

АҢДАТПА

8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» дайындау бағыты,
8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» білім беру
бағдарламасы бойынша

КУКЕШЕВА АЛИЯ БАКИБАЕВНАНЫҢ

философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған диссертациясы

ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРЫН ТАЗАРТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ЖҰМЫС РЕЖИМІН ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Диссертация Қазақстан Республикасының «Нұрлы жол» инфрақұрылымды дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған Мемлекеттік бағдарламасына сәйкес орындалды.

Іштен жану қозғалтқыштарында (ІЖҚ) жұмыс істейтін көліктер, орнатылған «Еуро» стандарттарына қарамастан, азот оксидтері (NO_x), көмірсутектер (НС) және көмірқышқыл газы (CO_2) сияқты зиянды шығарындылардың едәуір мөлшерін атмосфераға бөлуді жалғастыруда. Орта есеппен атмосфераға бөлінетін ластанушы заттардың 40-75%-ы автокөлікке тиесілі. Бұл шығарындылар қоршаған ортаның ластануына және түтінтұманның, қышқылды жаңбырдың және парниктік газдардың пайда болуына әкеледі. Мұндай өзгерістер өз кезегінде климаттың өзгеруіне әсер етеді, атмосфералық қабаттың бұзылуына әкеледі және жаһандық жылынуға ықпал етеді. Олар сондай-ақ адамдардың денсаулығына теріс әсер етеді, жүрек-қан тамырлары, өкпе және басқа жүйелердің, ауыр және созылмалы ауруларының асқынуына әкеледі.

Ауаның пайдаланылған газдармен ластану проблемасы бүкіл әлемде ғана емес, сонымен қатар «IQAir» әлемдік рейтингінде 40-шы орынды алатын Қазақстан үшін де өзекті болып табылады. Қазақстанда, әсіресе Астана, Ақтөбе, Өскемен, Қарағанды, Балқаш және Жезқазған сияқты қалаларында ауадағы қатты бөлшектердің орташа жылдық концентрациясы қалыпты мөлшерден шамамен 3-5 есеге асады. Соның ішінде Қарағанды ауаның ластану деңгейі бойынша әлем қалалары арасында 23-ші орынды, ал Қазақстан қалалары арасында 1-ші орынды алады, ауаның ластану деңгейі қалыпты мөлшерден 20 есеге асады.

Бұл мәселені шешу үшін негізінен каталитикалық бейтараптандырғыштар қолданылады, сондай-ақ электромобильдер мен сутегі қозғалтқыштары да кеңінен қолданылады.

Сонымен қатар, қазіргі уақытта зиянды шығарындылар деңгейін төмендету және автокөліктің экологиялық параметрлерін жақсарту үшін оның бәсеңдеткішінде электр импульстік және ультрадыбыстық тазарту әдістерін қолдану арқылы іштен жану қозғалтқышының пайдаланылған газдарын тазарту жүйесінің тиімділігін арттыруды және модернизациялауды көздейтін

перспективалық бағыт бар. Бұл әдістер басқа тазарту әдістеріне қарағанда, адамдардың денсаулығына аса қауіп төндіретін газдың ұсақ бөлшектерін (иондану және коагуляция процестерін күшейту арқылы) тиімді жоя алады және газдың тазарту дәрежесін едәуір дәрежеге көтере алады. Сонымен қоса, қозғалтқыштың тазарту жүйесін электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштермен жабдықтау айтарлықтай қаржылық шығындарды қажет етпейді, жүйенің құрылымын күрделендірмейді және қозғалтқышқа үлкен жүктеме келтірмейді. Бұл бәсеңдеткіштерді жаңа автокөліктердің өндірісінде де, қолданыстағы автопаркты жаңартуда да сәтті қолдануға болады. Бұл бағыттың болашағы мен тиімділігі бірқатар теориялық және эксперименттік зерттеулермен дәлелденді.

Алайда, ұсынылған бәсеңдеткіштердің жұмыс режимін оңтайландыру және олардың құрылымдарының негізгі параметрлерін талдау мәселесі әлі шешілген жоқ. Осыған байланысты олардың оңтайлы режимі мен құрылымының ерекшеліктерін анықтауға бағытталған зерттеулер **өзекті** болып табылады.

Зерттеу гипотезасы – газды тазарту дәрежесіне әсер ететін негізгі параметрлерді реттеу арқылы электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы жұмыс режиміне қол жеткізу мүмкіндігі туралы болжам.

