

## АНДАТПА

Дайындық бағыты: 8D071 – «Инженерия және инженерлік іс», білім беру бағдарламасы: 8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» бойынша философия докторы PhD дәрежесін алуға арналған диссертация

**САРСЕМБЕКОВ БАУЫРЖАН КОБЛАНОВИЧ**

### **УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ АВТОМОБИЛЬ ДЫБЫС ӨШІРГІШ ЖҰМЫСЫН ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ**

**Диссертациялық жұмыстың өзектілігі.** Диссертация Қазақстан Республикасының «Нұрлы жол» инфрақұрылымды дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы шеңберінде, 8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» дайындық бағыты бойынша PhD философия докторы дәрежесін алу үшін орындалды. PhD докторантурасының білім беру бағдарламасы 8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар».

Көліктің дамуы, ғылыми-техникалық прогресс және өндірістің прогрессивті өсуі бүкіл планетадағы қоршаған орта мен табиғи ортаның жағдайына әсер етеді. Автомобильдердің пайдаланылған газдары атмосфераның төменгі қабатына түсіп, адамның тыныс алу жолдарына әсер етеді. Автомобильдердің қозғалтқышында жанармайдың толық жанбауына байланысты көмірсутек бөлшектері құрамында шайырлы заттары бар күйге айналады. Автомобильдің пайдаланылған газдарындағы зиянды заттардың көп мөлшерінің себебі автомобильдің техникалық деңгейінің төмендігі, қатты тозу, қозғалтқыштардағы ақауларды анықтау құралдарының болмауы болып табылады.

Автомобильдердің пайдаланылған газдарын зиянды қоспалардан тазартудың бірқатар әдістері бар. Олардың ең көп тарағандары: құрғақ, дымқыл, электрлік, каталитикалық және ультрадыбыстық әдістер.

Газды тазартудың осы әдістерінің кемшіліктеріне мыналар жатады: құрғақ тазалау әдісімен құрылғының ішкі бөліктерінің үлкен абразивті тозуы; электрлік тазарту әдісімен энергия шығыны көп, электр өткізгіштігі төмен шаң сүзілмейді, тұндырғыш және тәждік электродтардың тазалығын қамтамасыз ету қажет, құрылғылардың күрделілігі және құны жоғары; автомобильдердің пайдаланылған газдарын тазартудың каталитикалық әдісімен каталитикалық түрлендіргіштердің қызмет ету мерзімі қысқа. Түбегейлі шешім-электромобильдерді қолдану. Алайда ІЖҚ-ы бар автомобильдер ұзақ уақыт бойы жұмыс істейді.

Газдарды ультрадыбыстық тербелістермен тазартудың тиімді әдісі белгілі. Бұл әдіс бірқатар артықшылықтарға ие: жабдықтың қарапайымдылығы, катализаторлармен салыстырғанда арзан. Оны бұрыннан бар дыбыс өшіргіштерді жаңарту үшін қолдануға болады. Оның мәні 28 кГц-

тен 40 кГц-ке дейінгі ультрадыбыстық толқындардың пайдаланылған газға әсер етуінде жатыр. Дегенмен, бұл тазалау әдісін қолданатын дыбыс өшіргіштер жоқ.

Автомобильдің ІЖҚ дыбыс өшіргішінде пайдаланылған газдарды ультрадыбыстық тазарту процесі туралы зерттеулердің болмауы және олардың конструкциясы бойынша ұсыныстар **зерттеудің өзектілігін** анықтайды.

**Зерттеу гипотезасы** ультрадыбыстық толқындарға ұшыраған кезде бөлшектердің коагуляциясын жоғарлату арқылы автомобиль дыбыс өшіргішіндегі пайдаланылған газдарды тиімді тазарту мүмкіндігі туралы болжам болып табылады.

**Зерттеудің мақсаты** – ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің жұмыс процесін сипаттайтын тәуелділіктерді анықтау.

