

К.С. Идрисова, А.А. Туманова 

Energo University, Алматы, Қазақстан
E-mail: ai.tumanova@aes.kz

ЖЭС-дың АЙНЫМАЛЫ ГИДРОКҮЛШЫҒАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

Аңдатпа. ҚР жылу электр стансаларында Қаражыра және Майкөбен кен орындарының көмірлерін жағу кезінде ылғалды күл ұстау және гидрокүлқожшығару жүйелеріндегі физика-химиялық процестер зерттелді. Рентген-спектрлі және рентгенфлуоресцентті талдау әдістерімен көмірлерді жаққаннан кейін түзілген күлқож материалының сандық және сапалық құрамы зерттелді. Қойыртпақ фильтратының технологиялық көрсеткіштеріне талдау жүргізілді. Көмірлердің жану өнімдерінің құрамы мен қышқылды қойыртпақ түзілуінің арасындағы байланысы анықталды.

Түйінді сөздер. Қатты отын, көмірдің минералды қоспалары, гидрокүлшығару, қышқылды қойыртпақ, рентген-спектрлі талдау, рентгенфлуоресцентті талдау, коагуляция, Вентури құбыры.

Кіріспе.

Жылу электр стансаларының (ЖЭС) қазандық агрегаттарының қалыпты жұмысын қамтамасыз ететін маңызды буын – жылу стансаларының гидрокүлқожшығару (ГКШ) жүйесі болып табылады. Айнымалы ГКШ саласындағы жұмыстарды талдау көрсеткендей [1-3], көптеген ЖЭС-тер үшін жабдықтың коррозиялану мәселесі шешілмеген күйінде қалып отыр. Түз мөлшері жоғары агрессивті ортаның қалыптасуы кең аумақтарды алып жатқан күл үйінділері аймағындағы экологиялық жағдайдың нашарлауына әкеледі. Сонымен қатар, күл үйінділерін кәдеге жарату үлкен материалдық шығындарды қажет ететін жеке міндет болып табылады.

ЖЭС-да ылғалды күл ұстау және ГКШ жүйелерінде орын алатын физика-химиялық процестер әртүрлі және жеткілікті күрделі болғандықтан бұл жұмыста жабдықтың коррозиялануына әкелетін және ылғалды күл ұстағыштардың сенімді жұмыс істеу шарттарына әсер ететін (әсіресе қайта өңделген сумен суарылған кезде) агрессивті орталардың пайда болуына әкелетіндер ғана қарастырылды.

Қатты отынның жану процесінде оның құрамына кіретін минералдық заттар күрделі физикалық-химиялық өзгерістерге ұшырайды. Нәтижесінде күл мен қож пайда болады. Шаң тәрізді жағу кезінде жану аймағындағы температура 1600-1800°C дейін жетуі мүмкін [4]. Мұндай жағдайда отынның минералдық құрамдас бөліктерінің көпшілігі тотықтарға айналады. Соңғылары өзара әрекеттесе отырып, балқыған түрінде күрделі қосылыстарды түзеді. Жану аймағынан түтін газдарымен бірге бөлшектерінің мөлшері 0,1-30 мкм дұрыс шар тәрізді тамшы түріндегі шаңды ұшпа күлдің фракциясы шығарылады. Өлшемдері үлкенірек болатын бөлшектерден бұл температураларда бір-бірімен құйылу нәтижесінде қож түзіледі де оттық камерасында шөгеді.

ГКШ айнымалы жүйелерінде қалқыған заттардан тазартылған мөлдірлетілген су күл үйіндісінен ЖЭС-ке түседі де онда күл мен қожды шайып түсіру үшін қайта пайдаланылады [5]. Айнымалы жүйелері суының минералдануы, әрине, тура ағындыларға қарағанда, жоғары болады. Суды пайдаланудың айнымалы әдісін енгізу кезінде бірқатар қиындықтар туындайды. Әсіресе, ГКШ жабдықтарын - сорғыларды, құбырларды, күл ұстағыштарды және қойыртпақ пен мөлдірлетілген суды қайтару жолының басқа да

элементтерін пайдалануда қиындықтар көп. Бұдан басқа, су айналымы кезінде су бөлігін дүркін-дүркін табиғи су қоймаларына тастау қажеттілігі туындауы мүмкін [6].

Мақалада шығатын газдарды ылғалды ұстау кезінде айнымалы гидрокүлқожшығару жүйелерінде өтетін физикалық-химиялық процестер күл мен қождың сумен өзара әрекеттесу ерекшелігін айқындайтын фазалық сапалық және сандық құрамы қарастырылды. Күл-қож материалының сипаты және гидравликалық белсенділік дәрежесі бойынша әртүрлі компоненттерден тұратын күрделі жүйе болып табылады. Мұндай жүйелердің сумен өзара әрекеттесуінің табиғаты мен кинетикасы әртүрлі процестердің жиынтығы болып келеді. Бұл – гидратация және гидролиз реакциялары, сұйық фазада еріген компоненттердің өзара әрекеттесу реакциялары, сұйық және қатты фазалар арасындағы иондық алмасу реакциялары. Күлмен әрекеттескеннен кейін су көп компонентті тұзды ерітіндіге айналады, онда әрбір компоненттің ерігіштігі қалғандарының ерігіштігімен анықталады және өз кезегінде оларды анықтайды.

Әрбір отын құрамының табиғи әркелкілігі күл-қож материалының сумен өзара әрекетін зерттеуді қиындатады. «Күл-су-ауа» жүйесіндегі процестерді толық зерттеу өте күрделі міндет, сондықтан судың құрамы мен қасиеттерін қалыптастыруда жалпы үрдістерді айқындауға болады. ЖЭС ГКШ айнымалы жүйелерінің мөлдірлетілген суын қайтару трассасы элементтерін пайдалануды бұзғаны үшін жауапты гидрохимиялық процестердің сипатын, механизмін және кинетикасын анықтауға ерекше көңіл бөлінеді.

ГКШ жүйесі суының құрамы, оның қасиеттері бірқатар факторлардың әсерінен қалыптасады. Судың сапалық құрамы (минералдану сипаты) ең алдымен күлқож материалының химиялық-минералдық құрамымен анықталады. Құрамға пайдалану жағдайлары да әсер етеді, олардың ең бастылары – стансада қабылданған күлді ұстау тәсілі, жууға пайдаланылатын судың химиялық құрамы, күл үйіндісіндегі қыртыс топырақтарының құрамы және т.б. [7].

Минералдану деңгейі күл-қож материалдары бөлшектері бетінің мөлшері мен сипатына, шайған және үйіндіге тасымалдаған кезде судың күлмен жанасу уақытына, қойыртпақтың консистенциясына, судың температурасына, жанама ағындылардың көлемі мен минералдануына байланысты болады.

ГКШ-ның айнымалы жүйелеріндегі минералдану деңгейін айқындайтын маңызды факторы – судың күлмен жанасу еселігі (жүйені пайдалану уақыты). Көрсетілген факторлардың бір бөлігі су құрамының сапалық, сондай-ақ сандық сипаттамасын айқындайды.

Материалдар мен тәсілдер.

Жұмыстарды орындау барысында жану өнімдеріне талдау жасалып, жылу электр станциясында көмірдің екі түрін пайдалану кезінде күл-қож қойыртпағының қышқылдығы анықталды: Майкөбен және Қаражыра кен орындарының көмірлері. Талдау жүргізу кезінде ҚР-ның мемлекеттік стандарттарына сәйкес көмір сапасы көрсеткіштерінің нормалары, назарға алынды [8].

Көмірлерді жағу өнімдері – Қаражыра және Майкөбен көмірлері күлқож материалының рентгендік-спектрлік талдау РЛП-21Т жартылай өткізгіш детекторы бар рентген-радиометриялық құрылғысында жүргізілді. Сонымен қатар, күл үлгілеріне рентгенфлуоресцентті талдау D8ADVANCE дифрактометрінде (Bruker AXS) дифракцияланған сәуледегі монохроматормен мыс сәулеленуін пайдалана отырып жүргізілді [9].

Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ-дің ғылыми зертханасында Қаражыра көмірін жағатын Текелі ЖЭО-да алынған қойыртпақ фильтратының технологиялық көрсеткіштеріне стандартты әдістерді қолдану арқылы химиялық талдау жүргізілді [10, 11].

Нәтижелер және талқылау.

Қаражыра және Майкөбен көмірлері күлқож материалының рентгендік-спектрлік талдау нәтижелері 1-ші кестеде көрсетілген.

1 кесте – Көмір күлдері үлгілерін рентгендік-спектрлік талдау нәтижелері

Көмір күлінің компоненттері	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Қыздыру кезіндегі шығындар	Σ
Қаражыра, %	1,15	1,20	23,52	53,22	0,36	1,60	3,36	1,23	7,21	7,14	99,99
Майкөбен, %	1,62	2,87	19,04	46,73	0,72	2,55	7,21	1,33	7,80	10,11	99,98

Кестеден күл құрамында SiO₂ оксидінің басым екендігі көрініп тұр.

Күл-қож материалының химиялық құрамын зерттеу кезінде олардың басты құрамдастары – қышқылдық, негіздік және амфотерлі оксидтер ескеріледі. Қышқылдық оксидтерге SiO₂, SO₂, TiO₂, P₂O₅, негіздік оксидтерге – CaO, MgO, K₂O, Na₂O және амфотерлі оксидтерге – Al₂O₃ пен Fe₂O₃ жатады. Соңғылары негізгі оксидтері басым қорытпаларда қышқылдық, ал қышқылдық қорытпаларда – негіздік қасиеттерді көрсететіндігімен ерекшеленеді.

Күл-қож материалының негізділігін немесе қышқылдығын бағалау [12] әдістеме бойынша жасалды.

Күл-қож материалының қышқылдығын (K) есептейтін формула:

$$K = \frac{[SiO_2] + [TiO_2] + [P_2O_5]}{[CaO] + [MgO] + [K_2O] + [Na_2O] + [Al_2O_3] + [Fe_2O_3]}$$

Күл-қож материалының негізділігін (O) есептейтін формула:

$$O = \frac{[CaO] + [MgO] + [K_2O] + [Na_2O]}{[SiO_2] + [Al_2O_3] + [TiO_2] + [P_2O_5] + [Fe_2O_3]}$$

K > 1 болса – күлқож материалының қасиеттері қышқылды;

O > 1 болса – күлқож материалының қасиеттері негіздік болып саналады.

Есептеуді жүргізу барысында біз келесі нәтижелер алдық:

1. Қаражыра көмірінің күлі үшін: K = 1,44 %; O = 0,08 %;

2. Майкөбен көмірінің күлі үшін: K = 1,19 %; O = 0,19 %.

Есептеулер зерттелген көмірлердің күлі қышқылды сипатта екенін дәлелдеді.

ЖЭС-ға түсетін көмір сертификаттарында әдетте көмірдің құрамына кіретін элементтердің орташаланған мөлшерлері көрсетіледі, іс жүзінде қышқылдық оксидтер көбірек мөлшерде түзіледі, сондықтан қышқылдығы іс жүзінде есептіден асуы мүмкін.

Көмірдің қышқылдық-негіздік сипаты күлдің құрамындағы SiO₂, CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃ негізгі компоненттердің мөлшеріне байланысты. ГКШ-ның тұйық жүйелерінде күлдің қышқылдығына мөлдірлетілген судың рН мәні тәуелді болады. Көмірлер күлінің сипатын

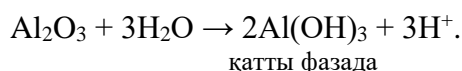
анықтайтын негізгі параметр болып кальций оксидінің мөлшері табылады. Егер кальций оксидінің мөлшері >15% болса, онда кальций гидроксидінің тұнбасы пайда болады да мөлдірлетілген судың рН = 11-12, яғни сілтілік орта түзіледі. Қазақстандық көмірлердің құрамында кальций оксидінің мөлшері 15%-дан төмен болғандықтан мөлдірлетілген судың рН = 5-8 аралығын құрайды.

Майкөбен және Қаражыра көмірлерінің күліне D8ADVANCE дифрактометрінде (Bruker AXS) дифракцияланған сәуледегі монохроматормен мыс сәулеленуін пайдалана отырып рентгенфлуоресцентті талдауды жүргізу Al_2O_3 және SO_3 оксидтерінің келесі мөлшерлерін анықтады (кесте 2).

2 кесте – Көмір күлі үлгілерін рентгенфлуоресцентті әдіспен талдау

Күл	Al_2O_3 , %	SO_3 , %
Қаражыра көмірінен	28,21	2,81
Майкөбен көмірінен	21,65	4,25

Қаражыра көмірі күлінің құрамында негізгі оксидтердің мөлшері < 7,78% (Майкөбен көмірі күлінде - 11,73%). Қаражыра көмірінің күл құрамында (28,21% Al_2O_3) Майкөбен көмірінің күліне қарағанда (21,65%) амфотерлік оксидтің мөлшері едәуір жоғары. Оксидтің сумен өзара әрекеттесуі кезінде Қаражыра көмірін жағу кезінде келесі реакция есебінен қышқылдық орта қалыптасады:



Түзілген сутек иондары күкірт оксидімен (SO_3) әрекеттесіп күкірт қышқылын түзеді. Күл талдауынан аталған көмірлердің күліндегі күкіртті газдардың үлесі едәуір аз екендігі көрінеді, сондықтан олар ортаның қышқылдығына азырақ дәрежеде әсер етеді. Ортаның рН-на көбінесе амфотерлік оксидтің сумен өзара әрекеттесуі әсер етеді деген қорытынды жасауға болады.

Майкөбен көмірі күлінде 7,21% CaO, ал Қаражыра көмірі күлінде 3,36% CaO бар. Талдау нәтижелері гидрокүлшығару жүйесінде күкірт қышқылын бейтараптандыру үшін кальцийдің жеткілікті мөлшерінің бар екенін көрсетеді.

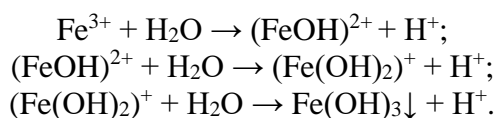
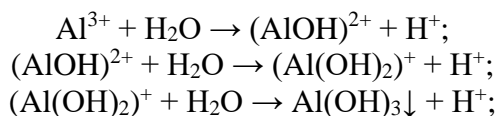
Осылайша, келтірілген зерттеулерден жылу электр станциясының айналым ГКШ жүйесіндегі қойыртпақтың қышқылдығы бірінші кезекте шығатын күлдегі амфотерлі оксидтердің, атап айтқанда алюминий оксидтерінің болуына тәуелді деген қорытынды жасауға болады.

Ылғалды күл ұстау жүйелерінде өтетін физика-химиялық процестерді зерттеу кезінде Вентури құбырларында бөлшектердің іріленуіне әсер ететін маңызды факторлардың бірі болып табылатын коагуляция процесі өтеді [12].

Коагуляция деп коллоидты бөлшектердің жабысуының физикалық-химиялық процесі және судан бөлінетін ірі дисперсті макрофазаның (флокуланың) түзілу процесін айтады. Яғни гидрокүлшығару технологиясы шығатын газдардың құрамындағы қатты бөлшектерді суда тұнбаға түсетін ірі агломераттарға байланыстыруды көздейді. Газдарды ылғалды тазалау аппараттарының неғұрлым тиімдісі болып Вентури скрубберлері табылады. Олар суармалы сұйықтық әкелінетін Вентури құбыры және одан кейін орнатылған скруббер (тамшы жинағыш) болып табылады.

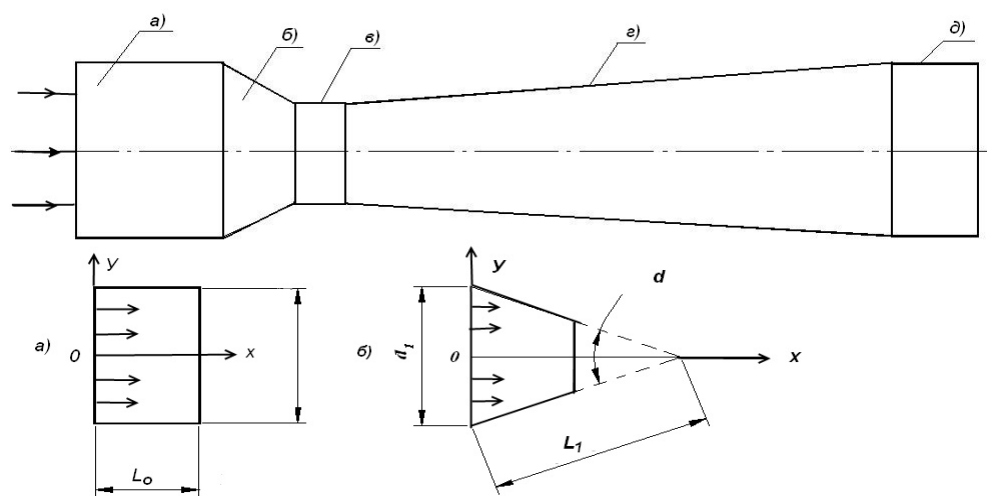
Қышқылдық оксидтердің сумен өзара әрекеттесуі – қышқылдың, ал негіздік оксидтердің – негіздер мен сілтілі ортаның пайда болуына әкеледі. Алюминий амфотерлі

оксиді процесс жағдайларына байланысты ортаның қышқылдығын арттыра алады, өйткені сумен өзара әрекеттесе отырып, ол сутек ионын түзеді. Ортаның қышқылдығын (pH) жоғарлату үшін отынның жану өнімдерінен амфотерлік оксидтерді барынша жою қажет, өйткені қойыртпақ қышқылдығының артуына әкелетін мынадай реакциялар өтуі мүмкін:



Вентури құбырында температура жоғары болғандықтан күкірт қышқылы түзілмейді. Күкірт қышқылы температурасы төмен болатын скрубберде түзіледі. Судың тангенциалды берілуі есебінен барлық бөлшектер скрубберде белгілі уақыт болады. Мұнда олардың ішінара бейтараптануы және коагуляцияланған бөлшектер мөлшерінің одан әрі өсуі, қышқылды ортаның пайда болуымен тұздардың гидролизі, түзілетін қатты фазада заттардың ішінара бейтараптануы және адсорбциялануы жүреді.

Вентури құбырының жұмыс істеу қағидаты оны суаратын сұйықтықтың жоғары жылдамдығымен қозғалатын газ ағынымен қарқынды ұсақтауға негізделген. Суармалы сұйықтықтың тамшыларына бөлшектердің шөгуіне олардың арасындағы жоғары салыстырмалы жылдамдықтар ықпал етеді [13].



а - кіріс цилиндрлік учаскесі; б - конфузор; в - мойын;
г - диффузор; д - шығыс цилиндрлік учаскесі

1 сурет – Вентури құбырының сұлбасы [12]

Сұлбадан Вентури құбыры учаскелерінде газ, күл және су тамшыларының жылдамдығы ерекшеленетіні көрініп тұр. Кіріс цилиндрлік учаскеден конфузорға ауысқанда жылдамдық артады да мойында максималды мәніне жетеді. Әрі қарай диффузорда оның төмендеуі байқалады. Тамшы жылдамдығының төмен мәндерін оның газ ағынынан инерттілігіне байланысты артта қалуымен түсіндіруге болады. Айта кету керек, конфузорда тамшы газдан артта қалады, ал диффузорда керісінше – тамшы

жылдамдығы газ ағыны жылдамдығынан жоғары болады. Бұл газ бөлшектері мен тамшылардың тығыздықтарының айырмашылығына байланысты болса керек.

Біз Қаражыра көмірі күлін үлгі ретінде алып, Вентури құбырындағы газ бөлшектері, күл және су тамшыларының қозғалыс жылдамдығын есептедік. Есептеу нәтижелері 3-ші кестеде келтірілген.

3 кесте – Вентури құбыры учаскелерінде газ бөлшектерінің, күл мен су тамшыларының қозғалыс жылдамдығы

Қозғалыс жылдамдығы, м/с	Кіріс цилиндрлік учаске	Конфузор	Мойын	Диффузор
$v_{\text{газ}}$	41.10	54.90	74.20	17.30
$v_{\text{күл}}$	56,00	71.06	89.26	38.60
$v_{\text{тамшы}}$	38.60	53.48	71.69	19.81

3-ші кестеден күлде алюминий оксидтерінің көп мөлшерде болуы коагуляция жылдамдығын төмендететіні анық, ол негізінен су тамшылары мен қатты бөлшектердің өзара әрекеттесуінен пайда болады. Суару аймағынан шығарылатын және атмосфераның ластануына ықпал ететін қатты бөлшектердің жылдамдығы артады, сонымен қатар қойыртпаққа қышқылды сипат береді. Қышқылдық оксидтердің негіздік оксидтермен әрекеттесуіне байланысты күл бөлшектерінің іріленуі және сәйкесінше олардың жылдамдығының тамшылардың жылдамдығына дейін төмендеуі коагуляция процесін едәуір дәрежеде жеңілдетеді.

Майкөбен көмірі күліндегі аталған оксидтер мөлшерінің негіздік оксидтерге қарағанда аз болуы (1 кесте) біздің ойымызша, Вентури құбырындағы күл бөлшектерінің жылдамдығының төмендеуіне себеп болады. Бұл бөлшектердің су тамшыларымен ұсталып қалу процесін күшейтіп, қойыртпақтың қышқылдығының төмендеуіне әкеледі.

Біз Қаражыра көмірін жағатын Текелі ЖЭО-да алынған қойыртпақ фильтратының технологиялық көрсеткіштерге (рН мәні, кермектілік (Ж), қышқылдық (К), тұз мөлшері (β)) стандартты әдістерді қолдану арқылы химиялық талдау жүргіздік. Нәтижелер 4-ші кестеде көрсетілген.

4 кесте – Қойыртпақ фильтратының химиялық талдау нәтижелері

№	Қойыртпақ фильтраты	рН	Ж, мг-экв/дм ³	Ж _{Ca} , мг-экв/дм ³	Ж _{Mg} , мг-экв/дм ³	К, мг-экв/дм ³	β, мСм/см
1.	Вентури құбырынан кейін	4,49	5,4	3,9	1,5	2,3	112,4
2.	Күл үйіндісінен	4,86	4,8	3,1	1,7	1,1	480,0
3.	Вентури құбырын суаруға (күл үйіндісінен айнымалы)	6,51	4,3	3,4	0,9	0,6	444,0

Қойыртпақ құбырында қойыртпақты багерлік сорғылармен айдау кезінде тұнбаға түсетін алюминий оксидінің бетіндегі шығатын газдардың бір бөлігін бейтараптандыру және адсорбциялау процесі жалғастырылады.

Жүйеге Вентури құбырын орнатпаған жағдайда күкірт қышқылының түзілуі, сутек протондарының көп мөлшерде болуынан коагуляцияланбаған бөлшектердің сумен және күкірт қышқылымен ыдырауы және өзара әрекеттесуі жүреді. Бұл жағдайда коагуляцияның негізгі процесі қышқылдық ортаны ішінара бейтараптандырумен және «сутектендірумен» құбырлардың одан әрі тоттануымен тек құбырларда және багерлік сорғыларда ғана өтеді. «Сутектендіру» кезінде коррозияның жылдамдығы едәуір артады.

4-ші кестеден көрініп тұрғандай, Вентури құбырынан кейінгі скруббердегі қойыртпақ қышқылдық сипатта болады ($pH = 4,49$), күл үйіндісінде оның мәні аздап артады ($pH = 4,86$). Күл үйіндісінен Вентури құбырына қайта суару үшін жіберілетін айнаымалы фильтрат әлсіз қышқылды сипатқа ие болады ($pH = 6,51$). Мұның себебі, күл үйіндісінде тұндыру кезінде күл құрамындағы сілтілі және сілтілі жер металдар оксидтерінің қойыртпақта еруі, сонымен қатар қойыртпақтың жауын-шашын суларымен сұйылтылуы қышқылдық ортаның аздап бейтараптандуына ықпал етеді.

Қорытынды

ЖЭС-да Вентури құбырының болуы коагуляция процесін толығырақ өткізуге, нәтижесінде pH мәні жоғарырақ болатын қойыртпақты алуға және құбыр шығысында қышқылды оксидтердің мөлшерін азайтуға ықпал етеді. Яғни ГКШ жүйесінде Вентури құбырының болуы қышқылды қойыртпақтың түзілуіне жол бермейді және жабдық коррозиясының азаюының себебі болады. ЖЭС-да ГКШ жүйесін жанарту кезінде мұны ескерген жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Справочник НДТ 38-2022. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии». - 289 с.

[2] Черенцова А.А., Олесик С.М. Оценка золошлаковых отходов как источник загрязнения окружающей среды и как источник вторичного сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013, № 3. - С. 230 – 243.

[3] Karlygash Idrissova, Aitbala Tumanova, Gulzira Koldassova. An Optimal Way to Prevent Corrosion of Equipment at TPP // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), ISSN: 2249-8958 (Online), Volume-8, Issue-3S, February 2019, P. 326-330. URL: <https://www.ijeat.org/portfolio-item/C10660283S19/>

[4] Алияров Б.К., Алиярова М.Б. Сжигание казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. – Алматы, 2011. – 306 с.

[5] Проект нормативов образования и размещения золошлаковых отходов на золотвал №1 гидравлического складирования на 2015-2024 г.г. АО «АлЭС» ТЭЦ-2. - Алматы, ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», 2015.

[6] Техничко-экономическое обоснование «Модернизация Алматинской ТЭЦ-2 с минимизацией воздействия на окружающую среду для департамента ТЭЦ-2 АО АлЭС». - Алматы, АО «Институт «КазНИПИЭнергопром», 2020 г.

[7] Идрисова К.С., Туманова А.А. Изучение процессов в системе гидрозолошлакоудаления ТЭС и возможные методы нейтрализации кислой пульпы. //Журнал «Промышленность Казахстана». – Алматы, 2016, №2 (95). – С.60-62.

[8] Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарты. Көмірлер. Жіктелуі. ҚР СТ ИСО 11760-2007. - Астана: Қазақстан Республикасы Индустрия және сауда министрлігінің Техникалық реттеу және метрология комитеті (Мемстандарт). - 2007.

[9] Горюнов А.В., Зарембо В.И., Шульгин С.И. Рентгенофазовый анализ материалов. – Санкт-Петербург, 2011. - 48 с.

- [10] ГОСТ Р 52407-2005. Методы определения жесткости.
- [11] ГОСТ Р 52963-2008. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов.
- [12] Кизельштейн Л.Я., Дубов И.В., Шпицглюз А.Л., Парада С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1995. - 175 с.
- [13] Палатник И.Б. Пылеуловители с трубами-коагуляторами Вентури (основы теории и методы расчета). – Алма-Ата: Наука, 1981. – 206 с.

REFERENCES*

- [1] Directory NAT 38-2022. Information and technical guide to the best available technologies “Fuel combustion in large installations in purposes of energy production.” - 289 p.
- [2] Cherentsova A.A., Olesik S.M. Assessment of ash and slag waste as a source of environmental pollution and as a source of secondary raw materials. // Mining information and analytical bulletin. – 2013, No. 3. – P. 230-243.
- [3] Karlygash Idrissova, Aitbala Tumanova, Gulzira Koldassova. An Optimal Way to Prevent Corrosion of Equipment at TPP // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), ISSN: 2249-8958 (Online), Volume-8, Issue-3S, February 2019, P. 326-330. URL: <https://www.ijeat.org/portfolio-item/C10660283S19/>
- [4] Aliyarov B.K., Aliyarova M.B. Combustion of Kazakhstani coals at thermal power plants and large boiler houses. – Almaty, 2011. – 306 p.
- [5] Draft standards for the formation and disposal of ash and slag waste at ash shaft No.1 for hydraulic storage for 2015 - 2024. JSC "AIES" CHPP-2. - Almaty, «ECOSERVICE-S» LLP, 2015.
- [6] Feasibility study "Modernization of Almaty CHPP-2 with minimizing the environmental impact for the department of CHPP-2 of AIES JSC." - Almaty, JSC “Institute “KazNIPIEnergoprom”, 2020.
- [7] Idrissova K.S., Tumanova A.A. Study of processes in the hydroash and slag removal system of thermal power plants and possible methods for neutralizing acidic pulp. // Magazine “Industry of Kazakhstan”. – Almaty, 2016, № 2 (95). – P. 60-62.
- [8] State standard of the Republic of Kazakhstan. Coals. Classification. RK ST ISO 11760-2007. - Astana: Technical Regulation and Metrology Committee (Memstandart) of the Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan. - 2007.
- [9] Goryunov A.V., Zarembo V.I., Shulgin S.I. X-ray phase analysis of materials. – St. Petersburg, 2011. - 48 p.
- [10] GOST R 52407-2005. Methods for determining hardness.
- [11] GOST R 52963-2008. Methods for determining alkalinity and mass concentration of carbonates and bicarbonates.
- [12] Kieselshtein L.Ya., Dubov I.V., Shpitsgluz A.L., Parada S.G. Components of ash and slags at thermal power plant. – М.: Энергоатомиздат, 1995. - 175 p.
- [13] Palatnik I.B. Dust collectors with Venturi coagulator tubes (fundamentals of theory and calculation methods). – Alma-Ata: Science, 1981. – 206 p.

Karlygash Idrissova, candidate of chemical sciences, docent, Energo University, Almaty, Kazakhstan, k.idrissova@aes.kz.

Aitbala Tumanova, candidate of chemical sciences, docent, Energo University, Almaty, Kazakhstan, ai.tumanova@aes.kz.

PHYSICO-CHEMICAL PROCESSES IN RECYCLING HYDROASH REMOVAL SYSTEMS OF THERMAL POWER PLANTS

Abstract. Physico-chemical processes in wet ash collection and hydro-ash removal systems during the combustion of coal from the Karazhyra and Maikube deposits have been studied at existing thermal power plants of the Republic of Kazakhstan. Using the methods of X-ray spectral and X-ray fluorescence analysis, the qualitative and quantitative composition of the ash and slag material obtained by burning these coals was determined. The pulp filtrate was analyzed for technological indicators. A connection has been established between the composition of coal combustion products and the formation of acidic pulp.

Keywords. Solid fuel, coal mineral impurities, hydro-ash-slag-removal, sour pulp, X-ray spectral analysis, X-ray fluorescence analysis, coagulation, Venturi tube.

Карлыгаш Идрисова, к.х.н., доцент, Energo University, Алматы, Казахстан, k.idrissova@aes.kz.

Айтбала Туманова, к.х.н., доцент, Energo University, Алматы, Казахстан, ai.tumanova@aes.kz.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ГИДРОЗОЛОУДАЛЕНИЯ ТЭС

Аннотация. Исследованы физико-химические процессы в системах мокрого золоулавливания и гидрозолоудаления при сжигании углей месторождений Қаражыра и Майкубе на действующих ТЭС РК. Методами рентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного анализа определен качественный и количественный состав золошлакового материала, полученного при сжигании данных углей. Проведен анализ фильтрата пульпы на технологические показатели. Установлена связь между составом продуктов горения углей и образованием кислой пульпы.

Ключевые слова. Твердое топливо, зольность, минеральные примеси угля, гидрозолошлакоудаление, кислая пульпа, рентгеноспектральный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, коагуляция, труба Вентури.

Келіп түсті: 08 сәуір 2024 ж.; қабылданды: 22 маусым 2024 ж.