Зерттеу мақсаты – іштен жану қозғалтқыштарының пайдаланылған газдарын тазарту жүйесінің құрылымын және оңтайлы жұмыс режимін есептеу әдістемесін анықтауға мүмкіндік беретін эксперименттік және теориялық тәуелділіктерді алу.

Қойылған мақсатқа қол жету үшін **келесі міндеттер** шешілді:

1. автокөлік бәсеңдеткіштері мен пайдаланылған газды тазарту жүйелерінің құрылымдарына талдау жүргізілді;
2. пайдаланылған газға электр импульспен және ультрадыбыспен әсер етудің физикалық мәні қарастырылды;
3. электр импульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы жұмысының критерийі негізделді;
4. ұқсастық теориясы әдістерінің негізінде электр импульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің режимі мен құрылымын сипаттайтын параметрлер анықталды;
5. эксперименттерді өткізу үшін стендтер әзірленді, зерттеудің әдістемесі мен тәртібі сипатталды;
6. теориялық тәуелділіктер мен эксперименттік нәтижелерді кешенді талдаудың нәтижесінде өзгеретін параметрлердің (қозғалтқыштың айналу саны, ультрадыбыс жиілігі, электродтар арасындағы қашықтық, электр импульс жиілігі және т. б.) оңтайлы аралықтары анықталды.
7. электр импульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің қолдану аясы анықталды;

8. электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштерді жобалау, қолдану және олардың жұмыс режимін реттеу бойынша ұсыныстар, есептеу әдістемесі мен техникалық тапсырма әзірленді.

Осылайша, жұмыста пайдаланылған газдарды тазартудың әртүрлі әдістері қарастырылғанына қарамастан, диссертацияның тақырыбы электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымдарын әзірлеуге және оңтайлы жұмыс режимдерін анықтауға бағытталған зерттеулерді жүргізудің ортақ құрылымымен біріктірілген.

Әдістемелік тұрғыдан диссертациялық жұмыс бір зерттеу объектісімен және қолданылған ортақ әдістермен біріктірілген.

Зерттеу әдістері. Диссертацияда ұқсастық теориясы мен өлшемділік талдауы әдістері, математикалық статистика әдістері, экспериментті жоспарлау және өңдеу әдістері қолданылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы келесідей:

- газдың тазарту дәрежесіне әсер ететін негізгі параметрлерді реттеу арқылы электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы жұмыс режиміне қол жеткізу мүмкіндігі расталды: атап айтқанда электр импульстік бәсеңдеткіш үшін электродтар арасындағы қашықтық пен электр импульсі жиілігінің параметрлері және ультрадыбыстық бәсеңдеткіш үшін ультрадыбыс жиілігі параметрлері;

- алғаш рет газдың түтін көрсеткіштері мен жарықтылық параметрлері, мөлдірлік және жарық сіңіру коэффициенттері арасында тығыз байланыс бар деген гипотеза расталды;

- газдың түтін көрсеткіштері қатынасының (электроимпульстік бәсеңдеткіш жұмысының оңтайлылық критерийі болып табылатын) электроимпульс жиілігінің f электродтар арасындағы қашықтыққа Δ және қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығына ω қатынасынан өзгерісін сипаттайтын регрессиялық тәуелділіктер эксперименттік жолмен анықталды;

- газдың түтін көрсеткіштері қатынасының (ультрадыбыстық бәсеңдеткіш жұмысының оңтайлылық критерийі болып табылатын) ультрадыбыс жиілігінің f қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығына ω қатынасынан өзгерісін сипаттайтын регрессиялық тәуелділіктер эксперименттік жолмен анықталды;

- электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің жұмыс тиімділігін бағалайтын ұқсастық критерийлер алынды;

- электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымы мен жұмыс режимдерін сипаттайтын параметрлердің оңтайлы мәндері алынды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- зерттелетін бәсеңдеткіштер үшін газды тазарту процестерінің оңтайлы критерийі ретінде ультрадыбыстың немесе электр импульстің әсерінен кейін және олардың әсеріне дейін алынған газ түтінінің қатынасы болады;

- ұсынылған ұқсастық критерийлер жүйесі бәсеңдеткіштердің режимі мен құрылымын сипаттайды;

- пайдаланылған газдың түтіні мен мөлдірлігі арасында тәуелділік орнатылған;

- электр импульстық бәсеңдеткіш үшін қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығының, электродтар арасындағы қашықтықтың, электр импульс жиілігінің және ультрадыбыстық бәсеңдеткіш үшін қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы мен ультрадыбыстық жиілік параметрлерінің өзгеруінің оңтайлы шамаларын анықтайтын тәуелділіктер.

