

АҢДАТПА

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

КИРИЛЛ АНАТОЛЬЕВИЧ СИНЕЛЬНИКОВТІҢ
философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған диссертациясы

УЛЬТРАДЫБЫСТЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АВТОМОБИЛЬГЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ ТӘСІЛДЕРІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

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

Әлемде ондаған миллион көлік бар. Автомобиль көлігі индустриясындағы технологиялық дамудың өсуімен бірге автомобиль жүйелерінің күрделілігі де артып келеді, бұл өз кезегінде ақаулар мен проблемалардың жаңа түрлерінің пайда болуына әкеледі.

Автокөлік келесі жүйелерден тұратын тораптар мен бөлшектердің күрделі жиынтығы: қозғалтқыш, трансмиссия, жүрістік бөлігі, электр жабдықтары, салқындату және жылыту жүйесі, отын жүйесі, газ шығару жүйесі, оталдыру жүйесі, майлау жүйесі және тежегіш жүйесі.

Трансмиссия жүйесін, қозғалтқышты, жүрістік бөлікті, қаңқаны ірі автомобиль компаниялары үнемі жетілдіріп отырады.

Дегенмен, кейбір жүйелер автомобиль зауыттарынан тыс жетілдірілуі мүмкін. Оларға автомобиль радиаторларын тазарту және машинаның бәсеңдеткішіндегі пайдаланылған газдарды тазарту жатады.

Талдау бөлшектердің ластануын, үйжайлардағы газдарды, сұйықтықтарды тазарту үшін ультрадыбысты қолдану тиімділігін көрсетті. Ультрадыбыстық акустикалық коагуляция сұйықтыққа әсер еткенде кавитацияны, ал газда ірі бөлшектердің коагуляциясын тудырады.

Қазіргі уақытта автомобиль радиаторларының түтіктері механикалық және химиялық жолмен тазаланады. Бұл екі әдіс те радиатор бөлшектері үшін қауіпсіз емес. Радиаторларды тазартудың осы кемшіліктерсіз жаңа әдісі қажет. Мәселен, ультрадыбыспен түтіктердегі сұйықтықты кавитациялау арқылы радиаторларды тазарту.

Бензин қозғалтқыштары бар автомобильдердің пайдаланылған газдарын тазарту бойынша сәтті зерттеулер жүргізілді. Бағалау критеріі ретінде ультрадыбыстық толқынның әсерімен бәсеңдеткіште коагуляция коэффициенті (күйенің түзілуі) қабылданды.

Бензинді және дизельді қозғалтқыштардың жұмыс принципіндегі айырмашылыққа: әртүрлі қысым мен қолданылатын отынға байланысты алынған нәтижелер соляркамен жұмыс істейтін қозғалтқыш үшін дұрыс емес.

Радиаторларды кавитациямен тазарту бойынша ғылыми және практикалық нәтижелер жоқ, дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарын тазарту бойынша олар жеткіліксіз.

Осыған байланысты радиатор түтіктері мен дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарын ультрадыбыспен тазарту процесін анықтайтын тәуелділіктерді анықтау өзекті болып табылады.

Зерттеу гипотезасы - салқындату жүйесінің радиатор түтіктерін сұйықтықтың кавитациясымен, ал бәсеңдеткіштегі пайдаланылған газды ультрадыбыстық толқындардың әсерінен пайда болатын бөлшектердің коагуляциясы арқылы тазарту мүмкіндігі туралы болжам.

Зерттеудің мақсаты - дизельді қозғалтқыштың бәсеңдеткішіндегі автомобиль радиаторларының түтіктерін және пайдаланылған газдарды ультрадыбыстық толқынмен тазарту процестерін анықтайтын тәуелділіктерді алу.

Мақсатқа жету үшін келесі **міндеттер** шешілді:

- ақауларға, тазалау әдістеріне, салқындатқыш сұйықтықтарды және автомобильдерді салқындату жүйелеріне талдау жүргізілді;
- дизельді қозғалтқышпен жабдықталған автомобильдер үшін конструкцияларға, пайдаланылған газдарды бейтараптандыру жүйелеріне және экологиялық нормаларға талдау жасалды;
- сұйық және газ тәрізді орталары бар ультрадыбыстық толқынның әсері бойынша зерттеу нәтижелеріне талдау жүргізілді;
- ультрадыбыс есебінен сұйық ортада пайда болатын кавитациямен автомобильді салқындату жүйесінің радиатор түтіктерін тазарту әдісіне теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді;
- ультрадыбыстық әсер ету уақытынан бастап регрессия, тазартылатын қақ массасы және түтіктерден сұйықтықтың ағу жылдамдығы теңдеуі алынды;
- радиаторды тазарту процесінің тиімділігін анықтайтын өлшемсіз коэффициенттер негізделді;
- дизельді қозғалтқыштардың бәсеңдеткішіндегі пайдаланылған газдарды тазартудың математикалық моделі әзірленді және зерттелді;
- ультрадыбыстың көмегімен дизельді автомобильдің пайдаланылған газдарының уыттылығы мен түтінін азайту бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

- технологиялық карталар, техникалық тапсырма әзірленді және экономикалық тиімділікті есептеу жүргізілді.

