

The main wind parameters are calculated by the values of certain technical characteristics of the flying wind turbine BAT and for the Almaty region work on the calculation of possible wind speeds at an altitude of 300 meters is carried out. As a result of calculations, it is possible to make sure that the air wind turbine corresponds to the climate and geographical features of Kazakhstan and is proposed to be put into operation. As an experience, a small variant model of the wind turbine BAT was developed and the energy was calculated from the values obtained in the laboratory of the department.

Key words: *non-conventional source of energy, airwind power, generator Buoyant Airborne Turbine (BAT), flyingwind generator, wind gradient.*

УДК 536.46:532.517.4

ГАБИТОВА З.Х. – аға оқытушы (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)

ЖАРЫЛҚАСЫН А.Б. – магистрант (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)

БЕЙСЕНБЕКОВА Ж.Б. – магистрант (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)

ҚАХАР Г.С. – магистрант (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)

АҚСУ ЖЭС-ЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ШАҢ КӨМІРЛІ ОТЫНЫҢ САТЫЛЫ ЖАНУЫН МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа

Бұл мақалада Қазақстанның Ақсу ЖЭС ПҚ-39 өнеркәсіптік қазандығының оттық камерасында жоғары күлді Екібастұз көмірін жағу кезінде болып жатқан жылу масса алмасу процестері зерттелген. сондай-ақ атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын азайту мақсатында ПҚ-39 қазандығына енгізу үшін «өткір үрлеу әдісі» (Overfireair) заманауи технологиясы ұсынылды.

Түйінді сөздер: энергетика, өткір үрлеу әдісі, отын, жану камерасы, жылу энергетикасы.

Кіріспе. Жану-бұл күрделі физика-химиялық процесс, онда бастапқы заттың жану өнімдеріне айналуы энергияның қарқынды бөлінуімен және қоршаған ортамен жылу-масса алмасуымен бірге жүреді. Практикалық қолдану: жану процесі екі бағытта дамиды – жану отын энергиясын бөлу үшін қолданылатын энергетикалық және жану мақсатты өнімді алу болып табылатын технологиялық процес.

Көмірді жағу процесі-гетерогенді жанудың маңызды техникалық процесі. Алайда, процесс қосымша көлемдік реакциялардың пайда болуымен қиындайды: Ұшпа компоненттердің шығуы, жану камерасының көлемінде жанатын жанғыш газдардың шығарылуымен термиялық ыдырау. Таза көміртегі жанған кезде де, бетінде СО көміртегі тотығы пайда болуы мүмкін, ол көлемде күйіп кетеді. Сонымен, қосымша жағымсыз реакцияларды ескере отырып, көмірді жағу теориясы зерттеу үшін қиын міндет болып табылады

Бүгінгі таңда Қазақстан әлемдік энергетикалық нарыққа әсер ететін көмірсутектердің орасан зор қорына ие мемлекеттердің бірі болып табылады. Жылу энергетикасында мұндай отынды пайдалану жалын мен жануды тұрақтандырудың

проблемаларына, конвективті беттік беттердің (сондай-ақ ластанған атмосферада) жылуланған күлмен, көміртегі тотығымен (CO , CO_x), азоттың (NO_x), күкірттің (SO_x), көмірсутектермен C_nH_m және басқа да жану өнімдерімен конвективті беттік беттердің (сондай-ақ ластанған атмосферада) жылулануы проблемаларына алып келеді [1]. Сондай-ақ атмосфераны ластайтын ең зиянды заттардың қатарына азот оксидтері – NO азот тотығы, NO_2 азот диоксиді, N_2O_3 азот ангидридi, N_2O_4 азот диоксидінің димері, N_2O_5 азот ангидридi жатады.

Органикалық отынның кез-келген түрін жағу кезінде ең зиянды жану өнімдерінің бірі-қоршаған ортаға да, адам денсаулығына да зиян келтіретін азот оксидтері.

ЖЭС-те отынды жағу кезінде пайда болатын NO_x шығарындыларының төмендеуі атмосфераға шығарылатын азот оксидтерінің жалпы деңгейін төмендетуде маңызды рөл атқарады. NO_x -ті азайту әдістерін қолданған кезде NO_2 санын есептеу кезінде NO_x -тің жалпы санынан(10%) NO_2 -нің дәстүрлі пайыздық қатынасын қолдануға болмайды, өйткені бұл есептеулерде өте маңызды қателіктерге әкеледі.

