



ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ІС
ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО
ENGINEERING AND ENGINEERING

ЭНЕРГЕТИКА
ЭНЕРГЕТИКА
ENERGY

DOI 10.51885/1561-4212_2024_3_34
MFTAA 44.31.01

А.Е. Естаулетова¹, А.Т. Байдилдина¹, Г.С. Дуйсембаева¹,
А.Т. Нурғалиева¹, М.Б. Естаулетов²

¹КЕАҚ «Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті»,
Өскемен қ., Қазақстан

E-mail: ainur_92uka@mail.ru*

E-mail: azhaparova@edu.ektu.kz

E-mail: gdyuseмбаeba80@mail.ru

E-mail: nurgaliev_a_s@mail.ru

²«Шығыс жылу» АҚ

E-mail: merei_0701@mail.ru

**«ШЫҒЫС ЖЫЛУ» АҚ № 2 ҚАЗАНДЫҚТЫҢ МЫСАЛЫНДА
АТМОСФЕРАҒА ШЫҒАРЫЛАТЫН ЗИЯНДЫ ШЫҒАРЫНДЫЛАРДЫ АЗАЙТУ
МАҚСАТЫНДА ШАҢ ГАЗ АҒЫНЫНА МЕХАНИКАЛЫҚ ӘСЕР ЕТУ**

**МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЫЛЕГАЗОВЫЙ ПОТОК
С ЦЕЛЮ ПОНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ,
НА ПРИМЕРЕ КОТЕЛЬНОЙ № 2 АО «ШЫҒЫС ЖЫЛУ»**

**MECHANICAL IMPACT ON THE DUST AND GAS FLOW IN ORDER
TO REDUCE EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE, ON THE EXAMPLE
OF BOILER ROOM № 2 OF JSC «EAST HEAT»**

***Аңдатпа.** Мақалада Өскемен қаласының № 2 қазандығының шығарындыларына, яғни шаң газ ағынын механикалық әсер арқылы зиянды заттарды азайту. Соңғы онжылдықтағы жағымсыз тенденция көбінесе энергетика мен өнеркәсіпте көмірді пайдаланудың кеңею салдары болып табылады. Көміртегі шығарындыларынан басқа, қазба байлықтарын қолдану әртүрлі ауа ластағыштарды, соның ішінде күкірт диоксиді, азот оксидтері, қатты бөлшектер, көміртек тотығы және ұшықши органикалық қосылыстардың шығарындылары ауаға тарайды. № 2 қазандық органикалық отын ретінде «Қаражыра» кен орнында өндірілетін Семей қаласының тас көмірін қолданады. Бұл көмірдің күлділігі шамамен 19,8 % құрайды.*

***Түйін сөздер:** Механикалық әсер, шығындылар, жиынтық циклондар, скрубберлер, қос механикалық әсер, ылғалды тазалау жүйесі, құрғақ тазалау жүйесі.*

***Аннотация.** В статье рассматривается, что снижение выбросов котельной № 2 г. Усть-Каменогорска, т.е. вредных веществ происходит за счет механического воздействия на пылегазовый поток. Негативная тенденция последнего десятилетия часто является следствием расширения использования угля в энергетике и промышленности. Помимо выбросов углерода, использование ископаемого топлива также может привести к выбросу различных загрязнителей воздуха, в том числе диоксида серы, оксидов азота, твердых частиц, окиси углерода и летучих органических соединений. В котельной № 2 в качестве органического топлива используется каменный уголь г. Семей, добываемый с месторождения «Қаражыра». Зола этого угля составляет около 19,8 %.*

***Ключевые слова:** Механическое воздействие, потери, батарейные циклоны, скрубберы, двойное механическое воздействие, система влажной очистки, система сухой очистки.*

Abstract. The article considers that the reduction of emissions of boiler house No. 2 of Ust-Kamenogorsk, i.e. harmful substances occurs due to mechanical action on the dust and gas flow. The negative trend of the last decade is often a consequence of the expansion of the use of coal in energy and industry. In addition to carbon emissions, the use of fossil fuels can also lead to the release of various air pollutants, including sulfur dioxide, nitrogen oxides, particulate matter, carbon monoxide and volatile organic compounds. The boiler room No. 2 uses coal from Semey, extracted from the Karazhyra deposit, as organic fuel. The ash of this coal is about 19.8%.

Keywords: Mechanical impact, losses, battery cyclones, scrubbers, double mechanical impact, wet cleaning system, dry cleaning system.

Kіріспе. Берілген мақалада «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының жұмыс істеу тиімділігін күл шығарындыларын азайту есебінде арттыруды қарастырамыз.

