

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2023)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/YBCY7199>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***А. К. Мерғалимова¹, С. Б. Ыбрай², А. В. Атякшева³,
Б. Т. Бахтияр⁴**

^{1,2,3,4}Казахский агротехнический исследовательский университет

e-mail: almagul_mergalimova@mail.ru,

ҚАЗАНДЫҚ ӨРТІНЕ АРНАЛҒАН ТАЗА КӨМІР ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Мақалада көмірді арнайы термиялық өңдеу кезінде бөлінетін газ тәрізді отынмен іске қосылатын мазутты ауыстыру мүмкіндігін зерттеудің теориялық және практикалық негіздері, сондай-ақ көмірмен жұмыс істейтін жылу электр станцияларында қазандық қондырғыларын жағудың осы әдісін енгізу қарастырылады. Қажетті газ тәріздес отынды алу үшін көмірдің үш түрін эксперименттік зерттеу нәтижелері берілген.

Зерттеу нәтижелері басқа нәтижелермен салыстырылып пиролиз газдың көпшілігі 600-900 °C температурада түзілетіндігі анықталды. Метан мен ауыр көмірсутектердің жоғары концентрациясына байланысты газдың жылулық құндылығы 500 °C-та ең жоғары көрсеткішке ие болады.

Көмірден ұшпа отынды алудың бұл процесі көмірді газдандыру процесі емес. Газдандыру технологиялары күрделірек және қымбат. Дегенмен, қарастырылып отырған процестің жоғары температуралы пиролиз және газдандыру процестерінен айырмашылығы, қыздыру тек жанғыш ұшқыш заттардың бөлінуіне қажетті температураларға дейін, қажетті көлемде және жеткілікті жану жылуымен жүзеге асырылады. бұл көмірдің ерекшеліктеріне байланысты.

Ұнтақ көмір стансаларында іске қосу мазутының орнын толтыруға қабілетті газ тәріздес отынды алу үшін қатты отынның үш түрі тәжірибелік түрде зерттелді, олардың кен орындары Қазақстанда орналасқан: Майкөбе қоңыр көмірі, Шұбаркөл қоңыр көмірі және Сарыадыр қоңыр көмірі.

Кілті сөздер: көмір, мазут, ұшқыш жанғыш заттар, жылу электр станция, қазандық қондырғы.

Кіріспе

Қазіргі уақытта негізгі отын ретінде табиғи газды және/немесе көмірді пайдаланатын барлық жылу электр станциялары (ЖЭС) және ірі қазандықтар резервтік, апаттық және тәжірибелік отынмен қамтамасыз етілген. Әдетте, бұл отын мазут болып табылады. Дегенмен, жанармай ретінде мазуттың бірқатар елеулі кемшіліктері бар. Көмірді мазутпен біріктіргенде қазандықтардың экологиялық және экономикалық көрсеткіштері нашарлайды: отынның механикалық аз жануы артады және жалпы тиімділік төмендейді (өз қажеттіліктеріне жұмсалатын шығындардың өсуіне байланысты), берілген электр энергиясына эталондық отынның үлестік шығыны артады. , конвективтік қыздыру беттерінің жоғары температуралық коррозиясы артып, оксидтердің шығымы артады. Азот пен күкірт (мазут құрамында күкірт жоғары болған жағдайда), канцерогенді ванадий пентоксидінің шығарындылары пайда болады [1,2,3]. препарат. пайдалануға арналған мазут [3]. Резервуарларға құю және кейіннен резервуарлардан түсіру оны қолайлы өтімділік күйіне дейін қыздыруды талап етеді, бұл, әдетте, су буын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл мазутты тиеу және түсіру пункттерінде қажетті температурасы бар бу көзі болуы керек дегенді білдіреді. Резервуарларда қыздыру мен араластырудан басқа, сонымен қатар қоймадан бастап саптамаға дейінгі барлық қозғалыс жолында мазуттың айналымын сақтау қажет, қажет болған жағдайда пешке мазут беру мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет. Сондықтан мазутты жағуға дайындау күрделі және көп уақытты қажет ететін процесс болып табылады, онда мыналарды қамтамасыз ету қажет: мазуттағы судың аз болуы (3 %-ға дейін), суды мазутпен терең араластыру, қажетті мазуттың қыздыру температурасы. Тағы бір маңызды аспект – бұл баға, мазут – қымбат энергетикалық отын.