Мақсатқа жету үшін келесі **міндеттер** шешілді:

- автомобильдердің іштен жану қозғалтқыштарының пайдаланылған газдарын тазарту әдістеріне талдау жасалды;

- автомобиль дыбыс өшіргіштерінің конструкциясына салыстырмалы талдау жасалды;

- автомобильдердің пайдаланылған газдарын тазарту әдісінің нұсқасы таңдалды;

- ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргіші жұмысының математикалық моделі жасалды және зерттелді;

- эксперименттік автомобиль дыбыс өшіргіші әзірленді және аналитикалық жолмен алынған нәтижелер расталды;

- автомобильдің пайдаланылған газдарын зиянды қоспалардан тазарту жүйесінің оңтайлы параметрлері мен максималды тиімділігі бар ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің конструкциясы, сондай-ақ дыбыс өшіргішке техникалық қызмет көрсету әдісі ұсынылды.

**Зерттеу әдістері.** Диссертацияда математикалық статистика, математикалық талдау, экспериментті жоспарлау және өңдеу әдістері қолданылады.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы келесідей:**

- эксперименталды түрде ІЖҚ шығарындыларын ультрадыбыспен тазарту мүмкіндігі туралы гипотеза расталды, газды тазарту процесінің физикалық мәні бөлшектердің ортокинетикалық коагуляциясынан басқа, сонымен қатар гидродинамикалық коагуляцияның пайда болуында екендігі дәлелденді, бұл дыбыс өшіргіштегі тұндырылған бөлшектердің массасын арттырады;

- теориялық түрде ультрадыбыстық сәулелендіргіштің амплитудалық-жиілік сипаттамалары, дыбыс өшіргіштің ұзындығы мен диаметрі, газдың тығыздығы мен динамикалық тұтқырлығы арасындағы байланыс орнатылады;

- газдың қозғалу жылдамдығына және құрылымның геометриялық параметрлеріне байланысты автомобиль дыбыс өшіргішінде күйе тұндырудың шекаралық шарты алынды;

- күйе бөлшектерінің коагуляция коэффициентінің өзгеру заңы оның бастапқы және ағымдағы массасына және ультрадыбыстық дыбыс өшіргіште әсер ету уақытына байланысты сипатталған, эксперименталды түрде расталған;

- газдың түтіні мен тұндырылған күйе массасы автомобиль дыбыс өшіргішінің айналу саны мен бөлшектердің ету қашықтығы артқан сайын арта түсетіні анықталды;

#### **Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:**

- газды тазарту процесінің мәні ультрадыбыстың әсерінен автомобиль дыбыс өшіргішіндегі газдардың гидродинамикалық коагуляциясының пайда болуы болып табылады;

- тұндыру қашықтығынан коагуляция коэффициентінің және коагуляцияланатын бөлшектердің массасының өзгеру заңдылықтары, автомобильдің ішкі жану қозғалтқышының иінді білігінің айналым санынан зиянды заттардың концентрациясы;

- ағынды ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішіндегі пайдаланылған газдарға ультрадыбыстық әсер автомобильдердің пайдаланылған газдарының уыттылық дәрежесін 2 еседен артық азайтуға және гидродинамикалық коагуляцияны 1,5 есеге арттыруға мүмкіндік береді;

- эксперименттік толық өлшемді стендте ультрадыбыстың әсерінен әртүрлі ішкі жану қозғалтқышының айналымы кезінде уыттылықтың төмендеуі мен күйе массасының шөгу қашықтығына тәуелділігі;

- газдың қозғалу жылдамдығының, дыбыс өшіргіштің ұзындығы мен диаметрінің критикалық қатынасының формуласы.

#### **Автор қорғайды:**

1. Пайдаланылған газдарды зиянды қоспалардан ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішімен тазарту әдісі;

2. Автомобильдердің пайдаланылған газдарын ультрадыбыстық тазартудың максималды тиімділігін алу үшін ультрадыбыстық автомобиль дыбысын өшіргіштің оңтайлы параметрлерін есептеуге мүмкіндік беретін математикалық модель;

3. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері;

4. Автомобильдердің пайдаланылған газдарын тазартуға арналған құрылғының ұсынылған конструкциясы;

5. Автомобильдің іштен жану қозғалтқыштарының пайдаланылған газдарын тазарту үшін ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің тәжірибелік конструкциясын жобалауға арналған есептеу әдістемесі және техникалық тапсырма.

