасы



2.4 – сурет - Қазанды жаңартуға арналған көмір тозаңының беттік қыздыруы бар жылулық сұлбасы

мұнда $\Delta t_б = t_1' - t_2'' = 1200 - 900 = 300°C$ – орта ауыстыратын жоғары ыс-тықтық айырымы; $\Delta t_м = t_1'' - t_2' = 350 - 130 = 220°C$ – орта ауыстыратын аз ыстықтық айырымы;

Өлшемсіз көрсеткіштер мынаған тең болады:

$$P = \frac{\tau_м}{\Delta t_{max}} = \frac{770}{1070} = 0{,}72; \quad (2.33)$$

$$R = \frac{\tau_б}{\tau_м} = \frac{850}{770} = 1{,}10; \quad (2.34)$$

мұнда: $\tau_м = t_2'' - t_2' = 900 - 130 = 770°C$ – қызу бетінен өткендегі аз ыстық-тық құламасы;

$\tau_б = t_1' - t_1'' = 1200 - 350 = 850°C$ – қызу бетінен өткендегі жоғары ыстықтық құламасы; $\Delta t_{max} = 1200 - 130 = 1070°C$ - мүмкінше ыс-тықтық тегеурін;

Жану өнімдері бойынша төрт еселі қиылысуы кезіндегі ыстықтық тегеурін

$$\Delta\bar{t} = \psi \cdot \Delta\bar{t}_{прт} = 0{,}957 \cdot 258 = 247°C, \quad (2.35)$$

мұнда: $\psi = 0{,}875; 0{,}93$ және $0{,}957$ – жану өнімдері бойынша екі,үш және төрт еселі қиылысу үшін қайта есептеу еселеуіш мағынасы.

3. Бірінші жуықтауда жылу беру еселеуішін к = 5,6 $Вт/(м^2 \cdot К)$ деп мән береміз. Сонда жылу алмасу беті мынаған тең болады:

$$F = 10^3 \cdot \frac{G_1 \cdot (c_{p1}' \cdot t_1' - c_{p1}'' \cdot t_1'')}{K \cdot \Delta\bar{t}} = \frac{21{,}69 \cdot (1{,}352 \cdot 1200 - 350 \cdot 1{,}131)}{5{,}6 \cdot 247} = 19{,}2 \cdot 10^3 м^2. \quad (2.36)$$

Шоқтағы құбыр ұзындығы:

$$l_\Sigma = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot n} = \frac{19{,}2 \cdot 10^3}{\pi \cdot 0{,}04 \cdot 10289} = 14{,}85 \text{ м}. \quad (2.37)$$

Жану өнімдері бойынша төрт жүрісті жылуалмастырғыштағы құбырлар-дың ұзындығы $l_1 = 3{,}71$м-ге тең.

Тозаңды ағын көлденең қимасының сәйкесінше мәндері:

$$S_2 = \left(a - \frac{a}{2}\right) \cdot l_1 = \left(8{,}12 - \frac{8{,}12}{2}\right) \cdot 3{,}71 = 16{,}05 \text{ м}. \quad (2.38)$$

Маңыздық шоғырлану шығынын анықтау кезінде:

$$\mu_{тл} = \frac{m_{тл}}{m_{тл}} = \frac{\beta_{тл}}{1-\beta_{тл}} \cdot \frac{\varrho_{тл}}{\varrho_г} \cdot \frac{W_{тл}}{W_г} \approx \frac{\beta_{тл}}{1-\beta_{тл}} \cdot \frac{\varrho_{тл}}{\varrho_{тл}} = \frac{B}{G_2^г} = \frac{8,194}{9,23} = 0,8878 \frac{кг}{кг}, \quad (2.39)$$

газқалқыма тәртібі [31] үшін кептіру агентінің түтін газдарындағы көмір тоза-ңының көлемдік шоғырлануын табамыз:

$$\beta_{тл} = \frac{1}{1+\varrho_{тл}/(\varrho_г \cdot \mu_т)} = \frac{1}{1+\frac{1000}{0,630 \cdot 0,8878}} = 5,59 \cdot 10^{-4} \frac{м^3}{м^3}, \quad (2.40)$$

мұнда: $\varrho_{тл} = 1000\,кг/м^3$ – екібастұз көмірінің үймелік тығыздығы; $\varrho_г = 0,630\ кг/м^3$ – кептіру агентінің 130-ден 900°С-ге дейінгі ыстықтық ара-лығындағы орташа тығыздығы.