NO_x -ті төмендетудің негізгі әдістеріне сатылы жану, каталитикалық түрлендіргіштер, түтін газын қайта өңдеу, төмен эмиссиялық қыздырғыштар, азоттың азотын қолдану, су/бу бүрку, селективті каталитикалық қалпына келтіру (SCR) және селективті каталитикалық емес қалпына келтіру (SNCR) жатады [2].

NO_x азот оксидтерінің концентрациясын төмендетудің бір әдісі-бұл көмір шаң қоспасының сатылы жануы, атап айтқанда «Overfire Air» технологиясы. Бұл әдістің мәні мынада: ауаның негізгі көлемі шаң – көмір оттықтарына, ал қалған ауа одан әрі алаудың биіктігі бойынша арнайы саңылаулар арқылы беріледі.

Азот оксидтерінің түзілуін басудың технологиялық әдістері белсенді жану аймағындағы ең жоғары температура мен оттегінің азаюына, сондай-ақ жану камерасында тотықсыздану ортасы бар аймақтар құруға негізделген, онда толық емес жану өнімдері пайда болған азот оксидімен әрекеттесіп, NO_x -тың қалпына келуіне әкеледі. молекулалық азот NO_2 .

3D модельдеудің дамыған әдісі [3-4] азот оксидтерінің шығарындыларын азайту үшін «Overfire air – OFA» жаңа технологияларын қолдану бойынша компьютерлік эксперименттер жүргізу үшін қолдана аламыз.

OFA әдісі немесе оны «өткір үрлеу әдісі» деп те атайды, жануға арналған ауаның барлық көлемін (бастапқы және қайталама) екі кезеңде беруді қамтиды: ауаның 70-90% - ы оттықтарға беріледі, ал қалған мөлшері «өткір үрлеу» оттығының үстіндегі жану құрылғысына беріледі. 3D модельдеудің дамыған әдісі азот оксидтерінің шығарындыларын азайту үшін «Overfire air – OFA» жаңа технологияларын қолдану бойынша компьютерлік эксперименттер жүргізу үшін қолданылды [5].

Төмен сұрыпты екібастұз көмірін жағу кезінде ofa-технологиясының әсерін зерттеу.

Азот оксидінің түзілуін басудың технологиялық әдістері белсенді жану аймағындағы ең жоғары температура мен оттегінің азаюына, сондай-ақ жану камерасында тотықсыздану ортасы бар аймақтар құруға негізделген, онда толық емес жану өнімдері пайда болған азот оксидімен әрекеттесіп, NO_x -тың қалпына келуіне әкеледі.

Құрылымдық жағынан, отынды кезең-кезеңмен жағу әдісін пеш камерасының биіктігі бойынша қыздырғыштардың екі деңгейлі орналасуы бар қазандық қондырғыларында жүзеге асыруға болады.

Екі сатылы жағуды жүзеге асырудың негізгі қиындықтары екінші сатыдағы ауаны жеткізу орнын және оның мөлшерін дұрыс анықтаудан тұрады, олар қазандық агрегаттарының әртүрлі конструкциялары үшін бірдей емес. Ауа жануды аяқтау үшін бірінші сатыдағы реакция өнімдерімен толық араластыруды қамтамасыз ететіндей етіп енгізілуі тиіс. Сонымен қатар, бұл аймақ қыздырғыштың аузынан жеткілікті түрде алынып тасталуы керек, осылайша бірінші сатыдағы алғашқы жану жеткілікті

толықтыққа жетеді. Екінші сатыда жеткіліксіз қарқынды араластыру толық емес жану өнімдерінің шығарындыларының едәуір артуына әкелуі мүмкін.

Технологияға сәйкес қосымша ауаны енгізудің әртүрлі нұсқалары бар. Қытай ғалымдары [6] (MinKuang, ZhengqiLi, ChunlongLiu, QunyiZhu, YanZhang, YangWang) энергетикалық қазандықтарда OFA технологиясы арқылы жеткізілетін ауаның пайыздық әсерін зерттеді, онда шаң-ауа қоспасы төмендейді. Жедел соққының пайыздық мөлшері 0%-дан 20%-ға дейін жоғарылаған сайын, камераның төменгі бөлігіндегі ағындардың симметриясына қол жеткізілетіні көрсетілді. Максималды мәнмен (25%) симметриялы ағынның пайда болуы пештің төменгі бөлігінде ғана емес, сонымен қатар аэродинамикалық шығыңқы аймақта да жүреді. Осылайша, оңтайлы режим ретінде 20% қатынасы таңдалды.

