

Белсендірілген көмір өндірісі кезінде шығынды газдардың қоршаған ортаға әсерін бағалау

¹***ЕСЕНБЕК Асылбек Сағынтайұлы**, докторант, *asil83@list.ru*,

¹**САТАЕВ Марат Исакович**, т.ғ.д., профессор, *maratsatayev@mail.ru*,

¹**АЗИМОВ Абдуғани Мутолович**, PhD, доцент, *azimov-78@mail.ru*,

²**САМОНИН Вячеслав Викторович**, т.ғ.д., профессор, *samonin@maverus.ru*,

¹**МУСАБЕКОВ Ахметбек Ахылбекович**, т.ғ.к., доцент, *musabekov_a@rambler.ru*,

¹«Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, Тәуке хан даңғылы, 5, Шымкент, Қазақстан,

²Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты (техникалық университеті), Мәскеу даңғылы, 26, Санкт-Петербург, Ресей,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Бұл мақалада белсендірілген көмір өндірісі мысалында атмосфераға зиянды шығарындыларды анықтау үшін есептеулер ұсынылған. Атмосфераға зиянды шығарындылардың шоғырлануын есептеу, қоршаған ортаның ластану және халық денсаулығы тәуекелдерін бағалау жүргізілді. Материалдар құрамында белсендірілген көмір алу технологиясын әзірлеу кезінде қоршаған орта мен әлеуметтік-экономикалық ортаның құрамдас бөліктеріндегі өзгерістердің ықтимал бағыттары мен олардың қызметі нәтижесінде туындайтын салдарлар айқындалды. Технологиялық процестің қауіпсіздігін және қоршаған ортаға әсерді қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар әзірленді. Белсендірілген көмірді өндіру кезінде жылу массасы алмасуға және шаң жинауға арналған саптамасы бар аппаратта атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын тазарту бойынша өндірістік міндет шешілді. Жоспарланған қызметтің қоршаған ортаға әсерін алдын-ала бағалау негізінде қоршаған орта мен әлеуметтік-экономикалық ортаның тұрақтылығы туралы қорытынды жасауға болады.

Кілт сөздер: белсендірілген көмір, қоршаған ортаны қорғау, тіршілік қауіпсіздігі атмосфераға зиянды заттардың шығарылуы, ластаушы заттар, экология.

Кіріспе. Соңғы бірнеше онжылдықта қоршаған ортаны қорғау мәселесі ауаның өнеркәсіптік ластануының қоршаған ортаға елеулі әсеріне байланысты бүкіл әлемде ғылым мен техниканы қозғайтын маңызды тақырыпқа айналды. Зерттеушілер энергияны үнемдейтін және қатты бөлшектерді ұстаудың жаңа тұжырымдамаларымен үнемі жұмыс істейді, олар болашақ шығарындылар мен пайдалану талаптарына сәйкес келуі мүмкін. Жүйе сонымен қатар шығарындылардың қатаң нормаларына сәйкес келуі мүмкін және қажет болған жағдайда қатты және газ тәрізді ластаушы заттарды бір уақытта бақылауға арналған жаңа техникамен жабдықталуы мүмкін [1].

Газ тәрізді өнеркәсіптік қалдықтарға реакцияға түспеген шикізат газдары (компоненттері); газ тәрізді өнімдер; тотығу процестерінің пайдаланылған ауасы; әртүрлі технологиялардың газ-шаң ағындары; жылу реакторларының, оттықтардың және т.б.

шығатын түтін газдары жатады [2].

Атмосфераның ластануын есептеу кәсіпорындардың шығарындыларындағы зиянды заттардың атмосфералық ауадағы концентрациясын есептеу әдістемесіне сәйкес жүргізілді [3]. Кәсіпорынның атмосфералық ауасына шығарындылардағы ластаушы заттардың халықтың денсаулығына қауіп-қатерін бағалау кәсіпорынның штаттық режимде жұмыс істеуі кезінде орындалған ластаушы заттардың таралуын есептеуге негізделген. Әдістемелік нұсқауларға сәйкес [4] экономикалық қызметтің қоршаған ортаға әсерін бағалау бойынша өндірісті пайдалану кезінде әсер ететін қоршаған ортаның әрбір компонентіне әсерді алдын-ала бағалау жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері. Ғылыми-зерттеу жұмыстары мен тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар белсендірілген көмір өндіретін кәсіпорында жүргізілді. Өндіріс 2,2 га аумақта инфрақұрылыммен және 480 м² өндірістік

алаңмен қамтамасыз етілген 1-суретке сәйкес Шымкент қаласынан 7,5 км қашқтықта Шымкент-Түркістан автожолының бойында орналасқан.