Тозаңды ағынның жылдамдығы:

$$W_{см} = \frac{G_2}{\varrho_{см} \cdot S_2} = \frac{17,43}{1,189 \cdot 15,06} = 0,973 \frac{м}{с}, \quad (2.41)$$

мұндағы қоспа тығыздығы мынаған тең:

$$\varrho_{см} = \beta \cdot \varrho_{тл} + (1-\beta) \cdot \varrho_г = 5,59 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 + (1 - 5,59 \cdot 10^{-4}) \cdot 0,630 = \\ = 1,189 \frac{кг}{м^3}. \quad (2.42)$$

6. $Re_{см}$ =1700 – 4400 және $\beta_{тл} = 0,8 - 16,2 \cdot 10^{-3}\ м^3/м^3$ /32/ үшін құбыр шоқтарының көлденең ағыстауы кезіндегі азайтылған ағынды жылу беру:

$$Nu_{см} = 0,175 \cdot Re_{см}^{0,68} \cdot \beta_{тл}^{0,11} = 0,175 \cdot 492^{0,68} \cdot (5,59 \cdot 10^{-4})^{0,11} = 5,2,$$

мұнда:

$$Re_{см} = \frac{W_{см} \cdot d_2}{\nu_ж} = \frac{0,973 \cdot 44 \cdot 10^{-3}}{87 \cdot 10^{-6}} = 492. \quad (2.43)$$

Осыдан жылу беру еселеуіші мынаған тең болады:

$$\alpha_{см} = Nu_{см} \cdot \frac{\lambda_{см}}{d_2} = 5,2 \cdot \frac{0,066}{44 \cdot 10^{-3}} = 7,8 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}. \quad (2.44)$$

7. Жылу өту еселеуіші мынаған тең:

$$К = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta_м/\lambda_м + 1/\lambda_{см}} = \frac{1}{1/17,8 + 0,002/25 + 1/7,8} = 5,42 \frac{Вт}{м \cdot К}, \quad (2.45)$$

мұнда: $\lambda_м = 25\ Вт/(м \cdot К)$ – 100-ден 1000°С ыстықтық аралығындағы болат-тың жылуөткізгіштік орташа еселеуіші.

Жылу өту еселеуішінің берілу дәлділігі:

$$\frac{K_2 - K_1}{K_1} \cdot 100 = \frac{5{,}6 - 5{,}42}{5{,}42} \cdot 100 = 3{,}3\%. \qquad (2.46)$$

Нәтижесінде Ø40/44 мм пиролизердің төрт жолды газ құбырының ұзындығы 3,71 м, салыстырмалы ұзындығы 2, құбырлар саны 10289, төрт секцияның (жарыстың) әрқайсысы 8,12 × 8,12. көлденең қимада көрсетілген. Газ қалтқысынан төмендетілген шаң ағыны 3,71 × 8,12 / 2 м2 көлденең қимасы бар құбырлар арасындағы кеңістікке жылжиды. Жылу алмасу аймағының жалпы өлшемдері: 8,12 × 3,71 × 32,48 (ені, ұзындығы, биіктігі) м.