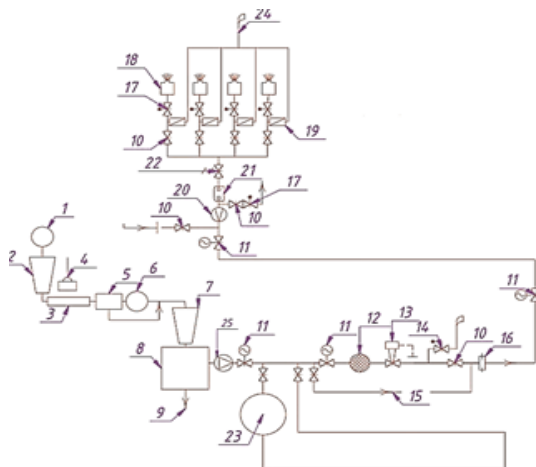
Жоғарыда аталған факторлардың барлығы қазіргі заманғы жылу энергетикасының өте өзекті міндетіне айналдырады - көмірмен жұмыс істейтін жылу электр станцияларында қазандықтарды майсыз жағудың жаңа технологияларын әзірлеу.

Көмірдің пиролиздік газдардың құрамы мен қасиеттерін түсіну үшін көмірдің пиролиз газдарының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу керек. Өртүрлі зерттеулер әр түрлі температурада көмірден алынатын пиролиз газдарының газ құрамы мен шығымын зерттеді [4,5,6]. Көмірдің пиролиздік газдарының газдық құрамы температураға байланысты өзгереді, газдың көпшілігі 600-900 °C температурада түзіледі [7]. Метан мен ауыр көмірсутектердің жоғары концентрациясына байланысты газдың жылулық құндылығы 500 °C-та ең жоғары болады [8]. Көмірдің пиролиздік газдары сутегі көзі және одан әрі пиролиз процестері үшін жылу көзі ретінде де пайдаланылуы мүмкін. Қосылған газ хроматографиясы/масс-

спектрометриялық детекторлары бар пиролиз жүйелерінің дамуы пиролиз өнімдерінің, соның ішінде пиролиз кезінде бөлінетін жеңіл газдардың сапалық және сандық талдауына мүмкіндік береді. Бұл зерттеулер көмірдің пиролизі және пиролиз газдарын энергия көздері немесе одан әрі өңдеу үшін шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігі туралы құнды түсініктер береді.

Материалдар мен әдістер

Пайдалы модель патенті [5] қазандықтарды майсыз жағудың, көмір алауының тұтануы мен жануын тұрақтандырудың дамыған, тиімді, экологиялық және экономикалық тұрғыдан қолайлы әдісін ұсынады. Бұл технология алынған газ тәрізді отынды пайдалануға негізделген. көмірді термиялық өңдеу арқылы. 1-суретте жанатын отын ретінде жанғыш ұшатын заттарды пайдалана отырып, қазандықты майсыз жағудың мүмкін болатын технологиялық схемасы көрсетілген.



- 1- автосамосвал, 2- қабылдау бункері, 3- таспалы конвейер, 4- электромагниттік сепаратор, 5- вибрациялық экран, 6- балғалы диірмен, 7- шикі көмір бункері, 8- көмір жылыту құрылғысы, 9- көмір шығарғыш, 10- газ қақпағы клапаны, 11- электр қақпағы клапан, 12- механикалық сүзгі, 13- газ қысымын реттегіш, 14- сақтандырғыш клапан, 15- айналма желі, 16, 20- шығын өлшегіш, 17- газ реттегіш клапан, 18- газ оттығы, 19- тығынды клапан, 21- жылдам әрекет ететін газ клапаны, 22- ағынды реттегіш, 23- газ қоймасы - қабылдағыш, 24- қауіпсіздік шамы, 25- желдеткіш.