Ең жақын тұрғын үй құрылысы батыс жағындағы Қайнар ауылы болып табылады және болжамды шу көздерінен және атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларынан 5 км қашықтықта орналасқан.

Қара өрік тұқымынан белсендірілген көмір өндіру кезінде қоршаған ортаға әсерді бағалау Қазақстан Республикасы Экологиялық кодексінің [5] ережелеріне және қоршаған ортаны қорғау және экологиялық қауіпсіздік мәселелерін реттейтін өзге де қолданыстағы құқықтық және нормативтік-әдістемелік құжаттарға [6, 7] сәйкес жүргізілуі тиіс.

Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексінде қоршаған ортаға және халықтың денсаулығына тікелей немесе жанама әсер етуі мүмкін кез келген шаруашылық және өзге де қызмет түрлері үшін қоршаған ортаға әсерді бағалау міндетті болып табылады делінген. Қоршаған ортаға әсерді бағалау шаруашылық қызметтің қоршаған ортаға әсерін бағалауды жүргізу жөніндегі әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізіледі [8].

Атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын есептеу. Қара өрік дәнегінің қабығы барабан түріндегі белсендіру пешіне [9] түседі, онда бумен тотығады және алынған белсендірілген көмір таратқышқа түседі. Дайын белсендірілген көмір дайын өнім-

ді жинауға арналған бункерге түседі және дайын өнім қоймасына жіберіледі. Іске қосу үшін шикізат 800°C температурада пешке табиғи газды жағу арқылы жүзеге асырылады. Табиғи газ шығыны 3 м³/сағ; 24,48 мың м³/жыл. Табиғи газды жағу кезіндегі шығарындыларды есептеу әртүрлі өндірістердің атмосфераға зиянды шығарындыларды есептеу әдістемесіне сәйкес орындалды. Қазандық агрегатынан атмосфераға бөлінетін ластаушы заттардың сандық және сапалық сипаттамасы 1-кестеде, ал есептеу үшін бас-тапқы деректер 2-кестеде келтірілген.

Бу генераторынан бу 150°C температурада таратқышқа беріледі және барабан түріндегі белсендіру пешіне [9] жіберіледі, бұл ретте бумен тотығу жүзеге асырылады. Бұдың көмір қабаты арқылы өту процесінде оның белсендірілмеген көмірдің көміртегімен әрекеттесуі жүреді. Құрамында бу мен көмірқышқыл газы бар шығатын газдар таратқыш арқылы газды жылу масса алмасуға және шаң жинауға арналған саптамасы бар аппаратқа [10] түседі. Саптамадан өтіп, газ өзінің қозғалыс бағытын бірнеше рет өзгертеді, нәтижесінде инерция арқылы газдың құрамындағы тамшы компоненттері саптаманың суланған бетіне түсіп, ағып жатқан сұйықтықпен жуылады және онда газ 99,9% тазартылады. Газ шығарындыларының сипаттамасы 3-кестеде келтірілген, онда жылу масса алмасуға және шаң жинауға арналған саптамасы бар аппараттан кейін газ шыға-



Белсендірілген көмір өндіру кешені; Нұсқа № 1; Есептеу алаңы № 1

1-кесте – Қазандық агрегатынан атмосфераға бөлінетін ластаушы заттардың сандық және сапалық сипаттамасы

Ластаушы зат		Максималды бір реттік шығарынды, г/с	Жылдық шығарылым, т/жыл
код	атауы		
301	азот диоксиді (азот (IV) оксиді)	0,0009194	0,029511
304	азот (II) оксиді (азот оксиді)	0,0001494	0,004796
337	көміртек оксиді	0,0029376	0,091066