Бұл ретте пиролизердің бастапқы жылуы 1200 болатын жылу тасымалдағыш ретінде отынды кептірудің түтін газы пайдаланылады, ал Блэр формуласы бойынша Екібастұз көмірінің пиролиз дәрежесі шамамен 420 және 8% құрайды. 1.1 [13] суретіне сәйкес азот оксиді шығарындыларының азаюы небәрі 37-50% құрайды. Құрамы бөлшектенгендіктен қоңыр көмір 63 мкм-ден кіші бөлшектерге бөлінеді [34].

δ, мкм	63	63 – 100	100 – 160	160 – 200	200 – 315	315 – 400
%	62,5	25	10,8	1,0	0,4	0,3

$\delta = 0{,}5$мм-лі ыстықтығы T = 1400К және O_2 = 21% кезіндегі Екібастұз көмірі үшін ұсынылған ошақ құтысының ішіндегі көмір тозаң пиролизді оттық құрылғыны есептеуге мүмкіндік беретін ұшқындардың шығу мен жану, кокстың тұтану мен жану уақыттары: 0,27; 0,13; 0,5 және 2,4с болады (2.2 сурет).

2.3 Пиролизердің сұйықағулық есебі

Тозаңдық ағынның көлденең ағысталуы кезіндегі дәліздік шоқ кедергісін есептеу үшін шоқтың геометриялық көрсеткішін табамыз [30]:

$$B = (S_2 - 0{,}8 \cdot d) / (S_1 - d) = (80 - 32) / (80 - 40) = 48/40 = 1{,}2. \qquad (2.47)$$

В көп кезінде кедергі бірлігі мына кейіптемемен анықталады:

$$\Delta P_п = 0{,}265 \cdot z \cdot Re_{жм}^{m} \cdot \varrho_{см} \cdot W_{см}^2 \cdot B^2 =$$
$$= 0{,}265 \cdot 101 \cdot 492^{-0{,}132} \cdot 1{,}189 \cdot 0{,}973^2 \cdot 1{,}2^2 = 19{,}2 Па, \qquad (2.48)$$

мұнда:

$$m = 0{,}88 \cdot \left(\frac{S_1 - d}{S_2 - d} - 0{,}1\right)^{0{,}138} - 1 = 0{,}88 \cdot 0{,}9^{0{,}138} - 1 = -0{,}132 \qquad (2.49)$$

(S_2 /d = 2 ≥ 1,24 кезінде);

z = $\sqrt{n} = \sqrt{10289} = 101$ – ағын бойынша қатарлар саны.
Құбыр ішіндегі газдардың қозғалысы кезіндегі үйкеліс кедергісі:

$$\Delta P_{тр} = \xi \cdot \frac{l_\Sigma}{d_1} \cdot \frac{\varrho_1 \cdot W_1^2}{2} = 0{,}117 \cdot \frac{14{,}84}{0{,}04} \cdot \frac{0{,}45 \cdot 7^2}{2} = 478{,}6\ Па \quad , \qquad (2.50)$$

мұнда:

$$\xi = 0{,}11 \cdot (\frac{\Delta}{d} + 68 \cdot Re^{-1})^{0.25} = 0{,}11 \cdot (\frac{0{,}05}{0{,}04} + \frac{68}{2208}) = 0{,}117. \qquad (2.51)$$

Жергілікті кедергі:

$$\Delta P_м = 0{,}5 \cdot (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3) \cdot \varrho_1 \cdot W_1^2 = 9{,}55 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}45 \cdot 7^2 = 105{,}3 Па, \qquad (2.51)$$

ағынның 180˚-та үш иінге бұрылуы кезінде

$$\xi_1 = 3 \cdot [\sin^2(0{,}5 \cdot \alpha) + 2 \cdot \sin^4(0{,}5 \cdot \alpha)] = 3 \cdot (1 + 2) = 9\ ; \qquad (2.52)$$

ағынның кенет кеңеюі кезінде

$$\xi_2 = \left(1 + {}^{S_1}/_{S_2}\right)^2 = (1 - 0{,}5)^2 = 0{,}25; \qquad (2.53)$$