Жұмыста жүргізілген [7] Overfire технологиясының әсерін зерттеу бойынша есептеу эксперименттері OFA бар оттықтағы по шығарындылары 638 мг/Нм^2 -ден 570 мг/Нм^3 -ге дейін төмендегенін көрсетті.

Жұмыста [8] авторлар ауада көмірді кезең-кезеңмен жағуды және 30% O_2 / 70% CO_2 газ қоспасын қолдануды зерттеді. Азот оксидтерінің шығарындыларын азайту үшін сатылы жағуды енгізудің тиімділігі дәлелденді, сонымен қатар күкірт диоксидінің концентрациясы іс жүзінде тотықтырғышты таңдауға тәуелді емес екендігі көрсетілді.

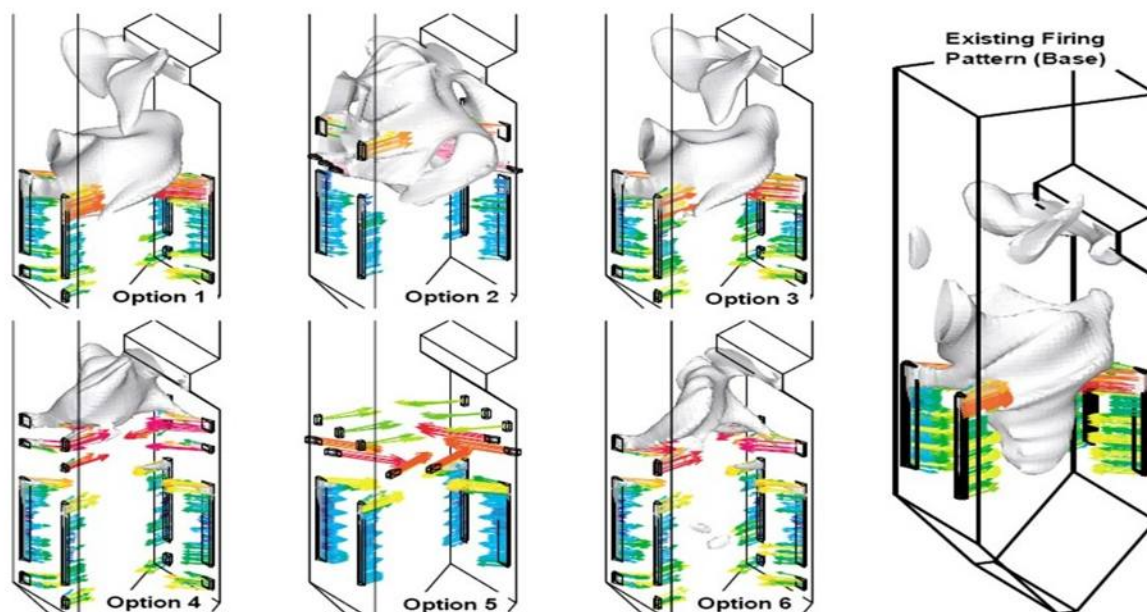
Жұмыстың авторлары [9] өртеу процестерін стандартты режимде және OFA технологиясында салыстырды. NO_x шығарындыларының төмендеуі және модельдеу нәтижелері мен табиғи эксперименттің жақсы сәйкестігі көрсетілген.

[10-12] еңбектерінде авторлар Reaction Engineering International (REI) консалтингтік фирмасының бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып, оттықтар мен циклон оттықтарының қарама-қарсы орналасуы бар қазандықтарға OFA технологиясын енгізуді зерттеу үшін сандық эксперименттер жүргізді. Жедел үрлеу технологиясын енгізу азот оксиді шығарындыларының 30%-дан астамға төмендеуіне әкелетіні дәлелденді. Алайда, ұсынылған модификацияларда көміртегі оксидінің концентрациясы және ұшатын күлдегі көміртегі мөлшері артады.