Отынның түрі және оның жану режимі пайда болатын зиянды заттардың құрамына айтарлықтай әсер етеді. Қазандық қондырғылары мен ЖЭО отын ретінде қатты, сұйық және газ тәрізді отын түрлері қолданылады (Кормина, 2019).

Соңғы онжылдықтағы жағымсыз тенденция көбінесе энергетика мен өнеркәсіпте көмірді пайдаланудың кеңею салдары болып табылады. Көміртегі шығарындыларынан басқа, қазба байлықтарын қолдану әртүрлі ауа ластағыштарды, соның ішінде күкірт диоксиді, азот оксидтері, қатты бөлшектер, көміртек тотығы және ұшқыш органикалық қосылыстардың шығарындылары ауаға тарайды (Ramesh P. Singh (2021)

№ 2 қазандық органикалық отын ретінде «Қаражыра» кен орнында өндірілетін Семей қаласының тас көмірін қолданады. Бұл көмірдің күлділігі шамамен 19,8 % құрайды. № 2 қазандықта тас көмірді жағу Е-50-14 маркалы қазандықтарда жүзеге асырылады. Бұл қазандықтарда көмір шаң түрінде жағылады. 2017 жылы 19 тұрғын ауданын қосу жобасы әзірленгендіктен қазандықтарға жүктеме артты. Ауаның сыртқы температурасына байланысты қатарлас 2 немесе 3 қазандық қондырғылары жұмыс жасайды. Оның ішінде бір қазандық қондырғысы міндетті түрде күл шаңын дымқыл тазалауды, ал қалғаны химиялық тазалауды жүзеге асырады.

Осы мақсатта атмосфераға шығарылатын ластаушы заттардың концентрациясын төмендету үшін қазандық қондырғыларынан шығатын күл шаңының шаң-газ ағынына механикалық әсер ету нәтижелері тәжірибелік түрде көрсетіледі. Күл жинау қондырғысының сынақ жұмыстары барлық қажетті есептеулер мен өлшемдер жылу электр станцияларының күл жинағыш қондырғылары үшін Сынақ Әдістемесіне сәйкес жүргізілді.

Материалдар және зерттеу әдістері. Қазандықтардан атмосфераға зиянды заттар концентрациясының түрлері мен мөлшерін қарастырып кетейік. Өскемен қаласында өнеркәсіптің өте жақсы дамығандығына байланысты, Шығыс Қазақстанның индустриялық бағыты қоршаған ортаға әсер етеді.

«ШҚО бойынша экология департаменті» РММ деректеріне сүйене келсек, облыс бойынша қоршаған ортаға эмиссияларын жүзеге асыратын 788 кәсіп орын жұмыс жасайды. Тұрақты көздерден ластаушы заттардың жалпы шығарындылары 130,6 мың тонна болып табылады, оның 77,1 мың тоннасы 1 санаттағы объектілерге сәйкес, басқа санаттар – 53,5 мың тонна.

Өскемен қаласында атмосфералық ауа сапасына жүргізілген мониторингтің 2023 жылдың 1 жарты жылдық нәтижелері. Өскемен қаласының бақылау желісінің деректері бойынша атмосфералық ауаның ластану деңгейі жоғары деп бағаланды, ол № 4 бекет (Широкая к., 44) ауданында күкірт диоксиді бойынша СИ=6,9 (жоғары деңгей) ЕЖҚ=10 % (көтеріңкі деңгей) күкірт сутегі № 3 бекет (Серікбаев к., 19) мәндерімен анықталды. Ең жоғары бір реттік шоғырларды: күкірт диоксиді – 6,9 ШЖШм.б., көміртегі оксиді – 2,3 ШЖШм.б., күкіртті сутегі – 4,1 ШЖШм.б құрады, басқа ластаушы

заттар бойынша ШЖШ-дан асып кету байқалмады (ҚАЗГИДРОМЕТ, 2023).