Автор қорғайды:

1. Автокөліктің іштен жану қозғалтқышының пайдаланылған газдарын ультрадыбыспен және электр импульспен тазарту әдістері;

2. Электроимпульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің жұмысын сипаттайтын ұқсастық критерийлерді есептеу әдістемесі;

3. Жарықты сіңіру коэффициентінің параметрімен өзара байланысы бойынша және газ жарықтылығының эксперименттік көрсеткіштері бойынша газ түтіні көрсеткіштерін есептеу әдістемесі;

4. Эксперименттік зерттеулердің алынған нәтижелері;

5. Электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымын есептеу және оңтайлы жұмыс режимін анықтау үшін құрылған есептеу әдістемелерінің үлгілері;

6. Автокөлік қозғалтқыштарының пайдаланылған газдарын тазарту жүйесіне арналған электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің тәжірибелік үлгісін жобалауға арналған техникалық тапсырма мен ұсыныстар.

7. Қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығы (ω) мәнінің өзгеруіне байланысты алынған электродтар арасындағы қашықтық (Δ) пен электр импульсі жиілігі (f) параметрлерінің оңтайлы мәндері: 79,5 рад/с (750 айн/мин): $\Delta=0,008$ м, $f=23,04$ Гц; $\omega=130,9$ рад/с (1280 айн/мин): $\Delta=0,004$ м, $f=20,43$ Гц; $\omega=471$ рад/с (4500 айн/мин): $\Delta=0,0026$ м, $f=46,57$ Гц;

8. Қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығы (ω) мәнінің өзгеруіне байланысты алынған ультрадыбыстың жиілігі (f) параметрінің алынған оңтайлы мәндері: 79,5 рад/с (750 айн/мин): $f=13$ кГц; $\omega=272,63$ рад/с (2600 айн/мин): $f=46$ кГц; $\omega=471$ рад/с (4500 айн / мин): $f=79$ кГц;

9. Электр импульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы геометриялық параметрлері (диаметрі мен ұзындығы): $d=0,27$ м және $L=0,32-0,4$ м.

Зерттеу объектісі автокөлік қозғалтқышының пайдаланылған газдарын тазарту жүйесі (пайдаланылған газдарды тазартуға арналған электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштер).

Зерттеу пәні электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің тиімділігіне әсер ететін параметрлерді реттеу арқылы пайдаланылған газды тазарту дәрежесін арттыру процесі.

Практикалық маңыздылық іштен жану қозғалтқышының пайдаланылған газдарын тазарту жүйесіне арналған электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің тәжірибелік үлгілеріне техникалық тапсырманы әзірлеу болып табылады. Атап айтқанда:

- электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымын есептеу және жұмыс режимін анықтау әдістемесінің үлгілерін құру;

- электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштерді жобалау және олардың жұмыс режимін реттеу бойынша эскиздер мен ұсыныстарды жасау.

Зерттеу нәтижелері «ЖШС ИНСТИТУТ ГРАДИЕНТ ПРОЕКТЕ» берілді және 6V07106 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» білім беру бағдарламасының 1 курс бакалавриатының білім алушылары үшін «Көлік техникасының жіктелуі және құрылғысы» пәнінің оқу процесіне енгізілді.

Диссертация нәтижелерінің дәлдігі қолданылған зерттеу әдістерімен анықталады: ұқсастық теориясы және өлшемділіктерді талдау, экспериментті жоспарлау, толық өлшемді стендтік сынақтарды жүргізу, заманауи аспаптарды қолдану. Зерттеудің бастапқы кезеңінде оңтайлылық критерийі орнатылды, ұқсастық критерийлер есептелді, бұл электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің тиімділігін бағалауға және олардың құрылымы мен жұмыс режимінің негізгі параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді. Эксперименттік зерттеулер жүргізілді, олардың нәтижелері бойынша оңтайлылық критерий көрсеткіштері мен реттелетін параметрлер, сондай-ақ, қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналым жылдамдығының арасындағы тәуелділік анықталды. Диссертация қорытындыларының дәлдігі міндеттерді дұрыс қоюмен, барабар әдістерді қолданумен және эксперименттердің нәтижелерін аналитикалық деректермен үйлестірумен қамтамасыз етіледі. Диссертацияның негізгі ережелері ғылыми мақалалар мен тезистерде жарияланды, сондай-ақ, пайдалы модельге патент және авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік бар.