Сурет 1 – Жанғыш ұшқыш заттарды пайдалана отырып, қазандық қондырғысын жағу технологиясының схемасы

Жанғыш ұшпа заттарды шығару арнайы пеш құрылғысында (8) жүзеге асырылады, онда оттегіге қол жеткізбестен көмір қабаты қызады. Көмірді жылытуға қажетті бастапқы жылу энергиясын тасымалдаушы ретінде мыналарды қолдануға болады: бу, жұмыс істейтін қазандық болған кезде; электр немесе жылу энергиясының басқа тасымалдаушысы. Жану кезінде қыздырудан кейін бөлінетін жанғыш ұшқыш заттар (CO, H₂, CH₄ және т.б.) тікелей қазандықтың оттықтарына (18) түседі, жанғаннан кейін олар арнайы газ сақтайтын қабылдағышта (23) жиналуы мүмкін. белгілі бір қысым және болашақта олар жалынның жануын тұрақтандыру үшін пайдаланылуы мүмкін [6,7].

Көмірден ұшпа отынды алудың бұл процесі көмірді газдандыру процесі емес. Газдандыру технологиялары күрделірек және қымбат. Дегенмен, қарастырылып отырған процестің жоғары температуралы пиролиз және газдандыру процестерінен айырмашылығы, қыздыру тек жанғыш ұшқыш заттардың бөлінуіне қажетті температураларға дейін, қажетті көлемде және жеткілікті жану жылуымен жүзеге асырылады. бұл көмірдің ерекшеліктеріне байланысты.

Нәтижелер және талқылау

Ұнтақ көмір стансаларында іске қосу мазутының орнын толтыруға қабілетті газ тәріздес отынды алу үшін қатты отынның үш түрі тәжірибелік түрде зерттелді, олардың кен орындары Қазақстанда орналасқан: Майкөбе қоңыр көмірі, Шұбаркөл қоңыр көмірі және Сарыадыр қоңыр көмірі.

Алдын ала өңделген көмір үлгісі (өлшемі шамамен 5 мм бөлшек) тәжірибе камерасындағы субстратқа орналастырылды. Әрі қарай, қыздырғыштағы кернеудің біркелкі өсуі жүзеге асырылды, бұл температураның жоғарылауына әкеледі. Температураның жоғарылауы нәтижесінде үлгінің термиялық жойылу процесі басталады, осылайша ұшпа қосылыстардың сублимациясын бастайды.

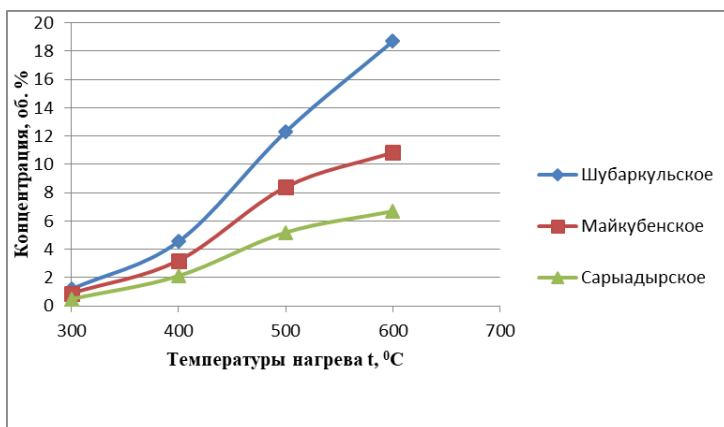
Эксперимент барысында жылу өрісінің динамикасының суреттерін құру үшін үлгінің белгілі бір нүктелерінде температура динамикасы өлшенді. Тәжірибе кезінде және аяқталғаннан кейін камерада газ үлгілері алынады және талданады. Газды іріктеу тікелей камерада жүргізіледі және полимерлі пневматикалық шланг арқылы LFR-1/4-D-5M-MINI фильтр-реттегішіне түседі. Бұл құрылғы камерадағы қысымға әсер етпей, газ үлгісін алуға мүмкіндік береді, сонымен қатар газдан аэрозоль фазасын және шаң бөлшектерін жояды. Сүзгі-реттегіштен кейін газ алынған газды талдайтын Agilent 7890 хроматографына түседі.