2-кесте – Есептеу үшін бастапқы деректер

Берілгендері	Параметрлері	Коэффициенттер
Қазандық. Табиғи газ. Тұтыну: $V' = 0,8$ л/с, $V = 24,8$ мың $\text{нм}^3/\text{жыл}$. Камералық оттық. Су қазандығы.	Қысым түріндегі үрлеу оттығы: $\beta_k = 1$. Қазандық жалпы жағдайда жұмыс істейді. Ыстық ауа температурасы (үрлеуге арналған ауа): $t_{гв} = 30^\circ\text{C}$. Алаудың аралық аймағына берілетін ауаның үлесі: $\delta = 0$. Қайта өңдеу жоқ. Құрғақ түгін газдарының көлемі шамамен формула бойынша есептеледі. Жану көлемінің жылу кернеуі есептеледі.	$Q_r = 36,72$ МДж/ нм^3 ; $p = 0,758$ кг/ нм^3 ; $Q_n = 0,029376$ МВт; $\beta_a = 1,225$; $\beta_r = 0$; $\beta_\delta = 0$; $V_t = 0,0725333$ м^3 ; $t = 3432$ с; $S_r' = 0\%$; $S_r = 0\%$; $q_3 = 0,2\%$; $q_4 = 0\%$; $K = 0,345$; $\alpha''m = 1,1$

3-кесте – Атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары

Ингредиенттер	ШРК м.р., мг/ м^3	Тазартуға дейінгі концентрация, мг/ м^3	Тазалаудан кейінгі концентрация, мг/ м^3
Тоқтатылған бөлшектер	0,3	1,6	0,0016

рындыларын тазарту кезінде зиянды компоненттердің нақты концентрациясы шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК) нормаларынан аспайтыны көрінеді.

Атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары, бұл ретте, 0,000002 г/сек; 0,00006 т/жыл құрайды. Атмосфераның ластануын есептеуді жүргізу үшін бастапқы деректер: шығарындылар көздерінің салымы бойынша орындылық шегі: 0,05; қала алаңы (фонды экстраполяциялау үшін), км^2 : 1170; 2022 есептік жылы.

Метеорологиялық сипаттамалары мен коэффициенттері: атмосфераның температуралық стратификациясына тәуелді коэффициент: 200; сыртқы ауаның орташа температурасы, $^{\circ}\text{C}$: 25,9; рельеф коэффициенті: 1. Желдің шамадан тыс параметрлері: бағыт, метео: 0-360 (қадам 1); жылдамдық, м/с: 0,5-9 (қадам 0,1). Негізгі координаттар жүйесі – ОУ осінің солтүстікке бағытталған оң жағы. Есепте ластаушы заттардың саны – 3 (оның ішінде қатты заттар – 1; Сұйық және

газ тәрізділер – 2), жинақтау топтары – жоқ. Атмосфераның ластануын есептеуге қатысты заттар мен жиынтық топтардың тізбесі мен кодтары қауіптілік класын және ШРК-ға не әсер етудің болжамды қауіпсіз деңгейінің көрсеткіші 4-кестеде келтірілген.

Атмосфераның ластануын есептеу жүргізілген нүктелердің типі мен координаттары туралы мәліметтер 5-кестеде келтірілген. Есептеу алаңдарының координаттары, әрбір торабы есептеу нүктесін құрайтын есептеу торабының қадамы туралы мәліметтер 6-кестеде келтірілген.

Әрбір ластану көзі үшін желдің қауіпті жылдамдығы, ШРК фракцияларындағы шығарындылардың максималды концентрациясы және максималды концентрацияға жететін қашықтық анықталады. Есептеудің осы нұсқасында ескерілген атмосфераның ластану көздерінің параметрлері 7-кестеде келтірілген.

8 коды бар заттың толық атауы – тоқтатылған бөлшектер PM10 және одан аз. Мак-

сигналды бір реттік ШРК 0,3 мг/м³, қауіптілік класы 0. Есепте ескерілген атмосфераның ластану көздерінің саны – 2 (оның ішінде: ұйымдастырылған – 2, ұйымдастырылмаған – жоқ). Ластану көздерінің биіктік градациялары бойынша таралуы: 0-10 м – 2; 11-20

м – жоқ; 21-29 м – жоқ; 30-50 м – жоқ; 51-100 м – жоқ; 100 м-ден астам – жоқ. Есепте ескерілген ластану көздердің жиынтық шығарындысы секундына 0,168 грамм және жылына 1,3 тоннаны құрайды.