Нақты мәндер, сондай ақ сапа стандарттарынан асып кету жиілігі мен асып кету жағдайларының саны 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. Атмосфералық ауаның ластану сипаттамасы

Қоспа	Орташа шоғыр		Ең жоғары бір реттік шоғыр	
	мг/м ³	ШЖШ _{от.} асу еселігі	мг/м ³	ШЖШ _{от.} асу еселігі
PM-2,5 қалқыма бөлшектері	0,002	0,06	0,109	0,68
PM-10 қалқыма бөлшектері	0,002	0,04	0,109	0,68
Күкірт диоксиді	0,024	0,49	3,467	6,93
Көміртегі оксиді	0,464	0,15	11,72	2,34
Азот диоксиді	0,060	1,50	0,198	0,99
Азот оксиді	0,009	0,15	0,300	0,75
Озон	0,045	0,49	0,132	0,82
Күкіртті сутегі	0,045		0,033	4,13
Фенол	0,003	0,55	0,005	0,50
Формальдегид	0,002	0,11	0,008	0,16
Күкірт қышқылы	0,006	0,06	0,030	0,10
Фторлы сутек	0,004	0,76	0,009	0,45
Хлорлы сутек	0,043	0,43	0,130	0,65
Бенз(а)пирен	0,0005	0,50		
Хлор	0,010	0,33	0,060	0,60
Қорғасын	0,00153	0,5		
Кадмий	0,000042	0,1		
Мырыш	0,000549	0,01		
Мыс	0,000023	0,01		
Бериллий	0,000000089	0,01		
<i>Ескерту – (ҚАЗГИДРОМЕТ, 2023) авторлар негізінде құрастырылған</i>				

Атмосфералық ауаның негізгі ластаушылары – SO₂, NO_x, CO₂ және күл. Олар қатты отынның жану процесінде пайда болады.

Ауаны шаң мен газ тәрізді ластаушы заттардан тазарту үшін қолданылатын әдістер және тазартудың қажетті тиімділігі ең алдымен санитарлық және технологиялық талаптармен анықталады және қоспалардың физикалық-химиялық қасиеттеріне, реагенттердің құрамы мен белсенділігіне және тазалау үшін қолданылатын құрылғылардың конструктивті шешіміне байланысты. Осыған байланысты қолданылатын тазарту әдістері өте алуан түрлі және құрылғылардың дизайнында да, залалсыздандыру технологиясында да ерекшеленеді.

Тазалаудың негізгі әдістері:

Шаңдардан –циклондар (құрғақ шаң тазалау), скрубберлар (ылғалды шаң тазалау), сүзгілер, электросүзгілер.

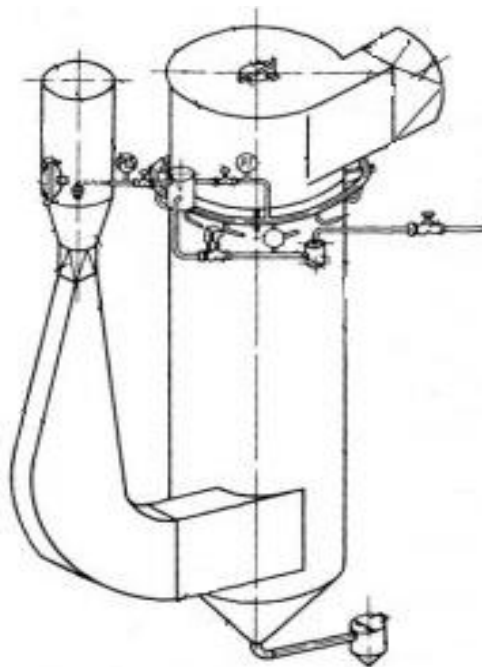
Тұманнан – тұман ұстағыштар мен патрондық сүзгілер.

Газ-бу қоспаларынан – абсорбция, адсорбция, хемосорбция, термиялық және каталитикалық жою (Сайфулин, 2020).

Нәтижелері және оларды талқылау. № 2 қазандықта жоғарыда айтылған әдістердің ішінен шаңдардан скрубберлар мен циклондар қолданылады. Ылғалды шаң тазалау

қондырғылары немесе скрубберлар, 0,3-1,0 мкм болатын ұсақ дисперсиялы шаң бөлшектерін тазалауда өте тиімді. Жұмыс істеу принципі тамшылардың беттерінде немесе сұйықтық үлдірінде шаң бөлшектерінің шөгуіне негізделген. Шөгу беті ретінде су (шаңан тазалауда) немесе химиялық ерітінді (шаңмен бірге газ тәрізді зиян компоненттерді ұстау кезінде) қолданылады (Арустамов, Волощенко, Косолапова, 2022).