Диссертацияның барлық бөлімдері әдістемелік ретпен орындалған және логикалық тұрғыдан өзара байланысты. Диссертацияның барлық міндеттері шешілді, зерттеу мақсатына қол жеткізілді. Практикалық маңыздылығы мен ғылыми жаңалығы диссертацияның мақсатына, міндеттері мен атауына сәйкес келеді.

Қысқаша мазмұны.

Диссертацияның бірінші тарауында қозғалтқыштың тазарту жүйесіне арналған қолданыстағы технологиялар мен құрылымдарға, автокөліктердің балама түрлеріне және зиянды шығарындыларды азайту үшін қолданылатын газды тазарту әдістеріне талдау жасалды. Пайдаланылған газдарды электр разрядымен тазарту процесінің физикалық мәні қарастырылды, сондай-ақ, тәждік разрядты қолданудың тиімділігі негізделді. Пайдаланылған газдарды ультрадыбыспен тазартудың физикалық аспектілері талданды, коагуляцияның негізгі түрлері мен теориялары қарастырылды. Электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымын әзірлеу және жұмыс режимін

анықтау қажеттілігі негізделеді. Зерттеудің мақсаттары мен міндеттері қойылды.

Диссертацияның екінші тарауында электр импульстық бәсеңдеткіште газдың тазартылу процесі сипатталды. Тәждік разрядтың тиімділігіне әсер ететін негізгі параметрлер анықталды. Разрядтың газ ағынына әсерін жақсарту үшін шиыршық тәрізді электродтардың жаңа құрылымы ұсынылды. Оңтайлылық критерийі таңдалды – электр импульстің әсерінен кейін және әсеріне дейін алынатын газ түтіні көрсеткіштерінің қатынасы. Бәсеңдеткіштің тиімділігін сипаттайтын өлшемсіз критерийлер құрылды. Зертханалық және толық өлшемді стендтерде эксперименттерді жүргізудің әдістемесі жасалды. Эксперимент нәтижелеріне талдау жүргізілді. Зертханалық стендте газдың тазартылу деңгейі 40%-ға дейін жетті. Зертханалық стендтің оңтайлы жұмысын қамтамасыз ететін реттеуіш параметрлерінің мәндері (электродтар арасындағы қашықтық және жиілік) анықталды: $\Delta \approx 0,027$ және $f \approx 19$. Толық өлшемді стендте түтін көрсеткіші 29%-ға дейін төмендеді және газдың тазартылу тиімділігі шамамен 30%-ды құрады. Электродтар арасындағы қашықтық және электр импульс параметрлерінің оңтайлы мәндері анықталды: ($\Delta \approx 0,006$ және $f \approx 14$). Бұл параметрлер ұшқын разрядына өтуді болдырмайды және электр импульстік бәсеңдеткіштің толық өлшемді стендінде газ түтінінің төмендеуін қамтамасыз етеді.

Диссертацияның үшінші тарауында ультрадыбыстық бәсеңдеткіште газды тазарту процесі зерттелді, газ бөлшектерінің қозғалысына және коагуляция тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Ультрадыбыстық бәсеңдеткіштің оңтайлы параметрлері мен құрылымдық сипаттамалары анықталды, эксперименттерді жүргізу әдістемесі жасалды. Ультрадыбыс жиілігінің өзгеруімен газ түтінінің төмендейтіні және оның тазарту дәрежесінің жоғарылайтыны расталды. Бәсеңдеткіш стендіндегі газды ультрадыбыспен тазартудың жалпы деңгейі 20-25% құрады. Ультрадыбыстың жиілігі мен қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығының оңтайлы қатынасы анықталды ($f / \omega = 402,01$). Газдың түтінін 35% - ға дейін төмендеді және оған қол жеткізуге мүмкіндік беретін ультрадыбыс жиілігінің оңтайлы мәні (бұрыштық жылдамдықтың максималды мәндерімен) анықталды. Газ бөлшектерінің тиімді тұндырылуын қамтамасыз ететін ультрадыбыстық бәсеңдеткіштің оңтайлы ұзындығы ($L = 0,4$ м) эксперименттік жолмен анықталды.

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін бағалау жөніндегі диссертацияның төртінші тарауында бензинді және дизельді қозғалтқыштардағы электр импульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің қолдану орындылығына қатысты негіздемелер мен дәлелдер келтірілді. Зерттеулер көрсеткендей, электр импульстік бәсеңдеткіштер дизельдік қозғалтқыштардың түтін шығарындыларын азайту үшін тиімдірек, ал ультрадыбыстық бәсеңдеткіштер бензиндік қозғалтқыштардың шығарындыларындағы газдың қатты бөлшектерінен тазартуда перспективті болып табылады. Сонымен қатар, өлшемсіз

критерийлер мен эксперименттік мәліметтерге негізделген электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы жұмыс режимін есептеу және анықтау әдістемесі құрылды. Автокөліктердің экологиялық залалын азайту үшін осы бәсеңдеткіштерді қозғалтқыштың тазарту жүйесіне енгізуден болатын экономикалық әсер бағаланды. Бәсеңдеткіштердің өнеркәсіптік үлгілері үшін техникалық тапсырмалар, соның ішінде олардың құрылымына қойылатын талаптар жасалды. Электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштерді жобалау және олардың жұмыс режимін реттеу бойынша ұсыныстар жасалды.

Диссертанттың жеке үлесі. Автор электроимпульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы жұмысының критерийін негіздеу және олардың жұмысын бағалайтын ұқсастық критерийлерін есептеу бойынша зерттеулерді жеке өзі орындады. Ол ғылыми топ қатысушыларымен бірлесіп, эксперименттік стендтерді әзірлеуге қатысты және оларға тиісті эксперименттік зерттеулер жүргізді. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін өңдеді, электроимпульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің жұмыс режиміне әсер ететін параметрлердің қатынасынан газ түтіні көрсеткіштері қатынасының өзгеруін сипаттайтын регрессиялық-корреляциялық талдау жасады. Ғылыми жетекшімен бірге электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымын, жұмыс режимін реттейтін параметрлердің оңтайлы мәндерін есептеу және газ түтінінің көрсеткіштерін анықтау әдістерін әзірледі.

Жұмысты жариялау және апробациялау. Диссертацияның негізгі ережелері Scopus дерекқорына кіретін үш мақалада, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған жеті мақалада, ҚР пайдалы моделіне бір патентте, авторлық құқық объектілеріне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы бір куәлікте және халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың үш тезисінде жарияланған.

Scopus базасына кіретін «Journal of Applied Engineering Science» журналындағы «Establishing the parameters of the operation mode of the electric pulse automobile muffler» мақаласында (3 квартиль, Mechanical engineering бойынша процентиль 47, Available online: <https://www.engineeringscience.rs/images/pdf/45196.pdf>) автор эксперименттік зерттеулерді жүргізді және ұсынылған электр импульстік бәсеңдеткіш жұмысының тиімділігін бағалауға мүмкіндік беретін ұқсастық критерийлерін есептеді.

Scopus базасына кіретін «KOMUNIKACIJE» журналындағы «Mechanical engineering in Transport» бөлімінде, «Development of calculation methodology for optimizing the operating mode of an electric pulse unit for cleaning exhaust gases» мақаласында, (3 квартиль, Mechanical engineering бойынша процентиль 38, Available online: <https://doi.org/10.26552/com.C.2024.011>) автор эксперименттік зерттеулерді жүргізді және алынған нәтижелерді талдады.

Scopus базасына кіретін «KOMUNIKACIE» журналындағы «Mechanical engineering in Transport» бөлімінде, «Studying the process of the internal combustion engine exhaust gas purification by an electric pulse» мақаласында, (3 квартиль, Mechanical engineering бойынша процентиль 38, <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.4.B275-B287>) автор эксперименттік зерттеулерді жүргізді, алынған нәтижелерді талдады, сонымен қатар стендтің жұмысын және пайдаланылған газды электр импульспен тазарту стендтері мен қондырғыларының жұмысын оңтайландыратын параметрлерді есептеу әдістемесін жасады.

«Университет еңбектері» ҚарТУ, КЕАҚ журналындағы «Құрылыс. Көлік» бөлімінде «Автокөліктің пайдаланылған газдарын электр импульсті бейтараптандыру процесін зерттеуге арналған эксперименттік қондырғыларды әзірлеу» мақаласында автор электр импульстік бәсеңдеткіштің әзірленген стендтерінде газ құрамындағы оттегі концентрациясының өзгеруі бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін ұсынды. Сонымен қатар, мақала авторларымен бірге газды электр импульспен тазарту тәсіліне пайдалы модельге патент әзірледі.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы, техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы журналындағы «Experimental determination on cleaning the exhaust gas of an automobile muffler by an electric pulse» мақаласында автор газды тазартудың қолданыстағы әдістеріне талдау жүргізді және автокөліктердің пайдаланылған газдарын тазартудың электр импульстік әдісін қолданудың орындылығын негіздеді. Сонымен қатар, электродтар арасындағы қашықтықтың өзгеруіне байланысты газ мөлдірлігі көрсеткіштерінің өзгеруіне регрессиялық-корреляциялық талдау жүргізді және эмпирикалық нәтижелерді эксперименттік деректермен салыстырды.

«Университет еңбектері» ҚарТУ журналындағы «Құрылыс. Көлік» бөлімінде «Establishment of Parameters of Electric Pulse Equipment Storage Device for Exhaust Gas Purification» мақаласында пайдаланылған газдарды электр импульспен тазарту процесінің физикасын сипаттап, эксперименттік зерттеулерді жүргізу әдістемесін жасады. Сонымен қатар, тазартылған газдың жарықтылығының электр импульстің әсер ету уақытынан, электр импульстің жиілігінен және электродтар арасындағы қашықтықтан тәуелділігін алу бойынша эксперименттік зерттеулерге қатысып, алынған нәтижелерге талдау жүргізді.

«ҚазАТК хабаршысы» журналындағы «Көлік, көлік инженериясы» бөлімінде «Study of the process of electric pulse cleaning of internal combustion engine exhaust gases» мақаласында автор әзірленген электр импульстік бәсеңдеткіштің стендінде эксперименттік зерттеулерді жүргізу әдістемесін жасады, сондай-ақ алынған нәтижелерге талдау жүргізді.

«ҚазАТК хабаршысы» журналындағы «Көлік, көлік инженериясы» бөлімінде «Development of a methodology for experimental studies to determine the optimal operating modes of an ultrasonic muffler» автор ультрадыбыстық

бәсеңдеткіштің жұмысын сипаттайтын ұқсастық критерийлерін есептеп, эксперименттік зерттеулерді жүргізудің жоспары мен әдістемесін жасады.

«Университет еңбектері» Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ, КЕАҚ журналындағы «Құрылыс. Көлік» бөлімінде «Comparison of the Efficiency of Cleaning the Exhaust Gas of Internal Combustion Engines of Cars with Ultrasonic Emitters» мақаласында автор газды ультрадыбыспен тазарту процесінің физикасын сипаттап, ультрадыбыстық бәсеңдеткіштің әзірленген стендінде эксперименттік зерттеулерді жүргізу әдістемесін жасады, сондай-ақ алынған нәтижелерге талдау жасады.

«Университет еңбектері» ҚарТУ, КЕАҚ журналындағы «Құрылыс. Көлік» бөлімінде «Establishment of the Reynolds Criterion for Ultrasonic Cleaning of Exhaust Gases of Internal Combustion Engines» автор Рейнольдс критерийін және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштің жұмысын сипаттайтын басқа ұқсастық критерийлерін есептеп, соның негізінде эксперименттік зерттеулерді жүргізу жоспарын жасады.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс машинкамашинамен терілген мәтіннің 208 бетінде баяндалған. Ол белгілеулер мен қысқартулардан, кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындыдан, 93 суреттен, 54 кестеден, 185 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және 9 қосымшадан тұрады.

Диссертация маңызды қолданбалы мәселені шешуге бағытталған жаңа, ғылыми негізделген нәтижелерді ұсынады – электр импульстық және ультрадыбыстық автокөлік бәсеңдеткіштерінің құрылымын және оңтайлы жұмыс режимін анықтау бойынша есептеу әдістемесін әзірлеу. Бұл бәсеңдеткіштер автокөліктегі іштен жану қозғалтқыштарынан шығатын газдардың уыттылығын төмендетуге арналған. Зерттеу нәтижелері бойынша келесі қорытынды жасалды:

