

ӘОЖ 621

**БУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА ТІКЕЛЕЙ АҒЫНДЫ-ҚҰЙЫНДЫ АЛАУДА
ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ОТЫНДЫ ЖАҒУ СҰЛБАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ, ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ
ОҢТАЙЛАНДЫРУ**

Сералы Аманкелді Қалмұратұлы
s.bota_10@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Көлік-энергетика факультеті «Жылуэнергетика» мамандығының
2 курс магистранты, Нұр-Сұлтан, ҚР

Энергетика халық шаруашылығының маңызды салаларының бірі болып табылады, оның қалыпты жұмыс істеуіне көбінесе өнеркәсіптің, ауыл шаруашылығының, көлік пен тұрғын үй-коммуналдық сектордың әр түрлі салаларының дамуы, сондай-ақ еліміздің стратегиялық қауіпсіздігі байланысты.

Сонымен қатар, энергетикалық жабдықтың моральдық және физикалық тозуының көшкін тәрізді өсуі жүріп жатыр, оның едәуір бөлігі XX ғасырдың 60-70 жж.сәйкес техникалық деңгейде болады. Бұл жағдайда жұмыс істеп тұрған қондырғыларды жаңғырту үлкен маңызға ие. Ресейдің энергетикасындағы ескірген жабдықтардың үлесі 40% - дан астамды құрайды .

Қазіргі уақытта отандық машина жасау кешенінің әлеуетінің біртіндеп төмендеуі жалғасуда, бұл кейіннен энергиялардың электр және жылу түрлерін алудың жаңа технологияларын жобалауда, енгізуде және игеруде айтарлықтай артта қалуына алып келеді.

Барланған көмір қорларында келтірілген бағалаулар бойынша 200 жылдан астам, табиғи газ және мұнай 50-70 жылға жетеді. Бұл сандар жаңа кен орындарын ашу және отын өндірудің жетілдірілген технологияларын қолдану есебінен айтарлықтай түзетілуі мүмкін (ұлғаю жағына қарай).

Энергетикалық жабдықтың ескіруі және экологиялық нормативтерді қатайту жағдайында жаңғырту, ұтымды жұмысты ұйымдастыру, сенімділігін арттыру, қазандық агрегаттарына қызмет көрсету шығындарын төмендету мәселелері үлкен өзектілікке ие болады. Бұл жұмыста тура ағынды-құйынды алау жағдайында бу қазандықтарында энергетикалық отынды жағуды ұйымдастырудың әртүрлі әдістері мен тәсілдері ұсынылады (оттықтарды және сопл қарама-қарсы-ығыстырылған жинақтау кезінде и-бейнелі алауда, тангенциалды бағытталған жанарғылармен және тік және көлденең тангенциалды алаулар жүйесінде), бұл қазандықтарды пайдаланудың өзекті мәселелерін салыстырмалы аз шығынды әдістермен шешуге мүмкіндік береді.

Жұмыста әртүрлі бу қазандықтарында табиғи газды, тас көмірді және мазутты жағу процестерін ұтымды ұйымдастыру мәселелері қамтылады. Отындардың мұндай тізбесі бірнеше себептерге байланысты: біріншіден, табиғи газдың үлесі жоғары және оның баланста күрт төмендеуі күмәнді болып табылады; екіншіден, тас көмір газбен салыстырғанда отынның арзан түрі болып табылады және жақын болашақта оның үлесі айтарлықтай өсуі тиіс (2030 жылға қарай елдегі көмірді тұтыну шамамен 1,5-1,9 есе өседі).; үшіншіден, мазуттың үлесі аз болса да, ол отындардың аз реакционды түрлерінде жұмыс істейтін қазандықтар үшін отындық болып табуды тоқтатпайды, тұрақсыз жану кезінде алауды жарықтандыруға арналған отын, не сұйық қождың тұрақты шығуын ұйымдастыру үшін отын, сондай-ақ запасы негізгісімен іркіліс жағдайында қажетті отынның резервтік түрі. Келесі типтегі қазандық агрегаттарын жаңғырту мәселелері қарастырылады: ТГМП-314, ТП-87 және К-50-14-250 яғни елдің энергетикалық объектілерінің едәуір санында пайдаланылатын әртүрлі қуаттар мен типтік өлшемдердің қазандықтары.