Білғалды тазалау жүйесінде көбінесе Вентури құбыры мен скруббер қолданыс тапқан. Скруббер Вентури сұйықтық пен шаң тозаң бөлшектерді тар алқынан өткізу арқылы жылдамдықты жоғарлатып қысымын төмендетеді және осы қоспа турбулентті ағынмен ғабырға бетіне шөгіп қалады (Gagry P, 2021). 1-суретте Вентури құбыры мен скруббер көрсетілген. Өндірісте үш түрлі скруббер қолданады. Біріншісі – қарама қарсы ағынды саптама қабаты бар көлденең скрубберлер: пайдаланылған ауа саптама арқылы көлденең өтеді, ал рециркуляциялық тазалау ерітіндісі саптама арқылы төмен қарай ағып кетеді. Екіншісі – саптама қабаты бар тік кері ағынды скрубберлер: пайдаланылған ауа саптама арқылы жоғары қарай ағып кетеді, ал рециркуляциялық тазалау ерітіндісі төмен қарай ағып кетеді. Үшіншісі – саптама қабаты бар тік ағынды скрубберлер: пайдаланылған ауа рециркуляциялық жуу ерітіндісімен бірге төмен қарай ағады (Sherer, 2018).



1-сурет. Вентури құбыры және скруббер, шығатын газдардың тангенциалды кірісі
Ескерту – (Sherer, 2018) автор негізінде құрастырылған

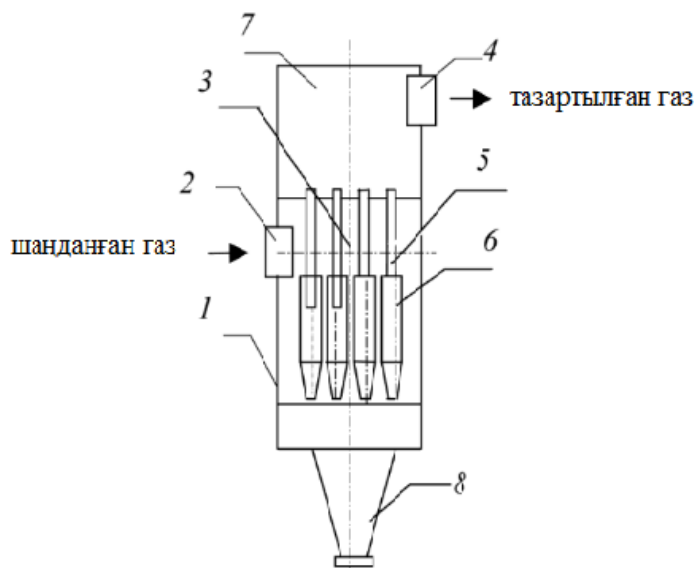
Күл ұстағыш (аппарат) келесі негізгі бөліктерден тұрады:

- конустық түбі бар корпусстар;
- кіріс құбыры;
- тазартылған газ қорабы;
- суару саптамалары;
- күл целлюлозасын кетіруге арналған құбырлар мен су төгетін құбырлар.

Аппараттың корпусы тігінен орнатылған түбі жайма болаттан жасалған конустанған дәнекерленген цилиндр. Кіріс қорабы корпусстың төменгі жағына тангенциалды түрде

дәнекерленген. Корпустың жоғарғы бөлігі тазартылған газ құбырына қосылған (ИЭ, 2023). Осы қондырғылардың жұмыс істеу принципі шаңды түтін газдары Вентури құбырының конфузорлы бөлігіне кіріс келтеқұбыры арқылы түседі, онда газ ағынының жылдамдығы 50-60 м/сек дейін артады. Сапатама арқылы қылта алдында түтін газдарының ағынына су шашырайды. Түтін газдарына ілінген күл бөлшектері, ең кішкентай су бөлшектерімен соқтығысып, суланады. Ауыз алдында түтін газдарының ағынына сапатама арқылы су құйылады. Түтін газдарында ілінген күл бөлшектері ең кішкентай су тамшыларымен соқтығысып, суланады. Құбырдың диффузорлық бөлігінде газ ағынының жылдамдығы 20 м/с дейін төмендейді және суланған күл бөлшектері үлкейеді. Құбырдан газдар ағыны скруббер корпусының төменгі бөлігіне тангенциалды түрде түседі, соның арқасында газдар айналмалы қозғалыспен байланысады және ортадан тепкіш күштің әсерінен күл бөлшектері корпусының ішкі суармалы бетіне басылады және скрубберлердің тік бөлігінде орналасқан суару саптамаларынан келетін су пленкасымен ұсталады. Күлі бар су корпус арқылы скруббердің төменгі корпусына ағып кетеді, сол жерден «шәйне» типті гидроқақпақ арқылы арнамен қалдық жинағышқа жіберіледі, содан кейін қалдық сорғысымен багердің күлшығарғыш науасына жіберіледі. Тазартылған түтін газдары жинау келтеқұбыры арқылы түтін сорғышпен сорылады және биіктігі 180 м түтін құбырына шығарылады (ИЭ, 2023).