Тәжірибе ұзақтығы 600°C максималды температураның көрсетілген мәніне жетумен шектелді.

2-суретте негізгі жанғыш газ компоненттерінің (CO , H_2 , CH_4) 300–600 °C аралығындағы температураға тәуелділіктері, 1-кестеде олардың жалпы шығымы көрсетілген.

Кесте 1 – 300 °C -тен 600 °C -ге дейінгі температура диапазонында жанғыш газ компоненттерінің (CO , H_2 , CH_4) жалпы шығымы

Көмір үлгілерінің кен орны	Қыздыру температурасына байланысты CO , H_2 , CH_4 жалпы шығымы (көлеммен%), °C			
	300	400	500	600
Шұбаркүл	1,2	4,56	12,32	18,71
Майкөбе	0,9	3,22	8,41	10,85
Сарыадыр	0,5	2,13	5,2	6,70



Сурет 1 – Жанғыш газ компоненттерінің шығысының (CO , H_2 , CH_4) қыздыру температурасына тәуелділігі

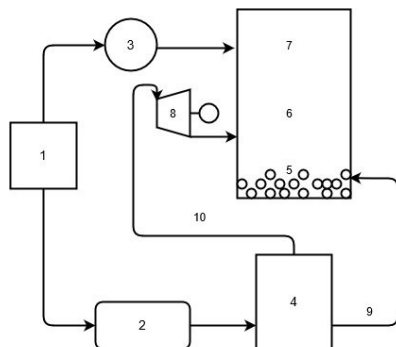
Тәжірибе нәтижелері бойынша көмір үлгілерін қыздыру температурасының 300-ден 600 °C – қа дейінгі аралықта жоғарылауымен жанғыш газ компоненттерінің көлемдік концентрацияларының жоғарылайтынын көруге болады. Газдың құрамы да температураның жоғарылауымен айтарлықтай өзгереді.

Ұсынылған көмір үлгілерінен әртүрлі қыздыру температураларында алынған газдың жылулық құндылығын есептеу нәтижелері қыздыру температурасының жоғарылауымен көмір үлгілерінен алынған жанғыш газдардың жылулық құндылығының да жоғарылайтынын көрсетті. Барлық қарастырылған көмір үлгілері үшін жану жылуының максималды мәнін 600°C қыздыру температурасында байқауға болады. Ең жоғары көрсеткіш

Шұбаркөл кен орнының тас көмірінде – 29,1 МДж/м³, ал Сарыадыр кен орнының қоңыр көмірінде – 13,5 МДж/м³.

Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері бойынша жанғыш газды өндіруге ұсынылған үш көмірдің ішінде Шұбаркөл және Майкөбен кен орындарының көмірлері қолайлы деген қорытынды жасауға болады. Қазандықта бастапқы отын ретінде пайдалану үшін көмірді 350-450 °С температураға дейін қыздыру жеткілікті. Алынған жанғыш газ салыстырмалы түрде төмен қыздыру температурасында қажетті көлемде шығарылады және қазандықтарды жағу процесінде пайдалану үшін жеткілікті жану жылуына ие, осылайша ол қымбат және жұмыс істеуі қиын мазутты алмастыра алады.

Көмір жағатын объектілердің экологиялық көрсеткіштерін жақсарту үшін қабатты және ұнтақты жануды газ тәрізді заттардың жануымен біріктіру мүмкіндігін қарастыруға болады. Бұл жағдайда көмірді жағатын нысан келесідей болуы мүмкін. 3-суретте қоршаған ортаға тигізетін әсері төмендетілген көмірді біріктірілген жағу технологиясының диаграммасы көрсетілген.