301 – азот коды бар заттың толық атауы

4-кесте – Ластаушы заттар мен жиынтық топтардың тізбесі

Ластаушы зат		Қауіптілік класы	Шекті рұқсат етілген концентрация, мг/м ³		
код	атауы		Макималды бір реттік	Орташа тәуліктік	Есептеуде қолданылады
8	тоқтатылған бөлшектер РМ10 және одан аз	-	0,3	0,06	0,3
301	азот диоксиді	3	0,2	0,04	0,2
304	азот оксиді	3	0,4	0,06	0,4

5-кесте – Есептеу нүктелерінің параметрлері

Аталуы	Координаталар			Нүкте түрі
	X	Y	биіктік, м	
Есептеу алаңы 1 (СК негізгі СК)				
1	-282,5	34,05	2	тұрғын аймақтағы нүкте
2	-282,5	34,05	2	тұрғын аймақтағы нүкте
3	-293,1	-89	2	тұрғын аймақтағы нүкте
4	-293,1	-89	2	тұрғын аймақтағы нүкте

6-кесте – Есептеу алаңдарының параметрлері

Аталуы	Ортаңғы сызықтың координаттары				Ені, м	Биіктігі, м	Тор қадамы, м	СҚА қадамы, м
	нүкте 1		нүкте 2					
	X1	Y1	X2	Y2				
1	-450	-175	200	-175	550	2	50	-

7-кесте – Атмосфераның ластану көздерінің параметрлері

Атмосфераның ластану көздері №	Түрі	Биіктігі, м	Диаметр, м	Параметрі			Координаталар		К рел	Желдің қауіпті жылд., м/с	Ластаушы зат			Макс. конц. ШРК	Максимумға дейінгі есеп, м
				Жылд. м/с	Көлем м ³ /с	Темп. °С	X1	Y1			Код	Шығынды массасы, г/с	Кос.		
1	1	10	0,5	1,5	0,294	30,4	-132,9	-278.1	1	0,5	8	0,168	3	1,4	28,5
2	1	10	0,5	1,5	0,294	30,4	-118	-294,7		0,5	301	0,0009194	1	0,004	57
											304	0,0001494	1	3 104	57
											304	0,0029376	1	0,006	57
3	1	10	0,5	1,5	0,294	30,4	-110,5	-305,9	1	0,5	8	0,000002	3	2 10 ⁻⁵	28,5

диоксид (Азот (IV) оксиді). Максимальды бір реттік ШРК $0,2 \text{ мг/м}^3$, қауіптілік класы 3. Есепте ескерілген атмосфераның ластану көздерінің саны – 1 (оның ішінде: ұйымдастырылған – 1, ұйымдастырылмаған – жоқ). Көздердің биіктік градациялары бойынша таралуы: 0-10 м – 1; 11-20 м – жоқ; 21-29 м – жоқ; 30-50 м – жоқ; 51-100 м – жоқ; 100 м-ден астам – жоқ. Есепте ескерілген ластану көздерінің жиынтық шығарындысы секундына $0,00092$ грамм және жылына $0,0295$ тоннаны құрайды.

304 коды бар заттың толық атауы-Азот (II) оксиді (азот оксиді). Максимальды бір реттік ШРК $0,4 \text{ мг/м}^3$, қауіптілік класы 3. Есепте ескерілген атмосфераның ластану көздерінің саны – 1 (оның ішінде: ұйымдастырылған – 1, ұйымдастырылмаған-жоқ). Ластану көздердің биіктік градациялары бойынша таралуы: 0-10 м – 1; 11-20 м – жоқ; 21-29 м – жоқ; 30-50 м – жоқ; 51-100 м – жоқ; 100 м-ден астам – жоқ. Есепте ескерілген ластану көздерінің жиынтық шығарындысы секундына $0,00309$ грамм және жылына $0,0959$ тоннаны құрайды.

Жобаланатын өндірісті пайдалану кезіндегі есептеулердің нәтижелері көрсеткендей, барлық шығарылатын заттар, жиынтық және шаң топтары бойынша концентрация-

лар бірде-бір есептік нүктеде ШРК-дан (СҚА радиусы 100 м және тұрғын үй құрылысы шекараларында) аспайды.

Қорытынды

Авторлар қара өрік тұқымынан белсендірілген көмір өндіру кезінде қоршаған ортаға әсерді экологиялық бағалауды және технологиялық процестің қауіпсіздігін қамтамасыз етуді есептеді. Газдарды тазарту жүйелерінің, әзірленген технологияны пайдаланудың барлық шығарылатын заттар, жиынтықтар мен шоғырлану топтары бойынша СҚА шекараларына әсері анықталды, олар СҚА мөлшері кемінде 100 м сыныпқа жатады. Газ шығарындыларының сипаттамасы газды жылу масса алмасуға және шаң жинауға арналған саптамасы бар аппараттан кейінгі газ шығарындыларын тазарту кезінде зиянды компоненттердің нақты концентрациясы ШРК нормаларынан аспайтынын көрсетеді. Белсендірілген көмір алудың әзірленген технологиясын пайдалану кезінде есептеулердің нәтижелері барлық шығарылатын заттар, жиынтық және шаң топтары бойынша бірде-бір есептік нүктеде ШРК-дан аспайды және атмосфералық ауа сапасының гигиеналық стандарттарының сақталғанын куәландырады.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mukhopadhyay, A., Pandit, V. Control of industrial air pollution through sustainable development. *Environ Dev Sustain* 16, 35-48 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10668-013-9473-x>
2. Zhang, L., Su, X., Zhang, Z. et al. Characterization of fly ash from a circulating fluidized bed incinerator of municipal solid waste. *Environ Sci Pollut Res* 21, 12767-12779 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3241-9>
3. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: утв. 4 августа 1986 г. № 192. Ленинград: ГидроМетеоИздат, 1987. 155 с.
4. Определение нормативов эмиссий в окружающую среду. Приказ Министра охраны окружающей среды РК от 16.04.2012 г. № 110 – е.
5. Экологический кодекс Республики Казахстан: утв. 09.01.2007 года, № 212-III.
6. СТ РК 1052-2002. Определение параметров выброса свинца, цинка, меди и соединений. Астана: Межгосударственный технический комитет по стандартизации, 2007. 215 с.
7. Инструкции по проведению оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, предпроектной и проектной документации, утвержденной приказом МООС от 28.06.2007 г. № 204-п (с изменениями приказа и.о. Министра охраны окружающей среды от 19.03.2012 года № 72-п).
8. ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ, промышленными предприятиями», М.: Издательство стандартов, 1992. 218 с.
9. Есенбек А.С., Сатаев М.И., Саипов А.А., Азимов А.М., Айнабеков Н.Б. Печь для термической обработки углеродсодержащих материалов. Патент на изобретение № 34759 от 08.12.2020 г. www.kazpatent.kz
10. Волненко А.А., Серикулы Ж., Хусанов Ж.Е., Раматуллаева Л.И. Аппарат с насадкой для тепломассообмена и пылеулавливания. Инновационный патент РК № 25541 от 15.03.2012 г.

Оценка воздействия отходящих газов при производстве активированного угля на окружающую среду

¹***ЕСЕНБЕК Асылбек Сағынтайұлы**, докторант, asil83@list.ru,

¹**САТАЕВ Марат Исакович**, д.т.н., профессор, maratsatayev@mail.ru,

¹**АЗИМОВ Абдугани Мутолович**, PhD, доцент, azimov-78@mail.ru,

²**САМОНИН Вячеслав Викторович**, д.т.н., профессор, samonin@maverus.ru,

¹**МУСАБЕКОВ Ахметбек Ахылбекович**, к.т.н., доцент, musabekov_a@rambler.ru,

¹НАО «Южно-Казахстанский университет имени Мухтара Ауэзова», пр. Тауке хана, 5, Шымкент, Казахстан,

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Московский проспект, 26, Санкт-Петербург, Россия,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Предложены расчеты для определения вредных выбросов в атмосферу на примере производства активированного угля. Произведены расчеты концентрации вредных выбросов в атмосферу, оценки рисков загрязнения окружающей среды и здоровья населения. При разработке технологии получения активированного угля в составе материалов определены потенциально возможные направления изменений в компонентах окружающей и социально-экономической среды и вызываемых ими последствий в результате их деятельности. Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса и воздействия на окружающую среду. Решена производственная задача по очистке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на аппарате с насадкой для теплообмена и пылеулавливания при производстве активированного угля. На основании предварительной оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду можно сделать вывод об устойчивости окружающей и социально-экономической среды.

