

Дизельді қозғалтқыштың модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткішінің құрылымын әзірлеу және жұмысын зерттеу

¹*ДЮСЕНБАЕВ Ермек Шуиншибекулы, докторант, yermek_dyssenbaev@mail.ru,

²ЛУКАШ Варгула, PhD, профессор, lukasz.wargula@put.poznan.pl,

¹КАДЫРОВ Адиль Суратович, т.ғ.д., профессор, adil.suratovich@mail.ru,

¹СҰҢҒАТОЛЛАҚЫЗЫ Айдана, магистр, аға оқытушы, aidana_s_070@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,

²Познань техникалық университеті, Мария Склодовская-Кюри алаңы, 5, Познань, Польша,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Дизель отынды аз тұтынады, сондықтан бірдей қуаттағы бензин қозғалтқышына қарағанда атмосфераға көмірқышқыл газын аз шығарады. Бірақ ол шығаратын ұсақ күйе бөлшектері әсіресе адамдарға зиянды болып саналады. Авторлар дизельді іштен жанатын қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын қатты бөлшектерден тазартуға және олардың уыттылығын төмендетуге арналған құрылғыда ультрадыбыстық сәулеленуді қолдануды ұсынады. Модульдік ультрадыбыстық сөндіргіштің схемасы және тәжірибе нәтижелері берілген. Зерттеу мақсатына сәйкес мақалада зерттеу әдісі көрсетілген. Дизельді ІЖҚ пайдаланылған газдарын тазарту процесінің физикалық мәні сипатталған және осы тақырыпқа сәйкес белгілі патенттердің талдауы ұсынылған.

Кілт сөздер: эксперимент, іштен жану қозғалтқышы, модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткіш, ультрадыбыстық тазалау, тұрақты толқын, пайдаланылған газдар.

Кіріспе

Дизельдік газдар – бұл дизельді іштен жану қозғалтқышы шығаратын газ тәрізді пайдаланылған газдар, сонымен қатар, оның құрамындағы кез келген бөлшектер. Оның құрамы жанармай түріне немесе тұтыну жылдамдығына немесе қозғалтқыштың жұмыс жылдамдығына (мысалы, бос жүріс кезінде, жылдамдықта немесе жүктемеде) және қозғалтқыштың жол көлігінде, ауылшаруашылық машиналарында, локомотив, теңіз кемесі, стационарлық генератор немесе басқа да қолданбаларға байланысты өзгеріп отырады [1].

Заманауи бәсеңдеткіштердегі улы шығарындылардан пайдаланылған газдарды тазарту және бейтараптандыру жүйелерін орнату арқылы азайтылады.

Күйе бөлшектерінен басқа, дизельдік қозғалтқыштар бензин қозғалтқыштарымен салыстырғанда азот диоксидін көбірек бөледі, олармен ұзақ жанасу өкпенің жұмысын нашарлатады және аллергия тудырады [2].

Мұнай отынының ауада жануының негізгі өнімдері көмірқышқыл газы, су және азот болып табылады. Басқа компоненттер негі-

зінен толық емес жану және пиросинтез нәтижесінде түзіледі. Шикізат (тазаланбаған) дизель газының жекелеген құрамдас бөліктерінің таралуы жүктеме, қозғалтқыш түрі және т.б. сияқты факторларға байланысты өзгереді [3].

Дизельдік отынмен жұмыс істейтін экскаваторлар, бульдозерлер, автогрейдерлер сияқты және т.б. көптеген көліктер бар және олар өте зиянды.

Дегенмен, пайдаланылған газдардың зияндылығын төмендету әдістері және бұл әдістер бойынша зерттеулер әзірленбеген. Осыған байланысты ультрадыбыстық сәуле таратқышы бар бәсеңдеткіштерді зерттеу өзекті болып табылады.

Біз ультрадыбыстық тазалауға арналған бәсеңдеткішті құрылғыны ұсынамыз, оның ішінде екі сәуле таратқыш салынған (1-сурет). Құрылғы диаметрі 108 мм және ұзындығы 1200 мм пластикалық құбырдан жасалған. Ультрадыбыстық құрылғылар бойлық және көлденең орналасқан. Ультрадыбыстық толқын генераторы 25 және 28 кГц жиілікте жұмыс істейді және оның қуаты 100 Вт. Қозғалтқыштың ультрадыбыстық бәсеңдеткіші-

не қызмет көрсету үшін құрылғының төменгі бөлігінде күйе жинау орны бар. Ол фланецті ашып, табанын алу арқылы жиналған күйені кетіруге мүмкіндік беретін құрылғы.

Модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткішті жасау амалының айтарлықтай артықшылығы бар: оны дизельдік отынмен жұмыс істейтін жаңа және қолданыстағы экскаваторлар, бульдозерлер, автогрейдерлер сияқты және т.б. көліктермен жабдықтауға болады.

Материалдар мен әдістер

Зерттеудің мақсаты – тік күйдегі пайдаланылған газ ағынына көлденең және бойлық толқын әсерлері бар ультрадыбыстық бәсеңдеткіштің құрылымы мен жұмыс режимін сипаттайтын тәуелділіктерді орнату.

Зерттеу мақсаттары:

- көлік құралдарының дыбысты бәсеңдеткіштерінің конструкциясына аналитикалық шолу;
- газды тазарту зерттеулерін талдау;
- ультрадыбыстық сәуле таратқышы бар бәсеңдеткіштерді зерттеуді талдау.

Қойылған мақсаттарға жету үшін әзір-

ленген толық өлшемді зертханалық стендте толық ауқымды эксперимент жүргізілді (1-2-суреттер). Тәжірибе барысында бірінші кезеңде пайдаланылған газды зиянды қоспалардан тазарту дәрежесі анықталды [4].

Эксперименттік модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткіштің сұлбасы 2-суретте көрсетілген.

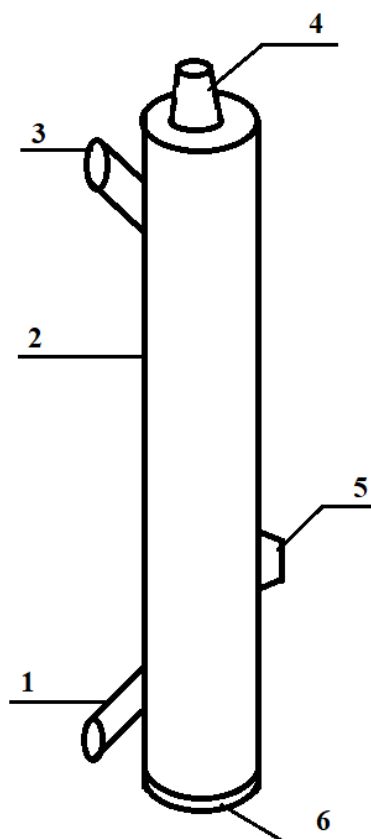
Эксперименттік модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткіш диаметрі 108 мм, ұзындығы 1200 мм болатын пластикалық, кіріс және шығыс құбырларымен, күйе жинауға арналған науасы бар құбырдан тұрады. Бәсеңдеткіш корпусында екі ультрадыбыстық сәуле шығарғыш орнатылған.

Стендті дайындауға сәйкес 1-кестедегі тәжірибелік жоспар құрылды.

Шығарылатын газ қоспасының сапалық және сандық құрамын анықтау үшін инфракарлы газ анализаторы қолданылды. Кіріс кернеуі – 220 вольт, сәуле таратқыш қуаты – 50 Ватт, ультрадыбыстық толқын генерациясының жиілігі – 25 және 28 кГц болатын ультрадыбыстық генератор қолданылды.



1-сурет – Эксперименттік модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткіш



1 – кіріс құбыры, 2 – ультрадыбыстық бәсеңдеткіш корпусы, 3 – шығыс құбыры, 4 – көлденең әсерлі ультрадыбыс, 5 – бойлық әсерлі ультрадыбыс, 6 – күйе жинау орны

2-сурет – Эксперименттік модульдік ультрадыбыстық бәсеңдеткіш сұлбасы

Эксперименттік зерттеу келесідей жүргізілді:

- сынақтар ультрадыбыстық жабдықты қоспай және қосу арқылы әрқайсысы 1 минуттан өткізілді;

- зерттеу Д-243 дизельдік қозғалтқышының иінді білігінің 1000, 1200, 1400 айн/мин жиіліктерінде жүргізілді.