1 – отын қабылдау қондырғысы, 2 – ұсатқыш, 3 – диірмен, 4 – көмірді термиялық өңдеу қондырғысы, 5 – қабаттағы негізгі отын жағу аймағы, 6 – газ тәрізді өнімдерді жағу аймағы, 7 – қызып кетуді қамтамасыз ету үшін ұнтақ көмірді жағу аймағы, 8 – газ турбинасы, 9 – көмірді термиялық өңдеудің қатты өнімдерін жеткізу, 10 – көмірді термиялық өңдеудің газ тәрізді өнімдерін жеткізу.

Сурет 3 – Қоршаған ортаға әсері төмендетілген көмірді жағудың біріктірілген технологиясының схемасы.

Түсетін көмірді қабылдау қондырғысында (1) жіктеу көмір бөлшектерін «жаңғақ» өлшемімен бөлу арқылы жүзеге асырылады. Бұл ретте көмірдің ұсақ бөлігі диірменге (3) жіберіледі, кейіннен көмір шаңы деңгейіне дейін

ұнтақтау үшін. Жаңғақ көлеміндегі көмір бөлшектері қабатты пештерге (4) беріледі, олар негізінен пештің төменгі бөлігінде (суық воронка немесе төменгі радиациялық бөлік деңгейінде) орналасқан алдын ала пештердің жиынтығы болады, онда негізгі келіп түсетін көмірдің бір бөлігі жағылады. Орташа радиациялық бөлікке (6) жақын деңгейде газ турбинасының (8) пайдаланылған газдары пешке түседі (оларды төсекке беруге болады), ол термиялық өңдеуге арналған арнайы қондырғыда көмірден алынған жанғыш ұшпа заттарды жағады. көмір. Пештің (7) жоғарғы радиациялық бөлігіне сәйкес деңгейде көмірдің жалпы көлемінің бір бөлігін ұнтақ күйінде жағу жүреді (будың қажетті қызып кетуін қамтамасыз ету үшін).

Нәтижесінде атмосфераға ұшатын күл шығарындылары 98 % ұстау жылдамдығы бар жабдықты пайдалана отырып, ұнтақ күйінде жану кезінде 99%-дан астам ұстау деңгейіне сәйкес келетін деңгейге дейін азаяды. Түтін газдарындағы азот оксидтерінің концентрациясы 500 мг/м³ дейін төмендейді деп күтуге болады. Скруббердің қабырғаларын суаратын суға әктас пен әк «сүтін» стехиометриялық қосу кезінде күкірт оксидтерінің мөлшері де 700-800 мг/м³ деңгейіне дейін төмендейді.

Бұл нәтижелер бірқатар техникалық және технологиялық шешімдерді жүзеге асыру кезінде көмір жағатын нысанның қоршаған ортаға әсерін айтарлықтай азайтуға және көмірді экологиялық қолайлы отынға айналдыруға болатынын көрсетеді.

Пиролиз реакторларын оңтайландыруға және терең өңдеудің полигендік технологияларын дамытуға назар аудара отырып, төмен дәрежелі көміртекті ресурстарын ұтымды және тиімді пайдаланудың қолайлы әдістері талқыланады [15]. Қытайдағы төмен дәрежелі көміртекті пиролиз технологияларына толық шолу негізінде, соның ішінде қозғаусыз пеш пиролиз технологиясы, шаршы ретортты пиролиз технологиясы, жаңартылған шаршы ретортты пиролиз технологиясы, қатты жылу тасымалдағыш пиролиз технологиясы, белдік типті пеш пиролиз технологиясы және айналмалы пиролиз технологиясы қарастырылды. Пиролиз процестерінің дамуында кедергі болып анықталған негізгі мәселелер - көмір шайырының шанды бөлінуі, пиролизден кейін суларды тазарту, пиролиз реакциясының механизмдерінің аяқталмауы болып табылады.

Қорытынды

Зерттеудің осы кезеңінің нәтижелерін талдау ұнтақ көмір стансаларында іске қосу мазуттарын ауыстыру мәселесі өзекті екенін көрсетті. Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелеріне сүйене отырып, көмірден қажетті отынмен газ тәрізді отынды алуға болады деген қорытынды жасауға болады. қазандықтарда жану параметрлері.