Сонымен қатар күл ағынына жиынтық циклондары БЦР – 250/60+60 механикалық әсер етеді. Циклондар газдан ірі бөлшектерді ортадан тепкіш күш арқылы ажыратады (Bizhanov, Chizhikova, 2019). Циклондар үлкен фракциялы күл бөлшектерін жақсы ұстайды, ұсақ бөлшектерін – нашар. Олар 50-80 % дейін күлді ұстап қалады (Luarin, Parinov & Bugavchuk, 2020). Жиынтық циклондар ондаған, жүздеген қатар қосылған циклондардан тұрады. Жиынтық элементінің диаметрінің кішірейуі тазарту тиімділігін арттырады. 2-суретте жинақтық циклондардың сұлбасы келтірілген.



2-сурет. Жиынтық циклон: 1 – корпус; 2 – кіргізетін келтеқұбыр; 3 – таратқыш камера; 4 – шығаратын келтеқұбыр; 5 – шығару құбырлары; 6 – циклон элементі; 7 – шығару камерасы; 8 – шанап
Ескерту – (Быков, 2022) автор негізінде құрастырылған

Шаңданған газ бірыңғай коллектор арқылы кіреді де, кейін циклон элементтері

арасында таралады. Ортадан тепкіш күш арқасында қатты бөлшектер циклонның қабырғасына итеріліп, жылдамдығын азайтып, шанапқа түседі. Тазартылған газ шығару камерасы арқылы мұржаға шығарылады (Быков, 2022).

Енді шаң газ ағынына механикалық әсер ету бойынша сынақтық зерттеулер жұмыстарын сипаттап өтейік. № 2 қазандықта КВТС-50 СТ. № 1 қазандық агрегаты БЦР – 150у-640-400 циклонымен, Е-50-40/14 ст. № 2,3 қазандық агрегаттары – дымқыл күл ұстау жүйесімен, Е-50-40/14 ст. № 4,5 қазандық агрегаттары – БЦР-2-7х(5х3) циклондарымен жабдықталған.

Тұрақты көздерден шығатын газдардағы шығарындылардан сынама алу, қондырғылардың белгіленген технологиялық режимі кезінде жұмыс жасап тұрған сәтінде алынуы тиіс (Квагинидзе, Корецкая, 2022).

Тұрақты көздерден шығатын газдардағы шығарындыларды өлшеу үшін қажетті жабдықтар:

1. Электр аспираторы ПУ-4Э – санитарлық және экологиялық бақылау жүргізу мақсатында, ауа, бу және аэрозоль сынамаларын (жұмыс аймағында, атмосфералық және өнеркәсіптік шығарындыларында) автоматты түрде алуға арналған.



3-сурет. Электр аспираторы ПУ-4Э

Ескерту – «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған

2. Шаң жинайтын түтік – тұрақты ластану көздерінен шығатын шаң газ ағындарының шаңдану мөлшерін анықтауға арналған. Сынама алу түтігінің ұшы газ ағынына бағытталуы тиіс, және ұшы қабылдау түтігінің кіріс саңылауындағы газдың жылдамдығы өлшенетін нүктедегі газ дисперсті ағынның жылдамдығына тең болатындай етіп ашық саңылауы болуы керек, осылайша іріктеудің изокинетикасын қамтамасыз етеді. Бұл ретте ұшты іріктеу аймағы газ ағынының тежеу аймағынан тыс болуы тиіс. Осы талаптарды орындау дисперсті бөлшектердің зонд түтігіне ағынның түсуіне байланысты тежеу аймағынан туындайтын жылдамдық өрісінің бұрмалануынсыз газ ағынымен бірге ұштық тесікке еркін енуіне мүмкіндік береді (Жмыхов, Челноков, Мирончик, 2021). Үлгінің байыптылығын қамтамасыз ету үшін негізгі газ ағынының бағытына қатысты шаң жинағыш түтіктің тесігінің дұрыс орналасуы да маңызды (Алехнович, 2023).

3. Газ ағынының параметрлерін қалыпты жағдайға келтіру үшін, сондай-ақ электроаспираторды ылғалдан қорғау үшін термометрден, тартқыштан және тамшы ұстағыштан

тұратын планшет.