Ірі қалалардағы және өнеркәсіп орталықтарындағы атмосфералық ауаның қанағаттанғысыз жай - күйі жылу электр станциялары мен қазандықтардың қазандық жабдықтарынан зиянды шығарындыларды азайту мәселелеріне көбірек көңіл бөледі. Ресейдегі деректер бойынша барлық өнеркәсіптік кәсіпорындар мен көліктерден атмосфералық ауаға зиянды шығарындылардың шамамен 14-16% - ы энергетикаға келеді.

Біздің елде қазандықтарда органикалық отындарды жағу кезінде түтін газдарында негізгі ластаушы заттар концентрациясының рұқсат етілген деңгейі белгіленген (оларға азот оксидтері, күкірт оксидтері, көміртегі тотығы және күл жатады), алайда тәжірибеде оларды қамтамасыз ету мүмкін емес. Бұдан әрі шығарындылар бойынша нормаларды одан әрі қатандату жоспарланды. Сонымен қатар, түтін газдарын азот пен күкірттің қосылыстарынан тазарту жүйесі оларды дайындау мен пайдаланудың үлкен құнына байланысты сирек қолданылады. Сонымен қатар, түтін газдарын зиянды шығарындылардан тазартуды тек режимдік әдістер таусылған жағдайда ғана қолдану орынды.

Ауаның ең аз рұқсат етілген артық мөлшері бар отындарды жағу, отындық көлем аэродинамикасын ұтымды ұйымдастыру, отындарды көп сатылы жағу схемаларын қолдану, белсенді жану аймағына жану өнімдерінің рециркуляциясын енгізу азот оксидтерінің шығарылуын азайту үшін қолданылады. Бұл әдістердің комбинациясы бо - лее азот оксидтерінің шығарындыларын бастапқы деңгейден 40-50% - ға және тіпті 60% - ға дейін төмендетуге мүмкіндік береді, бұл ретте аз мөндер газ тәріздес отынға үлкен қатты отынға жатады.

Тас көмірді жағу кезіндегі мәліметтер бойынша NOx шығу шамасына аэропыльдегі отын ағынының жылыну жылдамдығы мен бастапқы ауаның артықтығы (отын оксидтерінің пайда болу механизміне әсер ету есебінен) айтарлықтай әсер етеді.

Құйынды оттықтарды қолданудың кең таралған тәжірибесі өз кемшіліктеріне ие, оларға келесілерді жатқызуға болады:

- құйынды жанарғылар, жеке әсер ететін жанарғылар бола отырып, қажет ауа аздаған кезде отындарды жағу тиімділігін қамтамасыз ету үшін олардың бірлескен жұмысын ұйымдастыруға аса көңіл бөлу;

- осы жанарғыларда органикалық отындардың жануы амбразур тереңдігінен басталады,

бұл қалақты аппарат пен отын таратушы құрылғылардың біртіндеп жануына және қорлануына әкеледі.