- 60 секундтан кейін бәсеңдеткіш ультрадыбыссыз және ультрадыбыстың әсерімен жұмыс істегенде, газ анализаторының көрсеткіштері алынды.

Пайдаланылған газ иінді біліктің айналу жиілігіне байланысты қысыммен кіріс құбыры 1 арқылы ультрадыбыстық бәсеңдеткішке жеткізілді. Бәсеңдеткіште ультрадыбыстық жабдықты қосу кезде, пайдаланылған газ көлденең және бойлық бағытта ультрадыбыстық толқындардың әсеріне ұшырап, пайдаланылған газдарды тазартылып, күйе жинау орнында 6 ұлғайған газ бөлшектерінің шөгеді. Тазартылған пайдаланылған газ шығыс құбыры 3 арқылы шығарылады.

Ультрадыбыстық бәсеңдеткіш жұмыс іс-

теп тұрған кезде газ анализаторы мен гигрометрдің көрсеткіштері алынып, болып жатқан процестер фото және бейнеге түсірілді. 2 және 3-кестелерде өлшеу деректері көрсетілген.

Дизельдік қозғалтқыштың пайдаланылған газына бойлық және көлденең ультрадыбыстық толқындардың әсерінен оттегі мөлшерінің жоғарылауы диаграммадағы мәліметтерге сәйкес (3-сурет) анықталды. Ультрадыбыспен әсер еткенде күйе бөлшектерінің коагуляциясы орын алады және бұл бөлшектердің ультрадыбыстық қондырғыларға одан әрі тұндырылуы, бұл пайдаланылған газдардағы оттегі концентрациясын арттырады [5].

Диаграмма (4-сурет) ультрадыбыстың көмірқышқыл газының құрамына әсерін көрсетеді. Қозғалтқыштың жұмыс істеу кезінде ауыр бөлшектер қондырғының түбіне шөгеді, бұл пайдаланылған газдардағы көмірқышқыл газының концентрациясын арттырады.

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын

1-кесте – Эксперимент жоспары және тәртібі

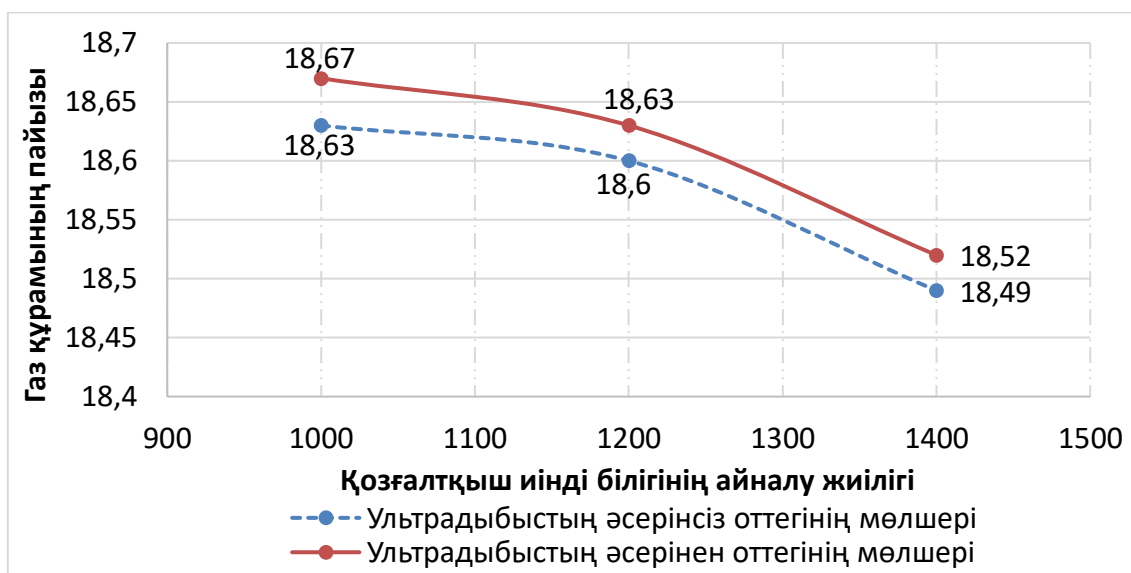
№	Дайындық кезеңі
1	Ультрадыбыстық бәсеңдеткішті жинау
2	Электрондық микроскопты компьютерге қосу
3	Эксперименттік ультрадыбыстық бәсеңдеткішті шығыс құбырына қосу
4	Ультрадыбыстық генераторды ультрадыбыстық бәсеңдеткіште орнатылған ультрадыбыстық сәуле таратқышқа қосу
5	Қозғалтқышты іске қосу және оны жұмыс температурасына дейін қыздыру
1-кезең	
6	Тәжірибені 1 минут қозғалтқыштың иінді білігінің 1000, 1200, 1400 айн/мин. бойы ультрадыбыстық әсер етпей орындау
7	Алынған нәтижелерді тіркеу және өңдеу
2-кезең	
8	Дизельді қозғалтқыштың иінді білігінің 1000, 1200, 1400 айн/мин кезінде 1 минут бойы екі ультрадыбыстық сәуле таратқышы бар ультрадыбыстық әсер етумен тәжірибе жасау
9	Алынған нәтижелерді тіркеу және өңдеу