Ғалымдар тобы [13] жұмысында OFA үшінші ауаның саңылауларының көміртегі оксидінің шығарылуына және ұшатын күлмен бірге шығарылатын көміртегі мөлшеріне әсерін зерттеді. Саптамалардың негізгі формалары дөңгелек тікелей ағынды саптама, тікбұрышты тікелей ағынды саптама және циклонның сыртқы және тікелей ағынды ішкі ауа ағыны болды. Дөңгелек тік ағынды ауа шүмегі бар саптамалардың ең үлкен ену қабілеті, ал циклон-тік ағынды саптамалардың ең кішісі көрсетілген. CO көміртегі тотығының концентрациясы дөңгелек шүмектер үшін шүмектердің түбіндегі жабынның кішкене аймағына және жанғыш газдардың ағу жолындағы ауа қалыңдығына байланысты максималды болады. Турбулентті араластырудың жоғары қарқындылығына байланысты циклон-тікелей ағынды ауа ағыны бар саңылаулар үшін күлмен шығарылатын жанбайтын көміртектің мөлшері ең аз. Сондай-ақ, үшінші ауаның саптамаларының пішіні азот оксидтерінің эмиссиясына іс жүзінде әсер етпейтіні көрсетілді.

Жұмыста [14-15] авторлар BKZ-160 қазандығының мысалында OFA технологияларын қолдану ең қарқынды жану аймағында оттегі концентрациясының төмендеуіне әкелетінін көрсетті. Бұл осы аймақтағы жалын температурасының жоғарылауына және осы аймақтағы артық ауаның Жалпы коэффициентінің төмендеуіне әкеледі. Осыған байланысты толық емес жанудан шығарындылар деңгейі төмендейді, элементар реакциялар жылдамдығы артады және араластыру сапасы артады, бұл жанармай газы мен қайталама жану ауасын араластыруға қажетті уақытты қысқартады.

1-суретте үшінші ауаны бере отырып, сатылы жағуды ұйымдастырудың әртүрлі нұсқаларына арналған аэродинамикалық сурет көрсетілген.



1 сурет – Қосымша ауа жану камерасына енгізудің аэродинамикалық көрінісі «Overfire Air» әдісі бойынша ағымдар.

Суретте «Overfire air» көмегімен жану процесін ұйымдастырудың мүмкін әдістерінің аэродинамикалық ерекшеліктері көрсетілген жанармай мен тотықтырғыштың тангенциалды схемасы бар жану камерасы. Көрініп тұр, бұл әдістің артықшылығы-кең таңдау үшін инъекциялық көздердің орналасуы, ең аз қамтамасыз етілуі мүмкін қолданыстағы режимді қайта құру кезіндегі шығындар.

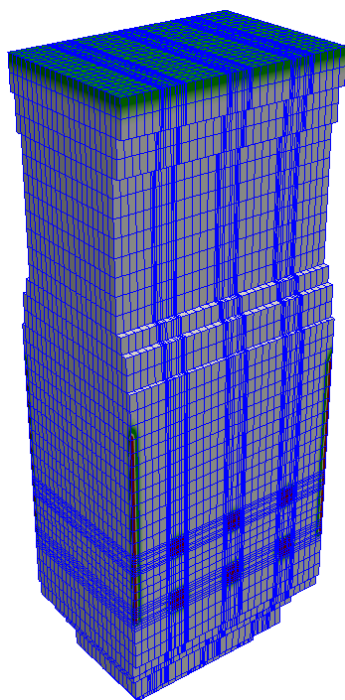
Қатты отынның шаң-көмір күйіндегі жану процесін сандық модельдеу химиялық реакцияларды ескере отырып жазылған сызықты емес дифференциалдық теңдеулер негізінде жүргізілді және тұтқыр ортаның үздіксіздігі мен қозғалысы теңдеулерінен, реакция қоспасының компоненттері мен реакция өнімдері үшін жылу мен диффузия теңдеулерінен тұрады. Жылу сәулеленуін және ортаның көпфазалығын, $k-\epsilon$ -модель теңдеулерін ескере отырып турбуленттілік, сондай-ақ сызықтық емес энергия көздері мен заттардың қарқындылығын анықтайтын күй теңдеулері және химиялық кинетика теңдеулері.