ағынның кенет тарылуы кезінде $\xi_3 = 0{,}3$.
Пиролизер арқылы ағынның толық кедергісі мынаған тең болады:

$$\Delta P = \Delta P_п + \Delta P_{тр} + \Delta P_м = 19{,}2 + 478{,}6 + 105{,}3 = 603{,}1 Па\,. \qquad (2.54)$$

3 Үнемиеттік (экономикалық) бөлім

Қазақстандық электр станцияларының техникалық жағдайын талдау олардың негізгі қорларының 50-60 пайызының тозығы жеткенін және қызмет ету мерзімін аяқтағанын көрсетеді. Кейбір станцияларда негізінен Германияда жасалған 40 жыл бұрынғы жабдықтар бар. Кеңес үкіметі ыдырағаннан кейін барлық ТМД елдерінің экономикалық даму деңгейі екі есеге төмендеп, соның салдарынан электр энергиясын өндіру мен тұтыну төмендегені белгілі. Қазақстанның соңғы жылдардағы тұрақты экономикалық өсімі энергия тұтынудың артуына әкелді. Энергетикалық қатынастардан нарықтық қатынастарға көшу, халық шаруашылығы салаларының келісілмеген өсуі, тұтынылған энергияның қалған төленбеген қарыздары және энергетикалық жабдықтардың тозуы, бір жағынан жаңа заманауи электр станцияларының құрылысы. екінші жағынан, электр станцияларын қаржыландыру тұрақты емес.

Әлемдік тәжірибеде мұндай экономикалық жағдайларда (тіпті күштірек жағдайда) ірі энергетикалық нысандардың (станциялар, электр беру желілері) құрылысы мемлекеттің қолдауымен, демек, мемлекет қаражатымен жүзеге асырылады. Мемлекеттің қаржыландыру үлесі 60-80 пайызға жетуі мүмкін екенін есте ұстаған жөн. Бұл мемлекетке стратегиялық нысандарды бақылауда ұстауға мүмкіндік береді. Қалған бөлігі акционерлік қоғам құру арқылы үкіметтің жеңілдетілген несиесі бар банктерден алынады. Ірі энергетикалық объектілерді қаржыландырудың бұл стратегиясы халық шаруашылығының бастапқы дамуы кезіндегі энергетиканың қалыпты жұмысының сипаттамасы болып табылатын үлкен инвестицияға және салынған капиталды қайтарудың ұзақ мерзіміне байланысты.

Бір кВт/сағ өндіруге жұмсалған отынның меншікті құны 190-210 с.о.г/кВтсағ құрайды; және бір Гкал жылу энергиясына жұмсалатын отынның үлестік өндірісі 170-180 н.а.кг/Гкал құрайды. Есептеуге арналған бірінші деректер электр және жылу энергиясының жылдық өндірісі, 1 кВт/сағ электр және 1 Гкал жылу энергиясын өндіру үшін пайдаланылатын дәстүрлі отынның үлестік өндірісі, отын түрі және оның жылулық құндылығы болып табылады. ккал/кг көмірге, теңге/м3 газға), отын бағасы (көмірге, теңге/т.т.т. газ, теңге/м3), орталықтағы қатты отын көзінен жүріп өткен қашықтық. Доғабастұздың МАЭС-1, Екібастұз көмірін жағудың өтемдік құнының есебі.

3.1 - кесте - Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

жылдық өндіретін электр энергия	Э	млн.кВтсағ	3800
жылдық өндіретін жылу энергия	Qөнд	тыс.Гкал	2720
жану жылу өнімділігі	Qб	ккал/м^3	5000
отын бағасы	Бот	тг/тот	1600
отынға дейінгі арақашықтық	R	Км	0
қондырғының максималды жұмыс істеу уақыты	$T_м$	сағ.	5800
шартты отын шығыны кВтсағ	$b_э$	ш.о.г/кВтч	200
шартты отын шығыны Гкал	$b_т$	кгут/Гкал	170
отынды тасымалдау құны		тг/т км	0,8

Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 0,8 теңге/т-км.