2-кесте – Пайдаланылған газдарға ультрадыбыстың әсерінсіз инфракар газ анализаторының көрсеткіштері

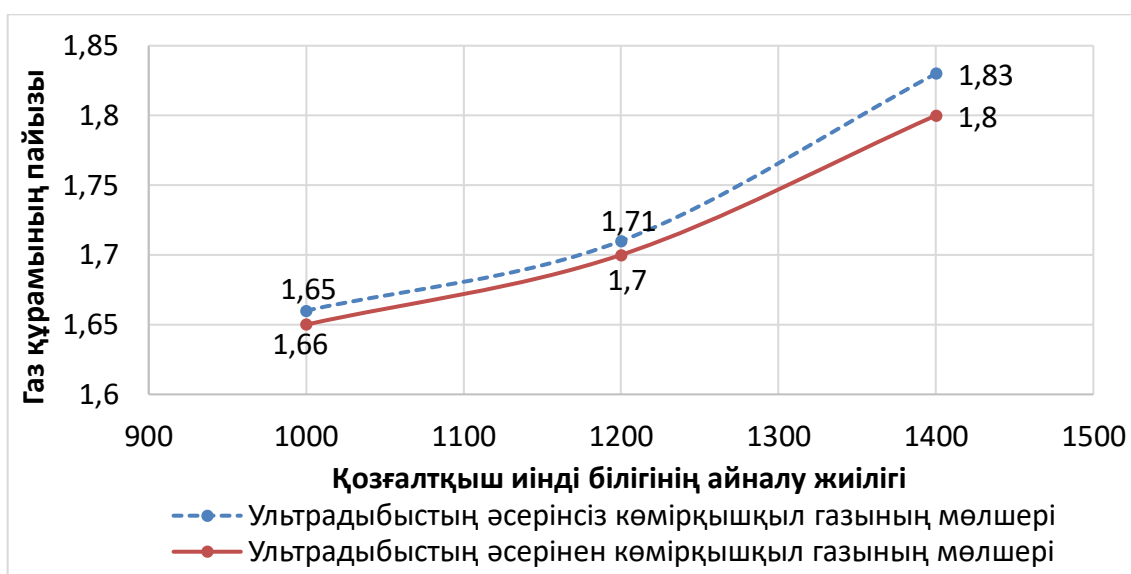
№	Айналу жиілігі	O ₂ , %	CO ₂ , %	N (түтін), %	CO, %	Өлшеу уақыты (сек.)
1	1000	18.63	1.66	1	0,03	60
2	1200	18.6	1.71	2.1	0,03	
3	1400	18.49	1.83	1.7	0,03	

3-кесте – Пайдаланылған газдарға ультрадыбыстың әсерінен инфракар газ анализаторының көрсеткіштері

№	Айналу жиілігі	O ₂ , %	CO ₂ , %	N (түтін), %	CO, %	Өлшеу уақыты (сек.)
1	1000	18.67	1.65	0,9	0,04	60
2	1200	18.63	1.7	1.9	0,03	
3	1400	18.52	1.8	1.3	0,03	