Бастапқы инъекциялық ағындар-бұл бастапқы ауа (ауаның жалпы көлемінің шамамен 70-90%), ол жану камерасы қатты отын қоспасында, салыстырмалы түрде төмен температурада (шамамен 400-600 K). Бұл ретте облыста білім алуға қол жеткізуге болады оттегісі төмен отынға бай аймақтың оттықтары, бұл NO_x жанармайының қалыпты қалыптасуына ықпал етеді. Екінші реттік ағындар (жалпы негіздің шамамен 10-30% жазықтыққа орнатылатын әуе порттары бар арнайы инжекторлар арқылы жану аймағынан жоғары қосымша енгізіледі негізгі қыздырғыштардан жоғары. Осындай қосымша инжекторлардың орналасуы жану камераларының конфигурациясына байланысты. Бұл салада негізгі жану процесі іс жүзінде аяқталады. Демек, қайталама инъекция аймағында салыстырмалы түрде төмен температура жылу түзілуін шектейді NO_x .

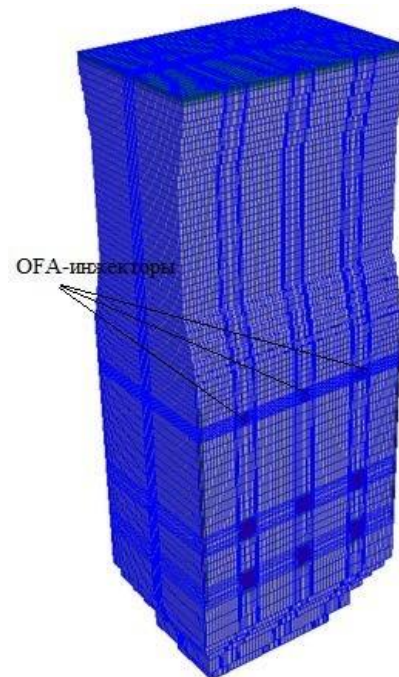
Ақсу ЖЭС ПК-39 қазандығының от жағу камерасының жанарғы құрылғылары.

Мақаланың осы бөлімінде Ақсу ЖЭС-дағы ПК-39 қазандығы мысалында ұнтақталған көмір отынының кезеңдік жануының жылу және концентрация сипаттамалары зерттелді. 2-суретте қазандықтың жалпы көрінісі мен бұзылуы көрсетілген: а) ұнтақталған көмір

отынын дәстүрлі жану үшін, б) ОФА қосымша ауа саптамаларын енгізумен, оның негізгі конструктивті сипаттамалары 1-кестеде келтірілген.



а) базалық жағдай



б) енгізілген ОФА-инжекторлармен

2 сурет – ПК-39 қазандығының жалпы түрі және оны бақылау көлемдеріне бөлу [16]

Жұмыс істеп тұрған энергетикалық қазандықтардың жану камераларында жылу мен масса алмасу процестерін зерттеу үшін реактивті ортада болатын физикалық және химиялық процестерді компьютерлік модельдеудің 3-D әдістері қолданылды, соның негізінде есептеу эксперименттері жүргізілді.

Жұмыс істеп тұрған энергетикалық объектінің от жағу камерасында (Ақсу ЖЭС ПК-39 қазандығы) тозақ-көмір отынын жағу бойынша есептеу эксперименттерінің нәтижелері тікелей Ақсу ЖЭС-те жүргізілген заттай эксперименттер барысында алынған эксперименттік [17-18] деректермен салыстырылды.

Ақсу ЖЭС ПК-39 қазандығының Жану камерасындағы жылу-масса алмасу процестерін сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу үшін бақылау көлемінің әдісі қолданылды. Әдістің мәні мынада: жану камерасының кеңістігі басқару көлемдеріне бөлінеді және белгілі бір көлеммен қоршалған кеңістіктің әр нүктесі үшін физикалық шаманы сақтау теңдеулері шешіледі.