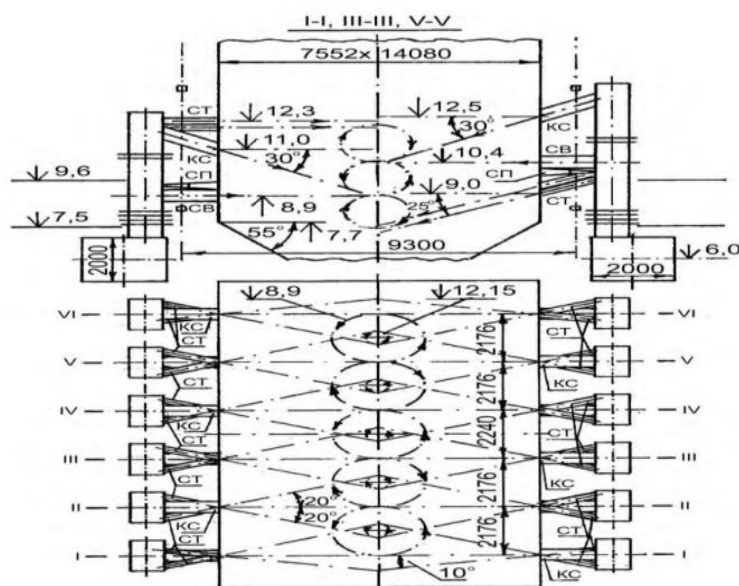
Энергия үнемдеу және отын ресурстарын үнемдеу бойынша айтарлықтай нәтижелерге оларды жағудың но - шы технологияларын енгізу жолымен аз пакетті отындардың алауын жарықтандыруға мазут шығынын төмендету; жылыту қазандықтарын жаңғырту және олардың тиімділігі жоғары қыздырғыш құрылғыларын пайдалану; табиғи газды жағудың тиімділігін арттыру арқылы қол жеткізуге болады. Көптеген шаңкөмір қазандарында құйынды жанарғыларды пайдалану кезінде көмір тозаңының тұрақсыз жануына байланысты бу өнімділігі төмендегенде газ немесе мазутпен жарықтандыру номиналды жүктемелерден 70-80%-ға түседі.

Сұйық қож шығару режимінде жұмыс істейтін қазандықтарды пайдалану NOx Елеулі шығарындыларымен ұштасады. Осы типті қазандықтардың көпшілігінде түтін газдарындағы азот оксидтерінің концентрациясы 1200...1800 мг/м³ құрайды, бұл қатты қож шығару кезінде NOx концентрациясынан 2,5-4 есе артық. Сондықтан маңызды міндет отынның механикалық жансыздығының нормативтік деңгейінде қатты күйдегі қожды жоюға сұйық қож шығару бар жұмыс істеп тұрған қазандықтарды ауыстыру мүмкіндігін пысықтау болып табылады, бұл NOx шығарындыларын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді. Алайда, жану процестерін жаңғыртусыз отындық-жанарғыларды қайта құру және отындық камераның конструкциясы есебінен бұл мүмкін емес.

Осылайша, органикалық отындарды жағудың Жаңа аз шығынды технологияларын енгізу неғұрлым өзекті болып отыр. Диссертацияның авторы бұл технологияларға толық көлемде отындарды тікелей ағысты - құйынды факелде (ПВФ) жағуды жатқызады, себебі, төмен араластыру жанарғылары болып табылатын тура ағысты жанарғылар мен сопл (кез келген күлдіргіш аппараттарынан айырылған) өзгерген кезде тотықтырғыштың отынға әкелу ағысты едәуір турбулизациялау және газдардың отыншілік рециркуляциясы кезінде отындық көлемде жүргізіледі.

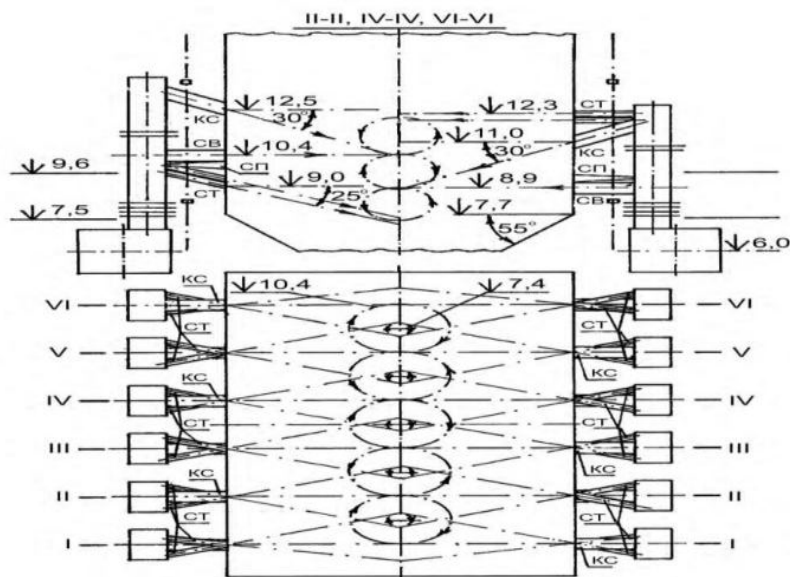
Тура ағынды жанарғыларды және сопл тиімді қолдану оттықтың физикалық үлгілерінде зерттеулермен қол жеткізілетін қазандық оттықтарының аэродинамикасын оңтайландыру кезінде ғана мүмкін болады. Бұл қолданылатын схемалық шешімдерді біріздендіруге және тікелей ағатын жанарғыларды және энергетикада жтқс - ны кеңінен енгізуге кедергі жасайды.