3.1 ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

Зауыттың жұмысы кезінде өндірілген энергияның белгілі бір бөлігі зауыттың өз қажеттіліктеріне жұмсалады. Бұл электр энергиясын өндіру электр станциясының түріне, оның бірлік қуатына, қолданылатын отын түріне, негізгі және қосалқы электр станцияларының техникалық жетілуіне, зауыттың техникалық және қаржылық саясатын дұрыс басқаруына байланысты.

Станцияның өз қажеттіліктеріне жұмсалатын электр энергиясы 6-16% құрайды. Есептеулер үшін жеке тұтынуға арналған электр энергиясын тұтынудың 7% (Eum.m.) және жылу энергиясына 0,5% (Qu.m.) алу қажет. Жылдық электр және жылу энергиясын беру келесі көрсеткіштермен анықталады.

$$Э_{жіб} = Э_{өнд} * (1 – Э_{ө.м.}) = 3800* (1 - 0,07) = 3534 \text{ млн. кВтсағ}, \quad (3.1)$$

$$Q_{жіб} = Q_{өнд} * (1 – Q_{ө.м.}) = 2720 * (1 - 0,005) = 2706 \text{ мың Гкал}. \quad (3.2)$$

мұндағы: $Э_{өнд}$ және $Q_{өнд}$ – электр және жылу энергиясының жылдық өндірі-луі.

Бұл жерде жіберілген энергиядан өндірілген электр және жылу энергиясына жұмсалған отынның құнын реттеу қажет, яғни өз қажеттілігіне жұмсалған отынның құнын есепке алу қажет. Оның мағынасы келесідей анықталады.

$$b_э = В_э : Э_{жіб} = 706 * 1000 / 3534 = 200 \text{ ш.о.г/кВтсағ}, \quad (3.3)$$

$$b_{ж} = В_{ж} : Q_{жіб} = 460,09 * 1000 / 2706 = 170 \text{ ш.о.кг/Гкал.} \quad (3.4)$$

3.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны:

$$Вэ = Эо * b_{э} = 3720 * 200 / 1000 = 706 \text{ мың ш.о.т,} \quad (3.5)$$

$$Вж = Qо * b_{ж} = 2955 * 170 / 1000 = 460,09 \text{ мың ш.о.т.} \quad (3.6)$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$Вш = Вэ + Вж = 706 + 460,09 = 1166,09 \text{ мың ш.о.т.} \quad (3.7)$$

Егер жанармай мен тасымалдау құны табиғи отынмен анықталса, отын өндіруге белгіленген сома табиғи отынға ауыстырылуы тиіс.

Табиғи отын өндірісі келесідей

$$В_{т} = В_{ш} * К_{а} = 1166,09 * 1,4 = 833,49 \text{ мың т.о.т.} \quad (3.8)$$

Ка- кәдімгі отынның табиғи отынға айналу коэффициенті кәдімгі отын мен табиғи отынның жылу шығысының қатынасынан алынады (барлық ақпарат 2.1-кестеде көрсетілген).

Қатты отынның тоннасына тасымалдау құны

$$Б_{тасым} = R * (0,8 - 1,0) = 0 \text{ теңге/т.о.т.} \quad (3.9)$$

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$$Ш_{отын} = В_{т} (Б_{отын} + Б_{тасым}) = 460,09 * 1600 / 1000 = 1333,586 \text{ млн. теңге.} \quad (3.10)$$

3.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

1-ге тең құрылғыда РОЕ 1 кВт/сағ электр энергиясын алу үшін 123 с.о.г және 1 Гкал калориялық энергия үшін 143 с.о.кг жұмсайтыны белгілі.