1 кесте – Ақсу ЖЭС ПК-39 қазандығының от жағу камерасының және онда жағылатын тозаңды көмір отынының (Екібастұз көмірі) сипаттамасы [17]

Атауы, сипаттамасы, өлшемі	Белгісі	Шамасы
Отын-Екібастұз көмірі, Көмір құрамы, %	w^p	7.0 40.9

	A^p	0.8
	S^p	41.1
	C^p	2.8
	H^p	6.6
	O^p	0.8
	N^p	
	N^p	
Жану жылуы, МДЖ / кг		
Ұшпа заттардың шығуы %	V^F	30.0
Оттықтан шығудағы артық ауа коэффициенті	α_T	1.25
Оттыққа ауа сорғыштар	α_{α}	0.1
Аэроқоспаның температурасы, °С (К)	T_a	150(423)
Екінші Үшінші ауаның температурасы, °С (К)	T_2, T_3	327(600)
Қабырғалардың температурасы, °С (К)	T_w	600(873)
Пайдаланылған қыздырғыштардың түрі	Құйынды	
Қазандықтың биіктігі, м	$z(H)$	29.985
Қазандықтың ені, м	Y	10.76
Қазандықтың тереңдігі, м	X	7.762
Төменгі деңгейдегі қыздырғыштардың мөлшері, м	α	1.2
Жоғарғы деңгейдегі қыздырғыштардың мөлшері, м	α	1.05
ОФА-жанарғылардың диаметрі, м	0,7	
ОФА-жанарғылар ярусының орналасу биіктігі, м	15,735	

Қорытынды. ОФА инжекторларын негізгі жану аймағынан жоғары және жану камераларының ең тар бөлігінен мүмкіндігінше үлкен қашықтықта орналастыру тиімді. ОФА-ға қосымша ауа оттегін енгізу кезінде СО-ның одан әрі тотығуы байқалады, ол шығу бағытына қарай жылжиды және осылайша СО-ның СО₂-ге айналуы жүреді. Сонымен қатар, ОФА инжекторларын осы аймаққа орналастыру жанғыш газдардың жалпы ағынында ОФА ауасының СО-мен араласуын күшейтуге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде СО-ны жану камерасынан шыққанға дейін СО-ға мүмкіндігінше СО₂-ге айналдыруға мүмкіндік береді.

Негізгі жұмыс режимін салыстыру және қосу нәтижелері, қосымша ОФА инжекторлары NO_x-тің ең жоғары концентрациясы жану камерасының төменгі бөлігінде байқалады, бұл жану камераларының барлық түрлеріне тән. Алайда, базалық режимнен айырмашылығы, жану камерасынан шыққан кезде NO_x жоғары концентрациясы байқалған кезде, ОФА жүйелерін ұйымдастырған кезде, шығысқа жақындаған сайын азот оксидтерінің айтарлықтай төмендеуі байқалады.

«Өткір үрлеу» (Overfire air) технологиясы атмосфераға зиянды заттардың (NO_x азот тотығы және СО₂ көміртегі диоксиді) шығарындыларын азайтудың перспективті тәсілдерінің бірі болып табылады және ЖЭС жағатын көмірдің от жағу камераларында күлі жоғары отындарды жағу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Әдебиеттер

1. Горение. Химическая энциклопедия // www.xumuk.ru/encyklopedia//1128.html.
2. Askarova A., Bolegenova S., Maximov V., Bekmuhamet A. Mathematical simulation of pulverized coal in combustion chamber // Journal “Procedia Engineering”. – Volume 42. – 2012. – P. 1150-1156.

3. L. E Instruments International. Combustion Training: NO_x reduction. //www.e-inst.com/combustion/nox-reduction.

4. Askarova A., Bolegenova S., Maximov V., Bekmuhamet A. Numerical research of aerodynamic characteristics of combustion chamber BKZ-75 mining thermal power station // Journal "Procedia Engineering". – Volume 42. – 2012. – P. 1250-1259.

5. Askarova A., Bolegenova S., Maximov V., Bekmuhamet A., Beketaeva M. Numerical experimenting of combustion in the real boiler of CHP // International Journal of Mechanics. – Issue 3, Volume 7. – 2013. – P. 343-352.

6. Алияров Б.К. Освоение сжигания экибастузского угля на тепловых электростанциях. – Алматы: Гылым, 1996. – 272 с.

7. Kuang M., Li Z., Liu C., Zhu Q., Zhang Y., Wang Y. Evaluation of overfire air behavior for a down-fired 350 MWe utility boiler with multiple injection and multiple staging // Applied Thermal Engineering. – 2012. – № 48. – P. 164-175.

8. Huang L., Li Z., Sun R. и Zhou J. Numerical study on the effect of the Over-Fire-Air to the air flow and coal combustion in a 670 t/h wall-fired boiler // Fuel processing technology. – 2006. – Vol. 87(4). – P. 363-371.

9. Liu H., Zailani R., Gibbs B. Comparisons of pulverized coal combustion in air and in mixtures of O₂/CO₂ // Fuel. – 2005. – Vol. 84(7). – P. 833-840.

10. Le Bris T., Cadavid F., Caillat S., Pietrzyk S., Blondin J. Baudoin B. Coal combustion modelling of large power plant, for NO_x abatement // Fuel. – 2007. – Vol. 86(14). – P. 2213-2220.

11. Cremer M., Adams B., Valentine J., Letcavits J., Vierstra S. Use of CFD modeling to guide design and implementation of overfire air for NO_x control in coal-fired boilers // Proceedings of Nineteenth Annual International Pittsburgh Coal Conference. – Pittsburgh, PA. – 2002. – P. 23-27.

12. Cremer M., Valentine J., Shim H., Davis K., Adams B., Letcavits J., Viestra S. CFD-Based development, design, and installation of cost-effective NO_x control strategies for coal-fired boilers // Proceedings of the DOE-EPRI-EPA-AWMA Combined Air Pollutant Control Mega Symposium, 2003. – 21 p.

13. Valentine J., Cremer M., Davis K., Letcatvits J., Vierstra S. CFD modeling for design of NO_x control systems in two utility boilers // Proceedings of the PowerGen2003 Conference. – 2003. – 17 p.

14. Zeldovich J. The oxidation of Nitrogen in combustions and explosions // Acta Physicochemica. – 1946. – Vol. 21. – 557 p.

15. Зельдович Я.Б., Садовников П., Франк-Каменецкий Д. Окисление азота при горении. – Москва-Ленинград: Издательство АН СССР, 1947. – 150 с.

16. Leithner R. Combined cycles for CO₂-capture with high efficiency // International journal of energy technology and policy. – 2007. – Т. 5. – №. 3. – С. 340-354.

17. Аскарова А., Болегенова С., Максимов В., Бекмухамет А. Использование технологии «Overfire Air» для снижения выбросов вредных веществ при сжигании пылеугольного топлива в камере сгорания котла БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ // VIII Всероссийская конференция с международным участием «Горение твердого топлива» Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН. – 2012.

18. Askarova A.S., Messerle V., Ustimenko A., Bolegenova S., Bolegenova S., Maximov V., Ergaliev A. Reduction of noxious substance emissions at the pulverized fuel combustion in the combustor of the BKZ-160 boiler of the Almaty heat electropower station using the "Overfire Air" technology // Thermophysics and aeromechanics. – 2016. – Vol 23, issue 1. – P. 125-134.

References

1. Grief. Chemical encyclopedia //www.xumuk.ru/encyklopedia//1128.html.

2. Askarova A., Bolegenova S., Maximov V., Bekmuhamet A. Mathematical simulation of pulverized coal in combustion chamber // Journal "Procedia Engineering". – Volume 42. – 2012. – P. 1150-1156.

3. L. E Instruments International. Combustion Training: NO_x reduction. //www.e-inst.com/combustion/nox-reduction.

4. Askarova A., Bolegenova S., Maximov V., Bekmuhamet A. Numerical research of aerodynamic characteristics of combustion chamber BKZ-75 mining thermal power station // Journal "Procedia Engineering". – Volume 42. – 2012. – P. 1250-1259.

5. Askarova A., Bolegenova S., Maximov V., Bekmuhamet A., Beketaeva M. Numerical experimenting of combustion in the real boiler of CHP // International Journal of Mechanics. – Issue 3, Volume 7. – 2013. – P. 343-352.

6. Aliyarov B. K. adaptation of the burning of ekibastuz coal at thermal power plants. Almaty: Gulym, 1996. – 272 P.

7. Kuang M., Li Z., Liu C., Zhu Q., Zhang Y., Wang Y. Evaluation of overfire air behavior for a down-fired 350 MWe utility boiler with multiple injection and multiple staging // Applied Thermal Engineering. – 2012. – № 48. – P. 164-175.

8. Huang L., Li Z., Sun R. and Zhou J. Numerical study on the effect of the Over-Fire-Air to the air flow and coal combustion in a 670 t/h wall-fired boiler – Fuel processing technology. – 2006. – Vol. 87(4). – P. 363-371.