Ғылыми-зерттеу жұмысының келесі кезеңі мазуттың жануы кезінде бөлінетін күкірт оксидтерінің, азоттың, ванадий пентоксидінің шығарындыларына бастапқы отындарды ауыстыру технологиясының әсерін талдау болып табылады. Сондай-ақ, ұшатын жанғыш заттарды алудың осы технологиясы негізінде шағын елді мекендерді жылу энергиясымен қамтамасыз етуге арналған шағын қазандықтарда оларды пайдалану мүмкіндіктерін зерттеу. Осы жағдайда бұл елді мекенді энергияның үш түрімен қамтамасыз етуге болады. бір рет: тұрмыстық қажеттіліктерге арналған электр, жылу және газ отыны.

Зерттеу нәтижесінде қазандық агрегаттарын жанғыш ұшқыш заттармен майсыз жағудың ұсынылып отырған әдісі қазанды жағу үшін мазут немесе табиғи газды пайдалануды болдырмауға және оттың тұрақты тұтануын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретінін айтуға болады. шаң тәрізді алау, қазандық төмендетілген жүктемеде жұмыс істегенде. Бұл мазуттың жоғары құнына байланысты қаржылық шығындарды айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, мазутты жағуға көп сатылы дайындаумен байланысты зауыттың өз қажеттіліктері үшін энергия шығыны азаяды. Мыстардың жұмысының тиімділігі мен тиімділігі артады.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің гранттық қаржыландыру ғылыми жобасы аясында жүзеге асырылуда, IRN: AP19675062 «Ұшатын жанғыш заттарды өндіру үшін таза көмір технологиясын әзірлеу».

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Алияров, Б. К., Алиярова, М. Б.** Казахстан: энергетическая безопасность, энергетическая эффективность и устойчивость развития энергетики // Алматы : Ғылым, 2010. – 277 с.

2 **Алияров, Б. К., Алиярова М. Б.** Сжигание Казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных // Алматы : Ғылым, 2012. – 304 с.

3 **Ермагамбет, Б. Т., Касенов, Б. К.** и др. Чистые угольные технологии: теория и практика // Караганда : «TENGRİ Ltd», 2013. – 276 с.

4 Till, Eckhard., Annika, Wütscher., Martin, Muhler. Simultaneous analysis of light gases and heavy pyrolyzates evolved from lignite and hard coal by pyrolysis–GC/MS–GC/TCD. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis (2020). doi: 10.1016/J.JAAP.2020.104833

5 **Haigang, Hao., Jun, Zhang., Gong, Juhui., Rui, Gao.** Coal pyrolysis method comprehensively using coal pyrolysis products and heat. Patent (2018).

6 **A., A., Osokina., N., V., Zhuravleva., R., R., Potokina., Z., R., Ismagilov., P., P., Lazarevskiy., Yu., E., Romanenko., O., L., Tsiple.** Products of Coal Pyrolysis. Coke and Chemistry (2017). doi: 10.3103/S1068364X17120043

7 **Osokina., A. A., Zhuravleva, N. V., Potokina, R. R., Ismagilov, Z. R., Lazarevskiy, P. P., Romanenko, Yu. E., Tsiple, O. L.,** Products of Coal Pyrolysis. Coke and Chemistry (2017). doi: 10.3103/S1068364X17120043

8 **Stefan, Pielsticker., B., Gövert., T., Kreitzberg., Martin, Habermehl., O., Hatzfeld., Reinhold, Kneer.** Simultaneous investigation into the yields of 22 pyrolysis gases from coal and biomass in a small-scale fluidized bed reactor. Fuel (2017). doi: 10.1016/J.FUEL.2016.10.085

9 **Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К.** О преимуществах использования газа для растопки котлоагрегатов // Материалы I международной научно-практической конференции студентов и аспирантов / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. – С. 6 –10.

10 **Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К.** Пат. 2450. Способ безмазутной растопки котлоагрегатов /; опубл.30.10.2017, Бюл.№ 20.

11 **Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К.** На ТЭС и котельных мазут или сжатый газ? // Матер. IV Междунар. науч. - практ. конф., посвященная 20 - летию Евразийского национального университета им Л. Н. Гумилева «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения». – Астана, 2016. – С. 43–46.