Жеке пайдалануға жұмсалған электр және жылу энергиясының құнын ескере отырып, пайдалы отын шығынының көбейткіші.

$$ПӘЕэ = 123 : b_{э} * 100 = 123 / 200 *100 = 61,5\%, \quad (3.11)$$

$$ПӘЕж = 143 : b_{ж} *100 = 143 / 170 * 100 = 84,1\%. \quad (3.12)$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$ПӘЕ = \frac{0,86 * Эжіб + Qжіб}{7 * B} * 100 = \frac{(0,86*3534+2706)*100}{(7*1166,89)} = 70,3\%.$$

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

3.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

Когенерациялық қондырғыларда су роликті дымқылдатқыштардағы буды салқындату үшін, жылумен жабдықтау жүйелерін толықтыру үшін, генераторлар мен трансформаторларды салқындату үшін, күлді тазарту үшін және т.б. жұмсау.

Станцияның сумен жабдықтау жүйесіне (тікелей, айналмалы) сәйкес келетін су жүктемесінің мөлшері де әртүрлі. Қазақстандағы бір станциядағы судың бағасы 0,15 теңге/кВт/сағ аралығында. Күрделі есептеулер үшін сумен жабдықтау құнын келесідей табуға болады

$$Ш_с = Э_с * (0,14) = 3800 * 0,15 = 570 \text{ млн.теңге.} \quad (3.13)$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада жылу энергетикасы саласының рентабельділігі мен қоршаған ортаны қорғаудың негізгі мәселелері айтылып, зиянды заттарды азайтудың зияндылығы аз және арзан әдістері (технологиялары) қарастырылған. Бұл аз инвазивті және қымбат емес әдістің негізі әдебиеттер мен есептеу деректерінде толығырақ сипатталған. Біріншілік газдандырудың зерттелетін аймағының математикалық моделі құрылды. Көмірді жағу кезінде азот оксидтерінің түзілуін математикалық модельдеу негізгі процестің параметрлері өзгерген кезде шаң әдісімен жүргізілді.

Есептеу нәтижелері талданады және басқа авторлардың тәжірибесімен және белгілі деректермен келіседі. Дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты көмірді энергия үшін жағудың парниктік газ әдісінің қоршаған орта мен экономиканы қорғауда өте тиімді екенін көрсету болды. Қатты отынды газдандыру әдісі әсіресе жаңа жылу электр станциялары салынған кезде тиімді болып табылады, бұл арнайы сұрақпен дәлелденді.

Сондай-ақ, бұл жұмыста ЖЭО аздап (жергілікті) жаңартылса, KGS әдісінің пайдалырақ болатынына көбірек назар аударылады, өйткені - бұл жолы - сатылы сияқты салыстырмалы түрде арзан әдістерді енгізу оңай. отынның жануы, генератордың регенерациясы және газдың қайтарылуы.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Крейнин Е.В., Михалина Е.С. Выбросы в атмосферу в электроэнергетике // экономика и промышленность России. 2002. №12. 2003. №2. (Нормы).

2 Крейнин Е.В. Уголь, как основное органическое топливо XXI века: экологически чистые угольные технологии // Уголь. 2003. №5.

3 Тиммс А., Хессельман. Снижение эмиссии NO_x на пылеугольных котлах // Труды III Международной научно-практической конференции и специализированной выставки «Экология в энергетике». – М.:2006. С. 196-203.

4 Котлер В.Р., Серков Д.Е. Снижение эмиссии NO_x на пылеугольных котлах с тангенциальными топками // Электрические станции. 2001. №4.

5 Енякин Ю.П., Котлер В.Р. Малотоксичные горелки как средство снижения выбросов оксидов азота на ТЭС РФ // Труды III Международной научно-практической конференции и специализированной выставки «Экология в энергетике». – М.:2006. С. 153-157.

6 Подавление эмиссии оксидов азота при ступенчатом сжигании высокореакционных углей / А.А.Штиль [и др.] // Теплоэнергетика. 2009. №1.

7 Баубеков К.Т. Исследование механизма образования оксидов азота в топках котлов при ступенчатом сжигании // Теплоэнергетика. 2008. №9.

8 Алехнович А.Н., Богомолов В.В. Влияние схем сжигания и режимов на шлакование. Трехступенчатое сжигание // Электрические станции. 2002. №3.

9 Шульман В.Л., Паршуков В.С., Глазков В.К. Трехступенчатое сжигание твердого топлива – практический опыт модернизации котлов // электрические станции. 2003. №5.

10 Кормилицын В.К., Ежов В.С. Механизм процессов поглощения оксидов азота водой из дымовых газов // Энергосбережение и водоподготовка. 2008. №6.

11 Котлер В.Р. Технологии одновременного снижения выбросов NO_x и SO_x на пылеугольных ТЭС США // Теплоэнергетика. 2002. №1.

12 Очистка дымовых газов мусоросжигательных котлов от оксидов азота / О.Н. Кулиш [и др.] // промышленная энергетика. 2002. №10.

13 Росляков П.В. Проблемы измерений загрязняющих веществ на ТЭС и их мониторинг // Труды III Международной научно-практической конференции и специализированной выставки «Экология в энергетике». – М.:2006. С. 83-88.

14 Росляков П.В., Егорова Л.Е., Ионкин И.Л. Технологические мероприятия по снижению вредных выбросов ТЭС в атмосферу. М.: Изд-во МЭИ, 2011.

15 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.

16 Росляков П.В., Закиров И.А. Нестихиометрическое сжигание природного газа и мазута на тепловых электростанциях. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

17 Росляков П.В., Ионкин И.Л., Плешанов К.А. Высокоэффективное сжигание топлива с контролируемым химическим недожогом // Теплоэнергетика. 2009. №1. С. 20-23.

18 Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. С. 339-359.

19 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. 64 - 2, (2018)ɣ

20 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)

21 Темірбаев Д.Ж. Отын үнемдеу және мекен қорғау жылу тәсілдері: Оқу құралы. - Алматы: АЭжБИ, 1998. - 93 б.

22 Нұрекен Е., Темірбаев Д., Алияров Б. /Жалпы ред. басқ. Е.Нұрекен/. Жылу қайратият атауларының қазақша – орысша, орысша – қазақша сөздігі. – Алматы: АЭжБИ, 2009. – 200 б.

23 Е. Нұрекен, Д. Темірбаев, Б. Алияров. Жылутәсіл атауларының орысша – қазақша сөздігі. – 2-ші басылуы. – Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1997. – 77 б.

24 Саламова Н.В. Методы одновременной очистки дымовых газов ТЭС от оксидов серы и азота // Электрические станции. 1997. № 12. С. 56-60.

25 Кропп Л.И., Новоселов С.С. Пути сокращения выбросов двуокиси серы с дымовыми газами ТЭС: Учебное пособие. – М.: ВИПКэнерго, 1986.

26 Очистка дымовых газов тепловых электростанций / В.А. Зайцев, А.А. Кучеров, Т.Б. Пятина, А.П. Коваленко // Хим. пром-сть. - 1993. - N 3 - 4. - С. 119 - 127.

27 Крыжановский В.Н. Образование и технологические методы подавления азота при горении топлива: обзор //Пром. теплотехника. - 1990. - Т. 12, N 5. - С. 81 - 101.

28 Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. - М.: Химия, 1984. - 313 с

29 Кузьмина Г.М. Каталитическая очистка дымовых газов тепловых электро-станций и других стационарных источников от окислов азота: Обзор заруб. практики / МНТК "Катализатор", СКТБ катализаторов: Препринт. - Новосибирск, 1990. - 43 с.