9. Liu H., Zailani R., Gibbs B. Comparisons of pulverized coal combustion in air and in mixtures of O₂/CO₂ // Fuel. – 2005. – Vol. 84(7). – P. 833-840.

10. Le Bris T., Cadavid F., Caillat S., Pietrzyk S., Blondin J. Baudoin B. Coal combustion modelling of large power plant, for NO_x abatement // Fuel. – 2007. – Vol. 86(14). – P. 2213-2220.

11. Cremer M., Adams B., Valentine J., Letcavits J., Vierstra S. Use of CFD modeling to guide design and implementation of overfire air for NO_x control in coal- fired boilers // Proceedings of Nineteenth Annual International Pittsburgh Coal Conference. – Pittsburgh, PA. – 2002. – P. 23-27.

12. Cremer M., Valentine J., Shim H., Davis K., Adams B., Letcavits J., Viestra S. CFD-Based development, design, and installation of cost-effective NO_x control strategies for coal-fired boilers // Proceedings of the DOE-EPRI-EPA- AWMA Combined Air Pollutant Control Mega Symposium, 2003. – 21 p.

13. Valentine J., Cremer M., Davis K., Letcatvits J., Vierstra S. CFD modeling for design of NO_x control systems in two utility boilers // Proceedings of the PowerGen2003 Conference. – 2003. – 17 p.

14. Zeldovich J. The oxidation of Nitrogen in combustions and explosions // Acta Physicochemica. – 1946. –Vol. 21. –557 p.

15. Zeldovich ya. b., Sadovnikov P., Frank-Kamenetsky D. oxygen saturation in the mountains. Moscow-Leningrad: Publishing House of the USSR, 1947. – 150 p.

16. Leithner R. Combined cycles for CO₂-capture with high efficiency //International journal of energy technology and policy. – 2007. – Vol. 5 – No. 3. – pp. 340-354.

17. Askarova A., Bolegenova S., Maksimov V., Bekmukhamet A. use of "Overfire Air" technology to reduce the number of exhaust gases in the furnace of the BKZ-160 Almaty CHPP // VIII all-Russian conference with international participation Institute of Thermophysics "mountain of solid soil". "I don't know," he said. – 2012.

18. Askarova A.S., Messerle V., Ustimenko A., Bolegenova S., Bolegenova S., Maximov V., Ergalieva A. Reduction of noxious substance emissions at the pulverized fuel combustion in the combustor of the BKZ-160 boiler of the Almaty heat electropower station using the "Overfire Air" technology // Thermophysics and aeromechanics. – 2016. – Vol 23, issue 1. – P. 125-134.

ГАБИТОВА З.Х. – старший преподаватель (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

ЖАРЫЛКАСЫН А.Б. – магистрант (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

БЕЙСЕНБЕКОВА Ж.Б. – магистрант (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

КАХАР Г.С. – магистрант (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТУПЕНЧАТОГО ГОРЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ОГНЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКСУСКОЙ ТЭС

Аннотация

В данной статье изучены процессы теплообмена, происходящие при сжигании высокоуглеводного экибастузского угля в топочной камере промышленной котельной ПК-39 Аксуской ТЭС Казахстана. Также предложена современная технология «острая дутья» (Overfireair) для внедрения в котел ПК-39 с целью снижения выбросов вредных веществ в атмосферу.

Ключевые слова: энергетика, метод острой дутья, топливо, камера сгорания, теплоэнергетика.

GABITOVA Z.H. – senior lecturer (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

ZHARYLKASYN A.B. – master's student (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

BEISENBEKOVA Zh.B. – master's student (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

KAKHAR G.S. – master's student (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

MODELING OF STEP-BY-STEP GORENJE PULVERIZED COAL FIRE WITH THE USE OF AKSU TPP

Abstract

In this article, the heat transfer processes occurring during the burning of high-carbon Ekibastuz coal in the furnace chamber of the industrial boiler house PK-39 of the Aksu TPP of Kazakhstan are studied. The modern technology "acute purge" (Overfireair) is also proposed for the introduction of the PC-39 boiler in order to reduce emissions of harmful substances into the atmosphere.

Key words: power engineering, acute purge method, fuel, combustion chamber, heat power engineering.