Ключевые слова: активированный уголь, охрана окружающей среды, безопасность жизнедеятельности, выброс вредных веществ в атмосферу, загрязняющие вещества, экология.

Assessment of the Environmental Impact of Waste Gases in the Production of Activated Carbon

¹***YESSENBEK Assylbek**, Doctoral Student, asil83@list.ru,

¹**SATAYEV Marat**, Dr. of Tech. Sci., Professor, maratsatayev@mail.ru,

¹**AZIMOV Abdugani**, PhD, Associate Professor, azimov-78@mail.ru,

²**SAMONIN Vyacheslav**, Dr. of Tech. Sci., Professor, samonin@maverus.ru,

¹**MUSSABEKOV Akhmetbek**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, musabekov_a@rambler.ru,

¹NCJSC «Mukhtar Auezov South Kazakhstan University», Tauke Khan Avenue, 5, Shymkent, Kazakhstan,

²Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University), Moscow Avenue, 26, Saint Petersburg, Russia,

*corresponding author.

Abstract. In this article, calculations are proposed to determine harmful emissions into the atmosphere using the example of activated carbon production. Calculations of the concentration of harmful emissions into the atmosphere, assessment of the risks of environmental pollution and public health were made. When developing the technology for producing activated carbon in the composition of materials, potential possible directions of changes in the components of the environment and socio-economic environment and the consequences caused by them as a result of their activities are determined. Measures have been developed to ensure the safety of the technological process and environmental impact. The production task of cleaning the emissions of pollutants into the atmosphere on a device with a nozzle for heat and mass transfer and dust collection in the production of activated carbon has been solved. Based on a preliminary assessment of the impact of the planned activity on the environment, it is pos-

sible to draw a conclusion about the sustainability of the environmental and socio-economic environment.

Keywords: *activated carbon, environmental protection, life safety, emission of harmful substances into the atmosphere, pollutants, ecology.*

REFERENCES

1. Mukhopadhyay, A., Pandit, V. Control of industrial air pollution through sustainable development. *Environ Dev Sustain* 16, 35-48 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10668-013-9473-x>
2. Zhang, L., Su, X., Zhang, Z. et al. Characterization of fly ash from a circulating fluidized bed incinerator of municipal solid waste. *Environ Sci Pollut Res* 21, 12767-12779 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3241-9>
3. OND-86. Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosfernom vozdukhе vrednykh veshchestv, soderzhashchikhsya v vybrosakh predpriyatiy: utv. 4 avgusta 1986 g. No. 192. Leningrad: GidroMeteolzd, 1987. 155 p.
4. Opreddeniye normativov emissiy v okruzhayushchuyu sredu. Prikaz Ministra okhrany okruzhayushchey sredy RK ot 16.04.2012 g. No. 110 – ye.
5. Ekologicheskiy kodeks Respubliki Kazakhstan: utv. 09.01.2007 goda, no. 212-III.
6. ST RK 1052-2002. Opreddeniye parametrov vybrosa svintsa, tsinka, medi i soyedineniy. Astana: Mezhsudarstvennyy tekhnicheskyy komitet po standartizatsii, 2007. 215 p.
7. Instruksii po provedeniyu otsenki vozdeystviya namechayemoy deyatel'nosti na okruzhayushchuyu sredu pri razrabotke predplanovoy, predproyektnoy i proyektnoy dokumentatsii, utverzhdennoy prikazom MOOS ot 28.06.2007 g. No. 204-p (s izmeneniyami prikaza i.o. Ministra okhrany okruzhayushchey sredy ot 19.03.2012 goda no. 72-p).
8. GOST 17.2.3.02-78 «Okhrana prirody. Atmosfera. Pravila ustanovleniya dopustimyykh vybrosov vrednykh veshchestv, promyshlennymi predpriyatiyami», Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1992. 218 p.
9. Yesenbek A.S., Satayev M.I., Saipov A.A., Azimov A.M., Aynabekov N.B. Pech' dlya termicheskoy obrabotki uglerodsoderzhashchikh materialov. Patent na izobreteniyе No. 34759 ot 08.12.2020 g. www.kazpatent.kz
10. Volnenko A.A., Serikuly Zh., Khusanov Zh.Ye., Ramatullayeva L.I. Apparat s nasadkoy dlya teplomassoobmena i pyleulavlivaniya. Innovatsionnyy patent RK No. 25541 ot 15.03.2012 g.