3-сурет – Қозғалтқыштың иінді білігінің минутына 1000, 1200 және 1400 айналымы кезінде ультрадыбыстың әсерінсіз және әсерінен пайдаланылған газдардағы оттегі мөлшерінің диаграммасы



4-сурет – Қозғалтқыштың иінді білігінің минутына 1000, 1200 және 1400 айналымы кезінде ультрадыбыстың әсерінсіз және әсерінен пайдаланылған газдардағы көмірқышқыл газының құрамының диаграммасы

арттыру гидродинамикалық коагуляция процесіне аз тиімді әсер етеді, өйткені құрылғының ұзындығы 1200 мм және дизельді қозғалтқыштан шығатын газды тиімді тазарту үшін жеткіліксіз. 2-кестеге сәйкес 1000 айн/мин бастап ультрадыбыстық құрылғыда жеткіліксіз сәуле пайда болады, өйткені пайдаланылған газдың кіріс қысымы жоғарылайды және күйе бөлшектері түбіне түсіп үлгермей ұшып кетеді.

Қорытынды

Автокөліктердің дизельдік қозғалтқыштарынан зиянды шығарындыларды азайту үшін зиянды қоспаларды кетіруге арналған ультрадыбыстық жүйенің минималды шығындарымен және максималды тиімділігімен эксперименталды зерттеу жүргізілді.

Дизельдік отынмен жұмыс істейтін техникалардың пайдаланылған газдарына модульдік ультрадыбыстық әсер етуді қолдандудың тиімділігі эксперимент барысында дәлелденді және ұсынылған әдісті пайдалана отырып, зиянды қоспалардан тазартудың осы саласында перспективалы дамуы бар.

Мақалада конструкциясы патентте ұсынылған модульдік ультрадыбыстық дыбысты бәсеңдеткішті қолдану арқылы зиянды шығарындыларды азайту гипотезасы дәлелденген [6].

Жүргізілген тәжірибелік зерттеулер модульдік ультрадыбыстық сөндіргіштердің тәжірибелік үлгілерін әзірлеу кезінде инженерлік есептеу әдістемесін құру үшін негіз болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кирсанов Ю.Г. Оценка воздействия выбросов вредных веществ на атмосферный воздух: учеб. пособие / Ю.Г. Кирсанов; [науч. ред. М.Г. Шишов]; М-во образования и науки Рос. Фед., Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 110 с.
2. Быков А.П. Инженерная экология. Часть 2. Основы экологии производства. Н.: Изд-во «НГТУ», 2018 – 156 с.
3. Шиперс, П.Т., Бос, Р.П. Сгорание дизельного топлива с токсикологической точки зрения. I. Происхождение продуктов неполного сгорания / Международный архив гигиены труда и окружающей среды. 64 (3): 149-161.
4. Физика процесса ультразвуковой коагуляции выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания автотранспортной техники / А.С. Кадыров, И.А. Пак, И.А. Кадырова, А.А. Ганюков // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. 2020. № 1. С. 219-230.
5. Результаты экспериментальных исследований работы емкостного оборудования ультразвуковой очистки отработавших газов автотранспорта / М.К. Ибатов, А.С. Кадыров, И.А. Пак, И.А. Кадырова, Б.Ш. Аскаров // Уголь. 2020. № 2. С. 73-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-73-78.
6. Патент РК № 3194. Устройство для ультразвуковой очистки выхлопных газов / М.К. Ибатов, А.С. Кадыров, О.Т. Балабаев, Б.Ш. Аскаров, И.А. Пак; заявл. 20.12.2017; опубл. 02.10.2018.