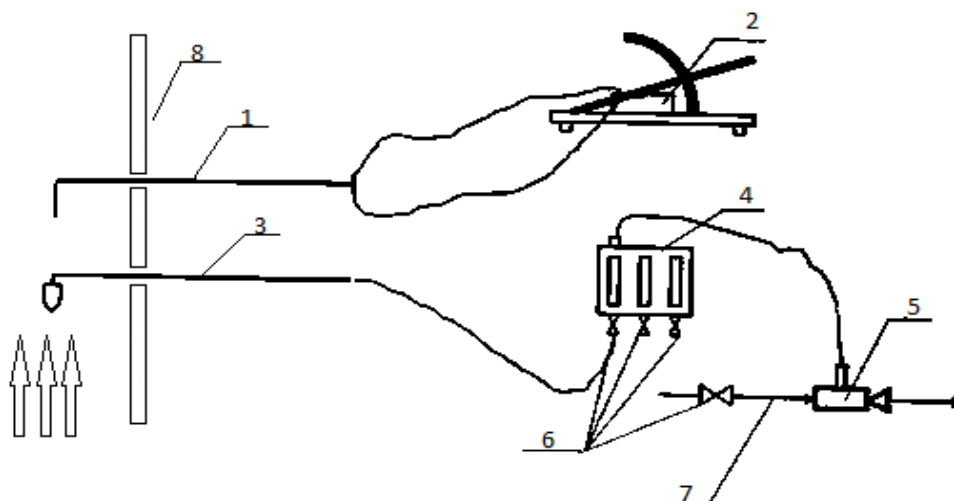
4. Ауыстырылатын сүзгілер жиынтығы (НИИОГАЗ патрондары).



4-сурет. Шаң жинайтын түтік

Ескерту – «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған

5. Механикалық секундомер.
6. Шығатын газдар шығарындыларының көлемін өлшеуге арналған цифрлық ДМЦ-01М дифференциалды манометрі.
7. Дифманометрге арналған НИИОГАЗ түтігі.
8. 0-300 °С термометр.
9. Қоршаған орта параметрлерін өлшеуге арналған МЭС Метеометрі.
- Зертханада немесе басқа бөлмеде кейінгі талдау үшін:
10. Аналитикалық таразы.
11. Кептіру шкафы.



5-сурет. Күл ұстау қондырғысын сынау кезіндегі өлшеу сызбасы:

- 1 – қысымды құбыр; 2 – микроанометр; 3 – сынама алу түтігі; 4 – ротаметр; 5 – ауа эжекторы;
6 – басқару клапандары; 7 – сығылған ауа желісі; 8 – газ құбырының қабырғасы

Ескерту – «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған

Өлшеулерден кейін «Шығыс жылу» АҚ кәсіпорны № 2 қазандығының № 4 ст. Е – 50 – 40/14 қазандық агрегатынан БЦР – 250/60+60 батарея циклонымен түтін газдарын тазарту, шаң ұстау қондырғысының тиімділігін тексеру актісі жасалды. Көрсеткіштер 2-кестеде келтірілген.

**2-кесте. № 4 ст. Е – 50 – 40/14 қазандық агрегатынан
БЦР – 250/60+60 шаң жинағыш қондырғысының тиімділігін тексеру актісі**

Газдардың сипаттамасы. Орнату параметрлері. Өлшеу нүктелері		Көрсеткіштер		
		Жобалық	Іске қосу	Нақты
Газдардың температурасы, °С	кіру (сол жақ)	400 °С дейін	180	172
	кіру (оң жақ)		175	170
	шығу		-	140
Газдардың қысымы, мм су.бағ.	кіру (сол жақ)	-	-55	-52
	кіру (оң жақ)	-	-45	-50
	шығу	-	-110	-110
Газ шығыны, нм ³ / сағ	кіру (сол жақ)	98000	25166	23100
	кіру (оң жақ)		25082	24050
	Барлығы барысында	-	50248	47150
	шығу	-	52420	49035
Шаңдану	кіру (сол жақ)	75,0	23,786	11,840
	кіру (оң жақ)		23,318	11,520
	шығу	-	5,012	4,5
Қондырғы кедергісі мм су.бағ		-	60	60
Ауаны саңылаулық тарту, %		-	4,1	4,0
Қондырғы ПӘК, %		-	77,8	79,9

Ескерту – «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған

Тексеру нәтижелері бойынша қорытындылар: қондырғы тиімді жұмыс істейді.

Енді Е – 50 – 40/14 СТ. №4 қазандық агрегатының тиімді жұмыс атқаруы үшін БЦР – 250/60+60 циклонын ЦН – 15 Ø500 4 циклон топтарынан тұратын, қайта айналу сызығы бар БЦ – 512 – 2 – (6х6) циклонына ауыстыру жүргізілді. Шаңды ағын циклонның элементіне бұрандалы бағыттауышқа түсіп, айналмалы қозғалысқа келеді.