12 **Aliyarov, B., Mergalimova, A., Zhalmagambetova, U.** Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers // Latvian journal of physics and technical sciences. – 2018. – Vol 2. – P. 45-54.

13 **Алияров, Б.К., Мергалимова А.К.** Технология сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду // Матер.

14 **Xue, F., Li, D., Guo, Y., Liu, X., Zhang, X., Zhou, Q., & Ma, B.** Technical progress and the prospect of low-rank coal pyrolysis in China. Energy Technology (2017), 5(11), 1897-1907.

REFERENCES

1 **Aliyarov, B. K., Aliyarova, M. B.** Kazakhstan: energeticheskaya bezopasnost', energeticheskaya effektivnost' i ustoychivost' razvitiya energetiki [Kazakhstan: Energy Security, Energy Efficiency and Sustainability of Energy Development]. – Almaty: Gylym, 2010. – 277 p.

2 **Aliyarov, B. K., Aliyarova, M. B.** Szhiganiye Kazakhstanskikh ugley na TES i na krupnykh kotel'nykh [Combustion of Kazakh coals at thermal power plants and large boiler houses]. – Almaty : Gylym, 2012. – 304 p.

3 **Yermagambet, B. T., Kasenov, B. K.** i dr. Chistyye ugol'nyye tekhnologii: teoriya i praktika [Clean coal technologies: theory and practice]. – Karaganda: «TENGRİ Ltd», 2013. – 276 p.

4 Till, Eckhard., Annika, Wütscher., Martin, Muhler. Simultaneous analysis of light gases and heavy pyrolyzates evolved from lignite and hard coal by pyrolysis–GC/MS–GC/TCD. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis (2020). doi: 10.1016/J.JAAP.2020.104833

5 **Haigang, Hao., Jun, Zhang., Gong, Juhui., Rui, Gao.** Coal pyrolysis method comprehensively using coal pyrolysis products and heat. Patent (2018).

6 **A., A., Osokina., N., V., Zhuravleva., R., R., Potokina., Z., R., Ismagilov., P., P., Lazarevskiy., Yu., E., Romanenko., O., L., Tsiple.** Products of Coal Pyrolysis. Coke and Chemistry (2017). doi: 10.3103/S1068364X17120043

7 **Osokina., A. A., Zhuravleva, N. V., Potokina, R. R., Ismagilov, Z. R., Lazarevskiy, P. P., Romanenko, Yu. E., Tsiple, O. L.,** Products of Coal Pyrolysis. Coke and Chemistry (2017). doi: 10.3103/S1068364X17120043

8 **Stefan, Pielsticker., B., Gövert., T., Kreitzberg., Martin, Habermehl., O., Hatzfeld., Reinhold, Kneer.** Simultaneous investigation into the yields of 22 pyrolysis gases from coal and biomass in a small-scale fluidized bed reactor. Fuel (2017). doi: 10.1016/J.FUEL.2016.10.085

9 **Aliyarov B.K., Mergalimova A.K.** O preimushchestvakh ispol'zovaniya gaza dlya rastopki kotloagregatov [On the advantages of using gas for kindling boilers] // Materialy I mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i aspirantov / Alt. gos. tekhn. un-t im. I.I. Polzunova. – Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2017. – S. 6-10.

10 **Aliyarov B. K., Mergalimova A. K.** Pat. 2450. Sposob bezmazutnoy rastopki kotloagregatov [The method of oil-free kindling of boiler units] /; opubl.30.10.2017, Byul.№ 20.

11 **Aliyarov B. K., Mergalimova A. K.** Na TES i kotel'nykh mazut ili szhatyy gaz? [At TPPs and boiler houses, fuel oil or compressed gas?] // Mater. IV Mezhdunar. nauch. - prakt. konf., posvyashchennaya 20 - letiyu Yevraziyskogo natsional'nogo universiteta im L.N. Gumileva «Aktual'nyye problemy transporta i energetiki: puti ikh innovatsionnogo resheniya». – Astana, 2016. – S. 43-46.