**Зерттеу нысаны** – автомобильдердің пайдаланылған газдарын тазартуға арналған ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргіші.

**Зерттеу тақырыбы** ішкі жану қозғалтқышынан шығатын газдардың уыттылығын төмендету процесі болып табылады.

**Практикалық маңыздылығы** – қолданыстағы автомобильдерді жаңарту үшін ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішін жобалауға арналған есептеу әдістемесі мен техникалық тапсырманы әзірлеу. Атап айтқанда:

Оңтайлы параметрлері бар эксперименттік толық өлшемді ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішін жобалаудың бірнеше нұсқалары әзірленді, бұл күйе массасының өзгеруінің ультрадыбыссыз және ІЖҚ жұмысының әртүрлі режимдерінде ультрадыбыстық әсермен шөгу қашықтығына эксперименттік тәуелділіктерін алуға мүмкіндік берді;

Зерттеу нәтижелері «ИНСТИТУТ ГРАДИЕНТ ПРОЕКТ» ЖШС-не берілді.

«Жас ғалым» жобасы бойынша 2022-2024 жылдарға арналған «Көлік техникасының іштен жану қозғалтқыштарының пайдаланылған газын тазартудың ультрадыбыстық әдісін әзірлеу және зерттеу» тақырыбы бойынша жас ғалымдардың **гранттық қаржыландыруы** алынды.

**Қысқаша мазмұны.** Диссертацияның бірінші тарауында Қарағанды қаласының мысалында автокөліктердің ауаны ластауына талдау жүргізілді. Газдарды тазарту әдістері талданды, автомобиль дыбыс өшіргішінің патенттері қарастырылды. Оған ультрадыбыстық сәулелендіргіш орнатылған дыбыс өшіргіштер жоқ екендігі анықталды. Зерттеудің мақсаты мен міндеттері қойылған.

Екінші тарауда автомобиль дыбыс өшіргішіндегі пайдаланылған газды тазарту процесінің физикасы сипатталған. Дыбыс өшіргіштегі газ қозғалысының математикалық моделі жасалды және зерттелді. Қозғалыстың дифференциалдық теңдеуі интегралданып, бөлшектің қозғалыс жылдамдығының дыбыс өшіргіш пен ортаның параметрлеріне тәуелділігі алынады.

Газды тазарту тиімділігінің шекаралық шарты алынды, бұл күйе бөлшектерінің тұндыру уақыты дыбыс өшіргіштің қозғалу уақытынан аз болуы керек. Газ бөлшектерінің коагуляция коэффициентінің мәні алынды.

Үшінші тарауда эксперимент сипатталған. Эксперименттің мақсаты тәуелділіктерді алу болды. Коагуляцияның анықтайтын параметрлері: күйе массасы, коагуляция коэффициенті және оның жылдамдығы. Қойылған мақсаттарға жету үшін әзірленген толық өлшемді стендтерде табиғи эксперименттер жүргізілді. Эксперименттердің міндеттері: бірінші кезеңде пайдаланылған газды СО және СН - ден тазарту дәрежесін анықтау, екінші кезеңде тұндырылған күйе массасының L дыбыс өшіргішінің ұзындығына тәуелділік графиктерін белгілеу болды. Әрі қарай, өңдеу кезінде коагуляция коэффициентін есептейміз.

Тәжірибелер нәтижесінде дыбыс өшіргіште автокөліктің пайдаланылған газдарды тазарту тиімділігі туралы гипотезаны қолдайтын тәуелділіктер алынды.