Өлшеу әдістері барлық құрғақ күл ұстағыш қондырғылар үшін бірдей жүргізіледі. 6,7-суреттерде қайта айналу сызығы бар батарея циклонына дейін және одан кейінгі газ ағынының шаңдануын өлшеу нүктелері көрсетілген.

Өлшеулерден кейін Е – 50 – 40/14 ст. № 4 қазандық агрегатының ЦН – 15 Ø500 қайта айналу желісімен БЦ – 512 – 2 – (6х6) шаң жинағыш қондырғысының тиімділігін тексеру актісі жасалды, көрсеткіштер 2-кестеде келтірілген.



6-сурет. Жинақтық циклонына дейінгі сынама алу нүктесі
(БЦ – 250/60+60) – қайта айналу сызығымен

Ескерту – «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған



7-сурет. Жинақтық циклонынан кейінгі сынама алу нүктесі
(БЦ – 250/60+60) – қайта айналу сызығымен

Ескерту - «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған

3-кесте. ЦН – 15 Ø500 қайта айналу желісімен БЦ– 512 – 2 – (6х6)
шаң жинағыш қондырғысының тиімділігін тексеру актісі

Газдардың сипаттамасы. Орнату параметрлері. Өлшеу нүктелері		Көрсеткіштер		
		Жобалық	Іске қосу	Нақты
Газдардың температурасы, °С	кіру (сол жақ)	400 °С	180	170
	кіру (оң жақ)	дейін	175	165
	шығу	-	140	135
Газдардың қысымы, мм су.бағ.	кіру (сол жақ)	-	-70	-85
	кіру (оң жақ)	-	-75	-80
	шығу	-	-145	-140
Газ шығыны, нм ³ / сағ	кіру (сол жақ)	98000	29820	31000
	кіру (оң жақ)		26162	27200
	Барлығы барысында	-	55982	58200
	шығу	-	57764	56382
Шаңдану	кіру (сол жақ)	25,0	19,786	11,840
	кіру (оң жақ)		19,318	11,520
	шығу	-	3,012	1,204
Қондырғы кедергісі мм су.бағ		-	112	112
Ауаны саңылаулық тарту, %		-	3,2	2,4
Қондырғы ПӘК, %		-	91,9	93,4
<i>Ескерту – «Шығыс жылу» АҚ № 2 қазандығының негізінде құрастырылған</i>				

Тексеру нәтижелері бойынша қорытындылар: қондырғы тиімді жұмыс істейді.

Қорытынды. Сынақ нәтижелері бойынша газды қайта айналу жүйесі бар жаңадан орнатылған күл ұстағыш қондырғының көрсеткіштері оңтайлы болғанын көрсетті. Күл шаңын шығару бойынша өлшеулер жүргізілді және күл ұстайтын қондырғының тиімділігі 93,4 % құрады, яғни атмосфераға күл шаңының шығарындылары азайды.

Әдебиеттер тізімі

- Aitber Bizhanov, Valentina Chizhikova (2019). Agglomeration in Metallurgy. Springer International Publishing. – Pp. 454.
- Alexander A. Lyapin, Ivan A. Parinov, Nina I. Buravchuk, Alexander V. Cherpakov, Ol'ga V. Shilyaeva, Ol'ga V. Guryanova. (2020). Improving Road Pavement Characteristics – Applications of Industrial Waste and Finite Element Modelling. Germany: Springer International Publishing. – Pp. 236.
- Garry P. (2021). Isaacs Standing Up to the Coup. Garry P. Isaacs – 2021. – Pp. 198.