12 **Aliyarov B., Mergalimova A., Zhalmagambetova U.** Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers // Latvian journal of physics and technical sciences. – 2018. - Vol 2. – P. 45–54.

13 **Aliyarov B. K., Mergalimova A. K.** Tekhnologiya szhiganiya ugley so snizhennym vozdeystviyem na okruzhayushchuyu sredu [Coal combustion technology with reduced environmental impact]// Mater.

14 Xue, F., Li, D., Guo, Y., Liu, X., Zhang, X., Zhou, Q., & Ma, B. Technical progress and the prospect of low-rank coal pyrolysis in China. Energy Technology (2017), 5(11), 1897-1907.

Басып шығаруға 18.09.23 қабылданды.

*А. К.Мерғалимова¹, С. Б. Ыбрай², А. В.Атякшева³, Б. Т.Бахтияр⁴

^{1,2,3,4}Қазақский агротехнический исследовательский университет

имени С. Сейфуллина, г. Астана

Принято к изданию 18.09.23.

ЧИСТАЯ УГОЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ РАСТОПКИ КОТЛОВ

В статье рассматриваются теоретические и практические основы исследования возможности замены растопочного мазута на газообразное топливо, выделяемое при специальной термической обработке угля, а также внедрения данного способа растопки котловых агрегатов на угольных тепловых электрических станциях. Приведены результаты экспериментального исследования трех видов углей, с целью получения необходимого газообразного топлива.

Сравнивая результаты исследований с другими результатами, установлено, что большая часть пиролизного газа образуется при температуре 600-900 °С. Из-за высокой концентрации метана и тяжелых углеводородов теплота сгорания газа имеет наибольшее значение при 500 °С.

Данный процесс получения летучих горючих из угля не является процессом газификации угля. Технологии газификации более сложные и дорогостоящие. Однако рассматриваемый процесс отличается от процессов высокотемпературного пиролиза и газификации тем, что нагрев осуществляется только до температур, необходимых для выхода горючих летучих веществ, в необходимом объеме и с достаточной теплотой сгорания, который зависит от характеристик угля.

С целью получения газообразного топлива, способного заменить растопочный мазут на пылеугольных станциях, были экспериментально исследованы три вида твердого топлива, месторождения которых находятся в Казахстане: бурый уголь «Майкубенское», бурый уголь «Шубаркульское» и бурый уголь «Сарыадырское».

Ключевые слова: уголь, мазут, летучие горючие вещества, тепловая электрическая станция, котельные установки.

**A. K. Mergalimova¹, S. B. Ybray², A. V. Atyaksheva³, B. T. Bakhtiyar⁴,*

^{1,2,3,4}Kazakh Agro-Technical Research University, Astana

Accepted for publication on 18.09.23

CLEAN COAL TECHNOLOGY FOR BOILER FIRE

The article discusses the theoretical and practical foundations of the study of the possibility of replacing starting fuel oil with gaseous fuel released during special heat treatment of coal, as well as the introduction of this method of kindling boiler units at coal-fired thermal power plants. The results of an experimental study of three types of coal in order to obtain the necessary gaseous fuel are presented.

Comparing the results of the research with other results, it was found that the majority of pyrolysis gas is formed at a temperature of 600-900°C. Due to the high concentration of methane and heavy hydrocarbons, the calorific value of the gas has the highest value at 500 °C.

This process of obtaining volatile fuels from coal is not a coal gasification process. Gasification technologies are more complex and expensive. However, the process under consideration differs from the processes of high-temperature pyrolysis and gasification in that heating is carried out only to the temperatures necessary for the release of combustible volatile substances, in the required volume and with sufficient heat of combustion. which depends on the characteristics of the coal.

In order to obtain a gaseous fuel capable of replacing starting fuel oil at pulverized coal stations, three types of solid fuels were experimentally studied, the deposits of which are located in Kazakhstan: Maikubenskoye brown coal, Shubarkulskoye brown coal and Saryadyrskoye brown coal.

Keywords: coal, fuel oil, volatile combustible substances, thermal power plant, boiler plants.

Теруге 18.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4140

Сдано в набор 18.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4140

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz