

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.V. - Б. 243-246

БКЗ-420 ҚАЗАНДЫҚ АГРЕГАТЫНЫҢ КОНВЕКТИВТІ БЕТТЕРІНІҢ ҚЫЗУЫНЫҢ АБРАЗИВТІ ТОЗУЫ

Бекишева Ж.Т., аға оқытушы С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Екібастұз көмірін жағатын ЖЭС-те қазандық агрегатының конвективті беттерінің, сондай-ақ күлқожды шығару құбырларының абразивті тозуы Қазақстан энергетиктері үшін проблема болып табылады. Қатты отынды жағу кезінде пайда болған күлдің және жанбаған отынның бөлшектері бу қазандықтарының қыздыру беттерін тоздырады.

Аталған мақалада конвективті шахтада қазандық қатты отынмен жұмыс істегенде минералды бөліктің әсерінен металды құбырда қыздыру беттерінің абразивті тозуы пайда болады. Көлемі 15-23 мкм-ге жуық ұшпа күл мен жанбаған көмір бөлшектерінің қозғалуы кезінде, кететін газдардың әсерінен олардың құбыр бетімен соғылысуы пайда болып, беттік қабаттың бұзылуы болады. Бөлшектердің кейінгі инерциялық әсері үстіңгі беттегі құбырдың жұқаруын тудырады, яғни бұл оның беріктілігін төмендетіп, жұмысқа қабілеттілігін бұзады. Жылулық конвективті беттердің абразивті тозумен әсер ету принципі мыналардан тұрады: күлдегі қатты және ірі бөлшектер салыстырмалы үлкен жылдамдықпен металл қабырғаларына біртіндеп соғылып, олардың металл бөлшектерін сызып тастайды.

Қазақстанда Екібастұз көмірі негізінен жылу электр станцияларында, оның жоғары жылу шығару қабілетіне және арзан тасымалдануына байланысты пайдаланылады. Бірақ оның терісті жағын атап кетпесе болмайды. Оларға күлді бөлшектердің жоғары абразивтілігін және осы отынның күлсіздігінің үлкен пайызын жатқызуға болады. Бұл абразивті тозуға бейім ретінде қазандық агрегаттың конвективті бөлігі және кейінгі залал және шлак жоюшы жүйесі. Екібастұз көмірінің күлділігі 38%, жылу шығару қабілеті 4000 ккал / кг. Көрнекілік үшін: Донецк көмірінде-20,9% күлділігі және 6030 ккал / кг жылу шығару қабілетті. Демек, бұл отынды жағу кезінде түтін газдарындағы күл бөлшектерінің тең жағдайында бірінші жағдайда шамамен 2,7 есе көп болады. Осылайша, от жағудың қабатындағы отынды жағу кезінде күлдің 60-75% тұндырады, яғни 25-40%, оның 50% - ы қазандықтың газ құбырларында тұндырады, ал түтін газдарымен бірге тек 10-15% ғана шығарылады. Отынды жағу және құрғақ қожды шығару кезінде күлдің шығуы 75-85% - ға жетеді. Сұйық қож шығаратын оттықтарда 40-60% күл, ал циклонды оттықтарда - 80 %, демек, төмендейді және оны

атмосфераға шығаралады. Екібастұз көмірінде үлкен жылу беру бар, бірақ осы отын түрінде басқа да бірқатар кемшіліктер бар. Абразивті тозуға қарсы күрестің дәстүрлі әдісі қазандық агрегатының пайдаланылатын материалының қаттылығын арттыру болып табылады, бұл материалды таңдау есебінен, сондай ақ берік өңдеу, термиялық және химикотермиялық өңдеу, беттік-пластикалық деформациялау, және қатты жабындар мен тұрақты рельефтерді салу арқылы мүмкін болады. Бірақ бекітпенің беріктігі "табиғи" қаттылықтың артуы есебінен ғана тозуға төзімділіктің тиімді артуы мүмкін деген жағдайға қайшы келеді, ал қаттылықтың жасанды артуы мысалы шыңдау металды энергетикалық аз тұрақты күйге ауыстырумен қатар жүреді және иілгіштікті жоғалтудың сол бағасымен жетеді. Конвективті беттердегі абразивті тозумен күресудің негізгі тәсілдерінің бірі конвективті беттердің жоғарғы құбырларының алдыңғы учаскелерінде және газ дәліздері ауданында орналасқан учаскелерде жапсырмаларды орнату болып табылады. Сондай-ақ, абразивтілікті азайту үшін сапаны арттыруға болады. Зертханалық әдіспен өңделген Екібастұз көмірінің күлі шамамен аз абразивті, атап айтқанда 850 градус температурада қыздырылған көмірден алынған болып саналады.

Екібастұз көмірінде қатты күйдегі қожды алып тастаумен және қарама-қарсы орналасқан екі қабатты дөңгелек жанарғыларда көмір тозаңын жағумен жұмыс істеу үшін күлдің жоғары абразивтілігіне байланысты жану өнімдерінің жылдамдығын шамамен 6-7 м/сек дейін азайтады. Екібастұз көмірін жағу кезінде 2600 т / сағ көмір қышқылының шамамен бірдей мөлшері өндіріледі, бірақ су булары, азот тотықтары және күкірт тотықтары аз болады. Екібастұз немесе көмірдің басқа түрлерінде жұмыс істейтін ЖЭС түтін газдарында SiF түріндегі фторлы қосылыстары 3-4 т/сағ дейін жетеді, сондай-ақ мышьяк пен ванадий қосылыстарының аз ғана үлесі болады. Зерттелген ақпараттың қорытындысы бойынша Екібастұз көмірі абразивті болып табылады және онымен жұмыс істеу кезінде осы бапта бұрын сипатталған қорғау әдістеріне жүгіну қажет. Конвективті беттердің абразивті тозуымен күресу әдістерін ЖЭС күл ұстағыш аппараттарына да қолдануға болады. Қатты отынды жағу кезінде оттықтан күл бөлшектері мен аздаған көміртегі шығарылады. Оттық камерасында жоғары температуралы аймақтан өткен жеңіл балқитын күл бөлшектері балқытылып, олардың жолында кездесетін құбырлар азаюда. Бірақ баяу балқытатын күлдің бөлшектері жанбаған көміртекпен бірге өткір жиектері бар кедір-бұдыр беті бар. Бұл тозудың абразивтілігін арттырады және жылудың конвективті беттерінің тозуына әкеледі. Осылайша, конвективті шахтадағы құбырлардың тозу қарқындылығын анықтайтын бірінші фактор - отынның күлділігі және көмірдің минералды бөлігіндегі SiO₂ кремнийдің баяу балқитын оксиді құрамы. Екінші, маңызды фактор – күл бөлшектерін көтеретін газ ағынының жылдамдығы. Күлдің тозуы кубта түсетін күл бөлшектерінің жылдамдығына байланысты екені анықталды. Газ ағыны көлденең орналасқан құбыр шоғырына қосылған кезде будағы құбырлардың салыстырмалы қадамымен анықталатын жергілікті жылдамдықтар пайда

болады. Сонымен қатар, тозу қарқындылығын бағалау кезінде жылдамдық өрістері мен ағындағы күл шоғырлануының біркелкі еместігін ескеру қажет. П-тәрізді (немесе Т-тәрізді) қазандықтардың дәстүрлі конфигурациясы бойынша сыртқы қабырғасындағы күл бөлшектерінің жоғары концентрациясына әкеледі.

Тозу қарқындылығын (Ииз, мм/жыл) уақыт ішінде τ (сағат) мынадай формула бойынша есептеуге болады:

$$I_{\text{сз}} = a \cdot m \cdot K_{\mu} \cdot \mu_{\text{оі}} \cdot (\hat{E}_w \cdot W_r)^3 \cdot \frac{S_1 - d}{S_1} \quad (1)$$

мұндағы: А-күлдің абразивтілік коэффициенті (әртүрлі көмір үшін ол 2•10-9-дан 9,5-ке дейін 10-9 м•с 3 / (г•сағ) өзгереді.);

m-құбырлардың тозуға төзімділік көрсеткіші (көміртекті құбырлар үшін m = 1,0, хромомолибденді құбырлар үшін-7,0);

K_{μ} және K_w - конвективті шоғыр алдында ағындағы күл шоғырлануының және қимадағы газ жылдамдығының біркелкі емес коэффициенттері;

W_r -газ ағынының орташа жылдамдығы, м / с;

S_1 және d – құбыр осьтері бойынша қадам және қазандық буындағы осы құбырлардың диаметрі мм;

$\mu_{\text{оі}}$ - күл бөлшектерінің қимасы бойынша орташа концентрациясы, ол отынның күлділігіне, түтін газдарының көлеміне және сгун тозуындағы жанатын заттардың аздаған түзеуіне байланысты:

$$\mu_{\text{оі}} = \frac{\dot{A}^r \cdot \dot{a}_{\text{оі}}}{(100 - \tilde{N}_{\text{оі}}^r)} \cdot \frac{273}{9 + 273} \quad (2)$$

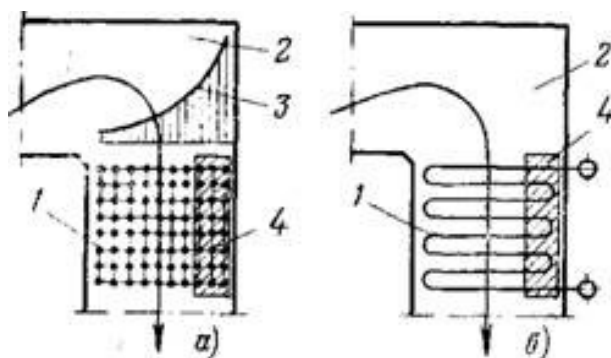
Құбыр қабырғасының жылына 0,2 мм дейін тозуы рұқсат етілген болып саналады, бұл қазандықтың кемінде 10 жыл бойы авариясыз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Арнайы қорғау шараларынсыз жоғары үйкелу немесе ұзақ уақыт пайдалану қабырға қалыңдығының азаюына, оның беріктігінің төмендеуіне және сайып келгенде, қысыммен жұмыс істейтін құбырлардың үзілуіне алып келеді. Екібастұз көмірін жағу кезінде күлдің тозу қарқындылығын азайту үшін келесі әдістерді ұсынамыз:

1. Газ ағынының есептік жылдамдығын дұрыс таңдау. Мысалы, жоғары күлді Екібастұз көмірін пайдалану кезінде ($A_r = 38-45\%$, күлдегі $SiO_2 - 65\%$ дейін) W_r жылдамдығы 5,7 м/с аспауы тиіс.

2. Газ ағынындағы күл концентрациясы мен жылдамдық өрісінің біркелкі еместігін азайту. Өкінішке орай, П-пішінді құрастыру қазандық жиі әкеледі елеулі айырмашылық өрісінің жылдамдығын және шоғырлану: $K_w = 1,2-1,4$ және $K_{\mu} = 1,2-1,25$. Осының салдарынан қыздыру бетінің көлденең ағуы кезінде қазандықтың артқы қабырғасына жақын орналасқан құбырлар қарқынды сүртіледі.

3. Күл бөлшектерінің әсеріне барынша бейім құбыр учаскелерінің тозуынан қорғау үшін жапсырмалар, бұрыштар орнату немесе шыбықтарды дәнекерлеу. Рекуперативті ауа жылытқыштар құбырларының кіру

учаскелеріне (олардың бойлық ағуы кезінде) ұзындығы 150-200 мм қималы қондырмалар орнатылады. Қыздыру бетінің абразивті тозу қарқындылығы газтұтыну қимасы бойынша да, сол сияқты құбыр периметрі бойынша да біркелкі емес. Конвективті шахтаға кіргенде газдардың 90°-ға бұрылуы тозуының біркелкі еместігіне елеулі әсер етеді (сурет. 1). Бұл ретте күлдің ең ірі фракциялары шахтаның артқы даласына лақтырылады және осы күлде қыздыру бетінде құбырлардың тозуының жоғары дәрежесін жасайды. Құбырлардың шахматтық шоғырының көлденең ағуы кезінде ең үлкен абразивті тозуға газдардың әсер ету бұрышы 30-50° кезінде құбырдың алдыңғы учаскелері ұшырайды. Дәліз шоғыры едәуір аз тозуға ұшырайды, өйткені келесі құбырлар алда тұрған аэродинамикалық сызықта болады. Құбыр ішіндегі газдардың бойлық қозғалысы кезінде (ауа қыздырғыш) абразивті тозу ұзындығы 150-200 мм құбырдың кіру учаскесінде кіре берісте ағысының тарылуынан кейін ірі бөлшектердің қабырғаға соғылуы есебінен жүреді. Кейіннен ағын тұрақтанады және ірі бөлшектер қабырғаға параллель қозғалады. Конвективті пакеттерде газ жылдамдығы өсетін бойлық газ дәліздерін болдырмау керек; әсіресе құбырлардың сыртқы иістерінің тозуы қауіпті, онда қабырғаның суға батуы қосымша орын алады.



Сурет 1. Қыздыру беті металының абразивті тозуынан қауіпті бұрылыс камерасы мен аймақтан тыс ұшатын күлдің ірі фракцияларын бөлу.

а-жыландар қазан фронтына параллель орналасқан кезде; О-ирекшелердің фронтқа перпендикуляр орналасуы кезінде; 1 — жылан түтік; 2 — айналмалы камера; 3- күлдің ірі фракцияларының шоғырлануын бөлу; 4- құбырлардың абразивті тозу аймағы.

Кіреберістегі ағыстың тарылуынан кейін қабырғаға ірі бөлшектер соғылады. Кейіннен ағын тұрақтанады және ірі бөлшектер қабырғаға параллель қозғалады. Конвективті пакеттерде газ жылдамдығы өсетін бойлық газ дәліздерін алып тастау керек; әсіресе қабырғаның суға батуы қосымша орын алатын құбырлардың сыртқы иістерінің тозуы қауіпті.

Тозу қарқындылығы анықталады:

- 1) газдың жылдамдығының квадратына байланысты күлдің немесе отынның жекелеген бөлшектерінің кинетикалық энергиясымен;
- 2) отынның күлділігіне байланысты және жылдамдықтың өсуші функциясы болып табылатын уақыт бірлігінде беткейде өтетін бөлшектер саны (концентрациясы);

3) қи ағынындағы күл шоғырлануының және k_w қимасындағы газ жылдамдығының біркелкі еместігімен

4) көлденең- жуылатын буда құбырлардың орналасу тығыздығы, яғни si/d құбырлардың салыстырмалы қадамы.

Қорытынды. Нәтижесінде тозу қарқындылығы, мм/жыл, үшінші деңгейде газ жылдамдығына байланысты.

Бу қазанының газ құбырындағы газдардың есептік жылдамдығын таңдау үшін газдардың экономикалық аса тиімді жылдамдығын тозу бойынша рұқсат етілген жылдамдықпен салыстыру қажет. Егер $w_{ce} > w^3$ болса, онда жылдамдықтың оңтайлы мәндеріне бағдарлануы керек. Әйтпесе газдардың жылдамдығы тозу жағдайларымен шектеледі, ал қыздыру бетінің өлшемдері мен газ өткізгіштердің көлемдері өседі. Кез келген жағдайда қыздыру беті құбырларының абразивті тозуы қаупі кезінде құбырларды тозудан қорғау үшін шаралар қабылдайды. Оларға болат манжеттерді тозу деңгейі жоғары құбырлардың учаскелеріне, газдармен жуылатын құбырлардың иілуін, құбырларға кіре берісте қималы қондырғыларды ауа жылытқышты орнату және т. б. жатады. Қазан агрегаттарын қыздырудың конвективті беттерінің абразивті тозуының себептері талданды. Жылу алмастырғыш аппараттардың күл тозуын бағалаудың әр түрлі әдістері қарастырылған. Астана ЖЭО-2 БКЗ-420-140 қазандығының су экономайзерлері мен ауа жылытқыштары мысалында абразивті тозудың бағалау есебі жүргізілді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Каримов М.Т. Ермоленко М.В. Степанова О.А. Байжұманов М.Ж. күлдің фракциялық құрамының энергетикалық қазандықтардың қыздыру беттерінің абразивті тозуына әсері // қолданбалы және іргелі зерттеулердің халықаралық журналы. – - 2016. – №4(3 бөлім). – С. 532–535.

2 Сидельковский Л.Н. Юренев, В.Н. Қазандық қондырғылары", " өнеркәсіп кәсіпорындарын: Учебник для вузов. – 3-ші басылым. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528с.

3 Хрущев м. М., Бабичев М. А. Абразивті тозуына жол бермейді. – М.: Ғылым, 1970. – 252. с.

4 Белов С. Ю., Васильев а. А., әдістемеге абразивті тозу қазандықтарды қыздыру беттерін қыздыру // География. 1990. № 4. С. 55-57.

5 Попов А. Г. Тозуға құбыр бетін қыздыру қазандықтарын // География. 1988. № 11. С. 61-63.

6 Кузнецова Г. Н., Попов А. Г. Ресурс құбырларды жылытқышқа шарттары бойынша золового тозу // Электр станциялары. 1982. № 7. С. 28-31.