30 Гладкий А.В., Федорова С.К., Артемова Е.Н. Очистка газовых выбросов от оксидов азота // Промышленная и санитарная очистка газов / ЦИНТИхим-нефтемаш. - М., 1989. - 90 с.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қуан Абылай Арсенұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Азот оксидтерінің түзілуін азайту мақсатында көмірдің жану процесін зерттеу

Научный руководитель: Булбул Онгар

Коэффициент Подобия 1: 3.4

Коэффициент Подобия 2: 0.8

Микропробелы: 94

Знаки из здругих алфавитов: 294

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:

2023-06-05

Дата

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсембаев С.Ф.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қуан Абылай Арсенұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Азот оксидтерінің түзілуін азайту мақсатында көмірдің жану процесін зерттеу

Научный руководитель: Булбул Онгар

Коэффициент Подобия 1: 3.4

Коэффициент Подобия 2: 0.8

Микропробелы: 94

Знаки из здругих алфавитов: 294

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: Қуан Абылайдың дипломдық жұмысы плагиат емес. Қорғауға жіберілді.

2023-06-05

Дата

проверяющий эксперт

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Қазақстан Республикасы

«Сәтпаев университеті»

коммерциялық емес акционерлік қоғам

6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша 4 курс оқитын

Қуан Абылай Арсенұлы

«Азот оксидтерінің түзілуін азайту мақсатында көмірдің жану процесін зерттеу» тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Дипломдық жобада жылу электр станциялардың негізгі үнемиеттік пен мекен қорғаулық өзекті мәселері аталып, зиянды заттарын азайтудың аз зиянды ауқымды және аз шығынды қатты отынды дайындау мен жағудың әртүрлі тәсілдемеліктері (технологиялары) қаралған.

Мұның аз зиянды және аз шығынды тәсілдемелік негіздері әдебиеттік деректермен және есептік молырақ сипатталған.

Дипломдық жобаның негізгі мақсаты – сапасы төмен энергетикалық көмірді газдандырып жағу (КГЖ) әдісі мекен қорғаулық және үнемиеттік өте тиімді екенін көрсету болған.

Мұның ұтымды тетіктеріне көмір газдандырылғанда зиянды заттары ажыратылып, жасанды газдың мекен қорғаулық таза жағылуымен қатар металдың күкіртсіз және түрпүліксіз сенімді істеуі жатады. Оған қоса, арзан жасанды газ аса үнемді БГҚ-лық салыстырмалы қымбат табиғи газға мол алтернатива болып, энергетиканың үнемиеттігі асады.

Дегенмен, ЖЭС шамалы жаңартылғанда отынның тектесуліксіз сатылы жағылуы, тектесудің қалпына келу, түтіннің кері қайтарылуы секілді белгілі салыстырмалы арзан және қарапайым әдістердің іске асырылуы оңайлау, аз зиянды және аз шығынды болуы мүмкін. Сондықтан бұған дипломдық жобада көбірек көңіл бөлінген.

Дипломшы Қуан Абылай Арсенұлы өзінің игерген білімділігі және талаптылығымен дипломдық жобасын өзі ұйымдастырып, іс жүзінде теориялық және қолданбалық маңызды жетістіктеріне ие болып, 5В071700 - «Жылуэнергетика» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын, ал дипломдық жұмысы жақсы бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші:
PhD доктор, қауымдастырылған профессор _____ Б. Онгар
«30» мамыр 2023 ж.

6

Дипломдық жобада мысалды есептермен қатар болашақты қарастыруға маңызды теориялық мәліметтер де баршылық.

Жұмыс бойынша ескерту:

Пайдаланған әдебиеттер тізімі бойынша жаңа, яғни соңғы 10 жыл бойынша мәліметтер пайдаланылуы керек. Оған қарамастан жұмыс толықтай дайын. Мәліметтер жеткілікті.

Жұмысты бағалау:

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылау негізінде Satbayev University –нің 6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Қуан Абылай Арсенұлы «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша 90% (А_) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші:
«Алматы энергетика және байланыс университеті»
«ЖЭҚ» кафедрасының доценті,
тех. ғыл. канд.

ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ ЖЫЛУ ТЕХНИКА ИНСТИТУТЫ
ИНСТИТУТ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

_____ М.Е. Туманов

«___» _____ 2023 ж.