- қазіргі автокөлік бәсеңдеткіштері мен пайдаланылған газдарды тазарту жүйелерінің құрылымына, сондай-ақ электр импульстық және ультрадыбыстық әдістердің негізінде газдардың уыттылығын төмендетуге бағытталған қолданыстағы зерттеулерге жүргізілген талдау нәтижелері зерттеудің мақсаты мен міндеттерін негіздеді;

- пайдаланылған газдарды электр разрядымен және ультрадыбыспен тазарту процестерінің физикалық мәні сипатталды, сондай-ақ, тәждік разрядтың тиімділігіне және ультрадыбыстық коагуляция процесіне әсер ететін параметрлер анықталды;

- электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы жұмысының критерийі негізделді, бұл электр импульстің немесе ультрадыбыстың әсерінен кейін және дейін алынған газ түтінінің қатынасы;

- ұқсастық теориясы мен өлшемділік талдауы әдістерімен электр импульстық және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің құрылымын сипаттайтын және жұмыс режимін бағалайтын ұқсастық критерийлері алынды;

- эксперименттік стендтер әзірленді және эксперименттік зерттеулер жүргізілді;

- эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша электримпульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің қолдануымен, пайдаланылған газдардың тазарту тиімділігі расталды. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне жүргізілген талдау бойынша газға ультрадыбыспен және электроимпульспен әсер еткеннен кейін газ түтіні сәйкесінше 35%-ға және 29%-ға төмендеді;

- эксперименттік зерттеулер мен теориялық тәуелділіктерді талдау нәтижелері пайдаланылған газдарды тазарту процесін оңтайландыру мүмкіндігі туралы гипотезаны растады. Бұл электримпульстік бәсеңдеткіш үшін электродтар арасындағы қашықтық пен электримпульстің жиілігі, сондай-ақ ультрадыбыстық бәсеңдеткіш үшін ультрадыбыс жиілігі мен қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығы сияқты параметрлерді реттеу арқылы қол жеткізіледі;

- электримпульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің толық өлшемді стендтерінде алынған эксперименттік нәтижелерге жүргізілген салыстырмалы талдауға сәйкес олардың автокөліктердің бензинді және дизельді қозғалтқыштарында қолдану аясы анықталды. Электримпульстік бәсеңдеткіштер дизельдік қозғалтқыштардың түтінін азайтуда тиімді, ал ультрадыбыстық бәсеңдеткіштер бензин қозғалтқыштарының шығарындыларын бөлшектерден тазартуда тиімді екендігі анықталды;

- электримпульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің жұмысын реттейтін және оларды жобалауға негіз болатын параметрлердің оңтайлы мәндерін есептеу әдістемесі жасалды;

- электримпульстік бәсеңдеткіш үшін қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығының өзгеруіне байланысты (ω) электродтар арасындағы қашықтық (Δ) пен электримпульстің жиілігі (f) параметрлерінің оңтайлы мәндері анықталды: $79,5$ рад/с (750 айн/мин): $\Delta=0,008$ м, $f=23,04$ Гц; $\omega = 130,9$ рад/с (1280 айн / мин) $\Delta=0,004$ м, $f = 20,43$ Гц; $\omega=471$ рад/с (4500 айн/мин): $\Delta=0,0026$ м, $f=46,57$ Гц;

- ультрадыбыстық бәсеңдеткіш үшін қозғалтқыштың иінді білігінің бұрыштық айналу жылдамдығының өзгеруіне байланысты (ω) ультрадыбыстың жиілігі (f) параметрінің оңтайлы мәндері анықталды: $\omega=79,5$ рад/с (750 айн/мин): $f=13$ кГц; $\omega=272,63$ рад/с (2600 айн/мин) $f=46$ кГц; $\omega=471$ рад/с (4500 айн/мин): $f=79$ кГц;

- электримпульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің оңтайлы геометриялық параметрлері анықталды: $d=0,27$ м және $L=0,32$ м – электр импульстік бәсеңдеткіш үшін; $d=0,27$ м және $L=0,4$ м – ультрадыбыстық бәсеңдеткіш үшін;

- автокөліктерге электримпульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштерді енгізуден экономикалық тиімділік есептелді. 151 000 автокөлікке электримпульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштерді

енгізудің экономикалық тиімділігі тиісінше 290 млрд теңгені және 116 млрд теңгені құрады;

- электр импульстік және ультрадыбыстық бәсеңдеткіштердің тәжірибелі құрылымын жасау үшін сызбалары бар техникалық тапсырмалар мен жобалауға арналған ұсыныстар әзірленді.