Эксперимент арқылы ІЖҚ шығарындыларын ультрадыбыспен тазарту мүмкіндігі туралы гипотеза расталды, ультрадыбыспен коагуляцияланған бөлшектердің (күйе) массасы 2 еседен астам артады, оттегінің пайызы да артады және көмірқышқыл газының мөлшері азаяды, пайдаланылған газдың бұлттылық дәрежесі айтарлықтай төмендейді, 21%-дан астам;

Төртінші тарау зерттеу нәтижелерін іске асыруға арналған, атап айтқанда: есептеу әдістемесі, экономикалық әсердің мөлшерін анықтау, ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішіне техникалық қызмет көрсету карталарын әзірлеу және жобалауға арналған техникалық тапсырма.

#### **Диссертанттың жеке үлесі.**

Жұмысты автор жеке өзі орындады, оның ішінде автор автомобильдердің ішкі жану қозғалтқыштарының пайдаланылған газдарын тазарту әдістеріне талдау жасады, автомобиль дыбыс өшіргішінің конструкциясына салыстырмалы талдау жасады. Ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің жұмысының математикалық моделін жасады және зерттеді. Аналитикалық жолмен алынған нәтижелерді растау үшін үш нұсқада эксперименттік автомобиль дыбыс өшіргішін жасады. Ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің жұмысын сипаттайтын аналитикалық және эксперименттік тәуелділіктерді алды және салыстырды.

**Жарияланымдар және жұмыстың апробациясы.** Диссертацияның негізгі ережелері 11 ғылыми жұмыста, оның ішінде Scopus дерекқорына кіретін және нөлдік емес импакт-факторы бар 2 бапта, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған 3 бапта, РФДИ рефераттық базасына кіретін 1 бапта, халықаралық ғылыми - практикалық конференциялардың 5 тезисінде жарияланған.

Өнертабысқа Еуразиялық патенттер алуға 2 өтінім жіберілді. Жұмыстың көптеген аспектілері халықаралық, республикалық және университеттік ғылыми конференцияларда ауызша баяндамалар түрінде талқыланды: халықаралық конференцияда «Әлемдік ғылымның перспективалық мәселелері-2019» XV халықаралық ғылыми – практикалық конференциясы, София қ., Болгария; Халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Сағынов оқулары №12, №13, №14);

Scopus базасына кіретін «KOMUNIKACIJE» журналындағы «Exhaust gases under the influence of ultrasound of coagulation of the process of the experimental research of the process of the coagulation» мақаласында, 3 квартиль, Көлік бойынша процентиль 43, журналдың «Automotive in Transport» бөлімінде <https://doi.org/10.26552/com.C.2021.4.B288-B298> автор эксперименттік ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішін әзірледі, эксперименттік зерттеу жүргізді және автокөліктердің ішкі жану қозғалтқышының пайдаланылған газын ультрадыбыспен тазарту бойынша оң нәтижелерге қол жеткізді. Scopus базасына кіретін «KOMUNIKACIJE» журналында «Ultrasonic unit for reducing the toxicity of diesel vehicle exhaust gases» мақаласында, 3 квартиль, көлік бойынша процентиль 43, журналдың

«Automotive in Transport» бөлімінде, <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.3.V189-V198> автор эксперименттік зерттеу жүргізді. ҚарТУ-дың «Университет материалдары» журналындағы «Машина жасау» бөлімінде «Ультрадыбыстық дыбыс өшіргішпен пайдаланылған газ бөлшектерінің коагуляция процесін модельдеу» мақаласында автор ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргіші жұмысының математикалық моделін жасап, зерттеді. «Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы, техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы» журналындағы «Ішкі жану қозғалтқышының пайдаланылған газдарын ультрадыбыстық тазарту процесін зерттеу» мақаласында автор эксперименттік зерттеу жүргізді, нәтижелерге қол жеткізді және Volkswagen Passat B3 көлігі үшін минутына 1000 иінді білік айналымында пайдаланылған газдағы СН және СО мазмұнының диаграммасын жасады. ҚарТУ «Университетінің еңбектері» журналында «Көлік» бөлімінде «Establishment of the Reynolds criterion for ultrasonic cleaning of exhaust gases of Internal combustion engines» мақаласында, автор материалдар мен әдістер бөлімін жазды, металл ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішін әзірледі, эксперимент жүргізді, ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінде кіріктірілген микроскоппен болып жатқан ішкі процестердің фото және бейнежазбасын жасады.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс баспа мәтінінің 114 бетінде жазылған кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындылардан тұрады, 54 сурет, 28 кесте, 114 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздердің тізімі, 6 қосымша бар.

Автор ғылыми кеңесшілерге - т. ғ. д., профессор А. С. Кадыровка, шетелдік ғылыми кеңесшілерге: т. ғ. к., профессор Ш. М. Суяубаевқа және т. ғ. д., профессор Д. И. Илесалиевке, сондай-ақ «ИНСТИТУТ ГРАДИЕНТ ПРОЕКТ» ЖШС директоры Д. Е. Королевке ультрадыбыстық автокөлік глушителін өндіріске енгізуге көмектескені үшін алғыс білдіреді.

**Зерттеу нәтижелері және негізгі қорытындылар.** Диссертацияда жаңа ғылыми негізделген нәтижелер бар, оларды пайдалану автокөліктің ішкі жану қозғалтқыштарының жұмысы кезінде пайдаланылған газдың уыттылығын және атмосфераға ұсақ бөлшектердің (күйенің) зиянды шығарындыларын азайту үшін ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің құрылымдық параметрлерін есептеу әдістемесін әзірлеудің маңызды қолданбалы мәселесін шешуді қамтамасыз етеді.

1. Теориялық және эксперименттік жолмен автокөліктердің ішкі жану қозғалтқышының пайдаланылған газын дыбыс өшіргішке орнатылған ультрадыбыстық генератормен тазарту мүмкіндігі туралы гипотеза расталды;

2. Автомобиль дыбыс өшіргішіне жүргізілген салыстырмалы талдау автокөлікте пайдаланылған газдарды тазартатын тиімді құрылғылардың жоқтығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді;

3. Пайдаланылған газдарды тазарту әдістерін талдау ультрадыбыстық әсер ету арқылы олардың уыттылығын азайту қажеттілігін негіздейді;

4. Автомобиль дыбыс өшіргішіндегі ультрадыбыстың әсерінен пайдаланылған газдарды коагуляциялау процесінің физикалық мәні сипатталған, оны түсіну ішкі жану қозғалтқышынан шығатын газдарды тазарту процесінің математикалық моделін жасау үшін қажет;

5. Газдың қозғалу жылдамдығына және құрылымның геометриялық параметрлеріне байланысты автомобиль дыбыс өшіргішінде күйе тұндырудың шекаралық шарты алынды;

6. Күйе бөлшектерінің коагуляция коэффициентінің өзгеру заңы оның бастапқы және ағымдағы массасына және ультрадыбыстық дыбыс өшіргіштегі әсер ету уақытына байланысты сипатталған, эксперименталды түрде расталған;

7. Эксперимент арқылы ІЖҚ шығарындыларын ультрадыбыспен тазарту мүмкіндігі туралы гипотеза расталды, ультрадыбыспен коагуляцияланған бөлшектердің (күйе) массасы 2 еседен астам артады, оттегінің пайызы да артады және көмірқышқыл газының мөлшері азаяды, пайдаланылған газдың бұлттылық дәрежесі айтарлықтай төмендейді, 21%-дан астам;

8. Газдың түтіні мен тұндырылған күйе массасы автокөлік қозғалтқышының айналу жылдамдығының және бөлшектің өту қашықтығының артуымен артады;

9. Газды тазарту процесінің физикалық мәні бөлшектердің ортокинетикалық коагуляциясынан басқа, сонымен қатар гидродинамикалық коагуляцияның пайда болуында екендігі дәлелденді, бұл күйе массасын арттырады.

10. Ультрадыбыстық автомобиль дыбыс өшіргішінің конструкциялары ұсынылды, өндірілген экономикалық әсер 438 теңгені құрайды.

11. Зерттеудің болашағы – қозғалтқыш-ультрадыбыстық дыбыс өшіргіш жүйесінің оңтайлы жұмыс режимін орнату.