- Ramesh P. Singh (2021). Asian Atmospheric Pollution: Sources, Characteristics and Impacts, 580, <https://doi.org/10.1016/C2017-0-04174-5>
- Sherer, J.M. (2018). Semiconductor Industry: Wafer Fab Exhaust Management. USA: CRC Press.
- Алехнович А. (2023). Распределение воздуха и топлива по горелкам котлов: монография. – Москва; Вологда: Инфра – инженерия. – 128 // Alehnovich A. (2023). Raspredelenie vozduha i topliva po gorelkam kotlov: monografija. – Moskva; Vologda: Infra – inzhenerija. – 128.
- Быков А.П. (2022). «Инженерная экология. Часть 2. Основы экологии производства». Россия: Лит.Рес., 156 // Выков А.Р. (2022). «Inzhenernaja jekologija. Chast' 2. Osnovy jekologii proizvodstva». Rossija: Lit.Res., 156.
- Жмыхов И.Н., Челноков А.А., Мирончик А.Ф.(2021). Инженерные методы охраны атмосферного воздуха. Россия: ЛитРес, 399 // Zhmyhov I.N., Chelnokov A.A., Mironchik A.F. (2021). Inzhenernyye metody ohrany atmosfernogo vozduha. Rossija: LitRes., 399.
- ИЭ 10.07-02-02.23 интегрированная система управления. Котельная № 2 система золоудаления и золоудаления котлоагрегатов ст. № 2,3 // IJe 10.07-02-02.23 integrirovannaja sistema upravlenija. Kotel'naja № 2 sistema zoloudalenija i zoloudalenija kotloagregatov st. № 2,3.
- Квагинидзе В., Корецкая Н. (2022). Безопасность труда на обогатительных заводах Севера. Россия: ЛитРес., 328. // Kvaginidze V., Koreckaja N. (2022). Bezopasnost' truda na obogatitel'nyh zavodah Severa. Rossija: LitRes., 328.
- Кормина Л.А. (2019). Технологии очистки газовых выбросов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.А. Кормина, Ю.С. Лазуткина. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.9 МБ). – Барнаул, Изд-во АлтГТУ // Kormina, L.A. (2019). Tehnologii oчитki gazovyh vybrosov [lektronnyi resurs]: uchebnoe posobie / L.A. Kormina, IY.S. Lazutkina. – lektron. tekstovye dan. (1 fail: 2.9 MB). – Barnaul, Izd-vo AltGTU
- Котельная №2 золоулавливающие и золоудаляющие системы котлоагрегатов ст. № 2,3. ИЭ 10.07-02-02.23. // Kotel'naja №2 zoloulavlivajushhie i zoloudalajushhie sistemy kotloagregatov st. № 2,3. IJe 10.07-02-02.23.
- Сайфулин Т.М. (2020). СБОРНИК ДОКЛАДОВ И КАТАЛОГ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2020». Фильтрационные системы для газовых и воздушных потоков на предприятиях нефтегазового и нефтехимического комплекса, системы термической утилизации отходящих газов и отходов. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»), 80- 85. // Sajfulin T.M. (2020). SBORNIK DOKLADOV I KATALOG XIII MEZH DUNARODNOJ KONFERENCII «PYLEGAZOOCHISTKA-2020». Fil'tracionnye sistemy dlja gazovyh i vozdushnyh potokov na predpriyatijah neftegazovogo i neftehimicheskogo kompleksa, sistemy termicheskoy utilizacii othodjashhih gazov i othodov. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»), 80-85.
- Шығыс Қазақстан және Абай облыстары бойынша қоршаған отраның жай-күйі туралы ақпараттық бюллетень. Қоршаған ортаның жай күйіне мониторингтің кешенді зертханасы Шығыс Қазақстан және Абай облыстары бойынша «ҚАЗГИДРОМЕТ» РМҚ филиалы. Өскемен қаласы 2023 жыл // Şyğys Qazaqstan jäne Abai oblystary bojnynsha qorshagan otranyñ zhaj-kyji turaly aqparattyq byulleten. Qorshagan ortanyñ zhaj kyjine monitoringtin keshendi zerthanasy Shygys Qazaqstan zhane Abaj oblystary bojnynsha «QAZGIDROMET» RMQ filialy. Oskemen qalasy 2023 zhyl.
- Арустамов Э.А., Волощенко А.Е., Косолапова Н.В., Прокопенко Н.А. (2022). Безопасность жизнедеятельности: учебник для бакалавров. – 24-е издание. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2022. – 446 с. – ISBN 978-5-394-05041-1 // Je.A. Arustamov, A.E. Voloshhenko, N.V. Kosolapova, N.A. Prokopenko. (2022). Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti: uchebnik dlja bakalavrov; – 24-e izdanie. – Moskva: Izdatel'sko-torgovaja korporacija «Dashkov i K», 2022. – 446 s. – ISBN 978-5-394-05041-1.

Information about authors

Yestauletova Ainur – master of technical sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, E-mail: ainur_92uka@mail.ru +7 775 212 12 06

Baidildina Aizhan – PhD, D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, E-mail: azhaparova@edu.ektu.kz , +7 705 531 8235

Duisembayeva Gulnur – master of technical sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, E-mail: gdyusembaeba80@mail.ru , +7 777 982 0814

Nurgaliyeva Asel – master of technical sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, E-mail: nurgalieva_asel@mail.ru , +776 475 0022

Yestauletov Merei – master of technical sciences, "Ust Kamenogorsk heating networks" JSC shift supervisor, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, E-mail: merei_0701@mail.ru , +7 778 73 23 989