ТП-87 қазандығында енгізу үшін ұсынылатын жанарғылар мен сопл-дың құрастырылуы күріш-те ұсынылған. 1.1, 1.2. Қатты қож шығаруды ұйымдастыру үшін оттық экрандарының қысымын, футеровкасын жою және оттықтың төменгі бөлігінде суық құйғышты ұйымдастыру қажет. Алайда, шлактауға қарсы басты іс-шара тік және көлденең тангенциалды алаулар Жүйесінде көмір тозаңын сатылы жағу технологиясы болып табылады, ол екі қабатта қарама - қарсы-ығыстырылған жану қондырғысы мен құрама соплалар, сондай-ақ сатылы жағу режимін пайдалану болып табылады. Бұл ретте, төменде көрсетілгендей, көрсетілген технология оттығында тангенциалды факелдердің болуы есебінен, сондай - ақ жоғары эжекциялы қабілеті бар ағыс тамырының кинетикалық энергиясына байланысты экрандар бойында сырғымалы (соққысыз) қозғалысты қамтамасыз етеді.



Сурет 1.1. - ТШУ ТП-87 с қазандығындағы жанарғылар мен соплалардың жинақтау сұлбасы (жоғарғы проекцияда жанарғылау тақ қималарда келтірілген)

Олардың ағысының тамыры реагенттерді араластыруға ықпал ете отырып, бір мезгілде экрандық құбырларға бірінші қабаттың жанарғылары шырақтарының тікелей қысымына кедергі келтіретін болады. Екінші қабаттың жанарғыларының қысымына қарама - қарсы қабырғаның экрандарына 11 м белгіге орналастыру және 30о бұрышқа төмен қарай көлбеу ұсынылатын төменгі құрамдастырылған соплалардың ағысына кедергі келтіретін болады. Үшінші ауаның қосарланған жоғарғы шүмектерін 12,3 м белгіге (жоғарғы шүмектің бойымен) орнату және оларды көлденең бағыттау керек.



Сурет 1.2 - ТШУ ТП-87 с қазандығындағы жанарғылар мен соплалардың жинақтау схемасы (жоғарғы проекцияда жанарғылау жұп қималарда келтірілген)

Осылайша, жанарғылар мен сопл (I, II, III, IV, V, VI сурет. 1.1, 1.2) Олардың тура ағынды ағындарымен жану өнімдерінің көлденең айналу осьтерімен ұштасқан үш тік құйынды генерациялайды, сонымен бірге көршілес жазықтықтарда түйіскен құйындардың айналу бағыты қарама-қарсы.

Ұқсас ерекшелігі жанатын өнімдердің көлденең құйындарының жанатын аэродинамикасы бар. 7,4 және 10,4 м белгілерде түйіскен құйындар сурет төменгі проекциясында көрсетілгендей айналу бағыты болады. 1.2, ал 8,9 және 12,15 М белгілерде – карама-қарсы (сур. 1.1).

Бір немесе тіпті екі диірменді ажыратқан кезде өңделген кептіргіш агенттің шаң жүйесі пайдаланылған кептіргіш агенттің пылероводтармен жалғанған құрама сопалардың орталық арналарынан шығуда пайдаланылған кептіргіш агенттің жылдамдығы нөлге тең болады. Бұл жағдайда аралас шүмектерден шығу кезінде шеткергі ыстық ауаның СҚО-сы 41,2 м / с құрайды. Сонымен қатар Орталық арналарды суыту қамтамасыз етіледі.

Аэродинамиканың бұл ерекшеліктері физикалық модельдегі зерттеулер көрсеткендей (нәтижелері төменде келтірілген) оттықтың ортасында факелдің тұрақтануын, оның жоғары турбулизациялануын, оның жоғары температуралы ядросының сенімді орналастырылуын және ағынның тамырына жану өнімдерінің қарқынды ішкі рециркуляциясын қамтамасыз етеді. Бұл ретте факелдің артқы бөліктеріне қысу әсерінің арқасында барлық атаудағы сопла ағысы шлактауға қарсы экрандық құбырлар жұмысының сенімділігі жағудың дәстүрлі технологиясына қарағанда оттықтың ортасындағы ағысты соқумен және жанарғыларға шырақты қарқынды лақтырумен қарсы орналасқан құйынды жанарғыларды пайдалана отырып анағұрлым жоғары болады.

- Сур. 1.1 және 1.2 келесі жалпы белгілер қабылданды: СП – бастапқы ауаның шүмегі (24 дана шығуда); св – қайталама ауаның шүмегі (га - мазут жылытқышы, 12 дана); СТ – үшінші ауаның шүмегі (24 дана); КС – құрамдастырылған шүмегі (12 дана).

Келтірілген суретте көрсетілген. 1.1 және 1.2 жану қораптарының принципті орналасуы-бұл ауа қарапайым және жөндеуге жарамды болып табылады, ол жанарғылар мен шүмектер арқылы ауа шығыны мен төгінді шаңның жоғары біркелкілігін қамтамасыз етеді. Бұл қораптардың трассалау схемасы жанарғылардың алдында Шектеу шайбаларын, сондай-ақ қазандықты пайдалануды күрделендіретін жинақтау схемасының қажетсіз элементтері ретінде шиберлерді орнатудан бас тарту жолымен (аналогтармен салыстырғанда) едәуір жеңілдетілді. Төменгі коллекторлардың қималары (сурет. 1.1, 1.2) орындау ұсынылады өлшемдері 2000 x 2000 мм, қамтамасыз ету үшін жеткілікті е - номерный шығыны ыстық ауа кіре берістегі 12 тік ауа. Бұл олардың алдында шиберлерді орнату және реттеу қажеттілігін жоққа шығарады. Сонымен қатар, от жағу режимдерінде шиберлердің болмауы персоналдың жұмыс істемеуі кезінде жұмысқа қосылатын жанарғылардың шығу кезінде жалынның үзілуі жағдайларын болдырмау. Жану жанарғыларының алауларының сөнуінен қорғау схемаларында үрлеу желдеткіштерінің артындағы ауа қысымы бойынша импульсті пайдалану керек. Осылайша, жанарғыларды жағу кезінде қазандыққа ауа шығынын реттейтін жалғыз орган үрлеу желдеткіштерінің бағыттаушы аппараттары болады.

Осы принцип оттықтардың алдында шиберлерді орнатпай қазандықты ауамен сенімді жабдықтауды қамтамасыз етуде Ефремов ЖЭО-ның БКЗ-160-100ГМ қазандықтарының бірінде сынақтан өтті.

Практикалық есептер үшін жеткілікті нақты және жанарғылар мен сопламалар бойынша ыстық ауаның таралуын бағалаудың қарапайым әдісін ұсынуға болады. Тізбекті жақындау әдісімен жүзеге асырылатын аэродинамикалық есептердің орнына (ең аз дегенде төрт есе - әртүрлі типтегі қан – лар саны бойынша: жанарғылар, екінші және үшінші ауаның сопла, сондай - ақ құрама сопла шеткі арналарының) бөлінетін ауаның үлесі мынадай формула бойынша белгіленуі мүмкін:

$$\alpha_i = \alpha_{гв} F_i / \sum F_i \quad (1.1)$$

Бұл жерде агв-тік ауа өткізгіштерге кіре берістегі ыстық ауаның артық болуы; F_i -IT – арналардың жиынтық тірі қимасы (тар орын); $\sum F_i$ – барлық арналардың жиынтық тірі қимасы.

Мысалы, 0,4 м және 0,1 м – жанарғыға кіре берістегі арнаның ені мен биіктігі, 0,0825 м – СКҚ алдыңғы және артқы құбырларының орташа сыртқы диаметрі. 1.1-кестеде (1.1) ара

қатынасы бойынша есептелген) жанарғылар мен сопл жұмысының аэродинамикалық параметрлері.

Таблица 1.1

Атауы	Бастапқы ауа шүмегі	Екінші ауа шоғыры	Үшінші ауа шоғыры	Құрамдастыры лған сопл шеткі арналары	Құрама соплдардың шығу қималары
Қабылданған кездегі (ауаның артық болуы): $\alpha_T = 1,2$ $\Delta\alpha_T = 0,1$ $\alpha_{ТВ} = 0,91$ $\alpha_{са}^B = 0,14$ $\Delta\alpha_{пс} = 0,05$ $r = 0,08$	0,0916	0,40 55	0,18 13	0,231 5	0,4215
Шығу температурасы, °C	195 (толық араластыр у)	361	361	361	185 (Шартты толық араласу)
Жылдамдық, м/с	26,3 (толық араластыру)	41,2	41,2	41,2	35,8 (Шартты толық араласу)

Қорытынды

1. Прямооточные оттықтардың айтарлықтай артықшылықтары бар көмірді, табиғи газды және мазутты жағу кезінде жағу камерасының аэродинамикасын оңтайландыру кезінде тиімді қолданылуы мүмкін.

2. АЖ-дан отынды жағуды оңтайландыру бойынша негізгі ережелер әзірленді-тікелей ағынды жанарғыларды және:

- төмендеу және сіз үшін факелдің Жоғары температуралы ядросын орналастыру- белсенді жану аймағындағы температуралардың түзілуі;
- отын ағысын жағу периметрін ұлғайту;
- түтін газдарының ішкі рециркуляциясын арттыру (от жағатын газдар);
- отынды тиімді сатылы жағуды ұйымдастыру;
- оттық бөлмелерге факелдің жоғары динамикалық қысымының аймақтарын алып тастау экрандар.

3. Қарқындылықты эксперименталды анықтау әдістемесі әзірленді оттық камералардың физикалық үлгілерінде зерттеулер жүргізу кезінде түтін газдарының ішкі рециркуляциясы, бұл тура ағынды оттықтарды және сопл-ды пайдалана отырып, отындарды жағуды ұйымдастырудың әртүрлі шешімдерінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

4. Әзірленген әдістемелерді пайдалану арқылы зерттеулер жүргізілді, отындардың әртүрлі түрлерінде жұмыс істейтін қазандықтарды қайта құру бойынша ұсыныстар мен техникалық шешімдер жұмыс істеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Волков Э.П., Баринов В.А., Маневич А.С. Методология обоснования и перспективы развития электроэнергетики России – М.: Энергоатомиздат, 2010, 556 с.

2. Ольховский Г.Г., Тумановский А.Г. Проблемы и перспективы использования угля в электроэнергетике России – Энергетик, 2004, № 12, с. 9-13.

3. Современные природоохранные технологии в электроэнергетике: Инфор-

мационный сборник / Под общей ред. Путилова В.Я. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007, 388 с.

4. Тумановский А.Г. Экологические проблемы тепловых электростанций – Электрические станции, 2005, № 1, с. 17-27.