Разработка конструкции и исследование работы модульного ультразвукового глушителя дизельного двигателя

¹***ДЮСЕНБАЕВ Ермек Шуиншибекулы**, докторант, yermek_dyssenbaev@mail.ru,

²**ЛУКАШ Варгула**, PhD, профессор, lukasz.wargula@put.poznan.pl,

¹**КАДЫРОВ Адиль Суратович**, д.т.н., профессор, adil.suratovich@mail.ru,

¹**СҰҢҒАТОЛЛАҚЫЗЫ Айдана**, магистр, старший преподаватель, aidana_s_070@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,

²Познаньский технический университет, площадь Марии Склодовской-Кюри, 5, Познань, Польша,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Дизель потребляет меньше топлива и, следовательно, выбрасывает в атмосферу меньше углекислого газа, чем бензиновый двигатель той же мощности. Но мелкие

частицы сажи, которые он испускает, считаются особенно вредными для человека. Авторами предлагается использование ультразвукового излучения в устройстве для очистки выхлопных газов дизельных двигателей внутреннего сгорания от твердых частиц и уменьшения их токсичности. Приведены схема модульного ультразвукового глушителя и результаты эксперимента. В соответствии с целью исследования в статье представлен метод исследования. Описан физический смысл процесса очистки выхлопных газов дизеля и представлен анализ известных патентов, относящихся к данной теме.

Ключевые слова: эксперимент, двигатель внутреннего сгорания, модульный ультразвуковой глушитель, ультразвуковая очистка, стоячая волна, выхлопные газы.

Design Development and Research of the Modular Ultrasonic Muffler of a Diesel Engine

¹***DYUSSENBAYEV Yermek**, Doctoral Student, yermek_dyssenbaev@mail.ru,

²**ŁUKASZ Warguła**, PhD, Professor, lukasz.wargula@put.poznan.pl,

¹**KADYROV Adil**, Dr. of Tech. Sc., Professor, adil.suratovich@mail.ru,

¹**SUNGGATOLLAKEYZY Aidana**, Master's Degree, Senior Lecturer, aidana_s_070@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», 56 N. Nazarbayev Avenue, Karaganda, Kazakhstan,

²Poznan University of Technology, Maria Skłodowska-Curie Square, 5, Poznan, Poland,

*corresponding author.

Abstract. Diesel consumes less fuel and therefore emits less carbon dioxide into the atmosphere than a petrol engine of the same power. But the fine soot particles it emits are considered particularly harmful to humans. The authors propose the use of ultrasonic radiation in a device for cleaning the exhaust gases of diesel internal combustion engines from solid particles and reducing their toxicity. A diagram of a modular ultrasonic silencer and the results of the experiment are presented. In accordance with the purpose of the study, the article presents a research method. The physical meaning of the process of cleaning diesel exhaust gases is described and an analysis of known patents related to this topic is presented.

Keywords: experiment, internal combustion engine, modular ultrasonic muffler, ultrasonic cleaning, standing wave, exhaust gases.

REFERENCES

1. Kirsanov YU.G. Ocenka vozdejstviya vybrosov vrednykh veshchestv na atmosfernyj vozdukh: ucheb. posobie / YU.G. Kirsanov; [nauch. red. M.G. Shishov]; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Fed., Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2018. – 110 p.
2. Bykov A.P. Inzhenernaya ehkologiya. Chast' 2. Osnovy ehkologii proizvodstva. N.: Izd-vo «NGTU», 2018. – 156 p.
3. Shipers, P.T., Bos, R.P. Sgoranie dizel'nogo topliva s toksikologicheskoy tochki zreniya. I. Proiskhozhdenie produktov nepolnogo sgoraniya / Mezhdunarodnyj arkhiv gigieny truda i okruzhayushchej sredy. 64 (3): 149-161.
4. Fizika processa ul'trazvukovoj koagulyacii vykhlopnykh gazov dvigatelej vnutrennego sgoraniya avtotransportnoj tekhniki / A.S. Kadyrov, I.A. Pak, I.A. Kadyrova, A.A. Ganyukov // Vestnik PGU. Ehnergeticheskaya seriya. 2020. № 1. Pp. 219-230.
5. Rezul'taty ehksperimental'nykh issledovanij raboty emkostnogo oborudovaniya ul'trazvukovoj ochistki otrabotavshikh gazov avtotransporta / M.K. Ibatov, A.S. Kadyrov, I.A. Pak, I.A. Kadyrova, B.SH. Askarov // Ugol'. 2020. № 2. Pp. 73-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-73-78.
6. Patent RK № 3194. Ustrojstvo dlya ul'trazvukovoj ochistki vykhlopnykh gazov / M.K. Ibatov, A.S. Kadyrov, O.T. Balabaev, B.SH. Askarov, I.A. Pak; zayavl. 20.12.2017; opubl. 02.10.2018.