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

Зерттеудің ғылыми жаңалығы төмендегідей:

- эксперименттік жолмен радиаторлардан жуылған қақтың массасын ультрадыбыстың, сұйықтық температурасының және пульпа тығыздығының әсер ету уақытымен байланыстыратын регрессиялық тәуелділіктер алынды;

- пульпа тығыздығына, жуылған қақтың массасына байланысты радиаторларды тазарту тиімділігінің коэффициенттері және ультрадыбыстық әсерге дейін және одан кейін сұйықтықтың ағу жылдамдығы ұсынылды және белгіленді;

- ультрадыбыстың әсерінен пайдаланылған газдың түтіні азаятыны және оттегінің мөлшері артатыны экспериментпен белгілі болды, регрессия теңдеулері алынады, байланыстырушы параметр артады;

- дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарының коагуляциясының математикалық моделін әзірлеу және зерттеу нәтижесінде процестің динамикалық, кинетикалық сипаттамаларын анықтайтын өлшемсіз ұқсастық коэффициенттері анықталды;

- қозғалтқыштың иінді білігінің айналу санына байланысты тазалау процесінің тиімділік коэффициенті ұсынылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- 60 Со шамасындағы температурада жылы су құйылған радиаторда ультрадыбыстық толқынның әсерінен түтіктердің қабырғаларынан қақты кетіретін қарқынды кавитация пайда болады;

- радиатордағы сұйықтықтың қозғалыс жылдамдығының және қақ массасының артуын сипаттайтын тазарту процесінің тиімділік коэффициенттерінің ультрадыбыспен әсер ету уақытынан тәуелділігі;

- пайдаланылған газ түтінділігінің ультрадыбыстық әсерге дейін және одан кейінгі қозғалтқыш айналымдарының санына тәуелділігі;

- турбулентті және ламинарлы режимдердегі газ бөлшектерінің динамикалық үйкеліс қатынасын, осы режимдердегі газ қозғалысының жылдамдығын және УЗ 100 Вт, ІЖҚ 120 кВт УЗ қуаттарының қатынасын сипаттайтын өлшемсіз коэффициенттер.

Автор қорғайды:

1. Автомобиль радиаторларының түтіктерін ультрадыбыстық әсермен тазарту әдісі;

2. Дизельді ІЖҚ пайдаланылған газдарын автомобильдің бәсеңдеткішінде ультрадыбыспен тазарту әдісі;

3. Эксперименттік зерттеулерден алынған нәтижелер;

4. Автомобиль бәсеңдеткішіндегі газ бөлшектері қозғалысының математикалық моделі;

5. Бәсеңдеткіштегі радиаторлар мен газды тазарту процестері үшін алынған ұқсастық коэффициенттері;

6. Автокөліктің салқындату жүйесінің радиаторларын ультрадыбыспен тазарту бойынша әзірленген техникалық карталар және дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газды тазарту жүйесін жобалауға арналған техникалық тапсырма.

Зерттеу нысандары: автомобиль радиаторы және дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газын тазарту жүйесі.

Зерттеу тақырыбы: ультрадыбысты қолдана отырып, автомобильдің салқындату жүйесінің радиаторларын және дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарын тазарту процесі.

Практикалық маңыздылығы радиаторлардың түтіктерін ультрадыбыспен тазартудың технологиялық картасын және дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын бәсеңдеткіште тазарту бойынша жабдыққа арналған техникалық тапсырманы әзірлеу болып табылады;

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

Қысқаша мазмұны.

Әдеби және патенттік көздер бойынша бірінші тарауда ІЖҚ-мен жабдықталатын көлік құралдары жүйелерінің жұмысы мен техникалық қызмет көрсетуіне талдау жасалды. Жүргізілген талдау негізінде автор көлік құралының жұмысын және техникалық қызмет көрсетуді жаңарту жүйелерін таңдады. Ультрадыбыстық жүйелерге аналитикалық шолу жасалды және автомобильдің пайдаланылған газдарын тазартудың ультрадыбыстық және электрлі импульстік әдісін салыстырды. Сұрақтың жай-күйін талдау және аналитикалық шолу зерттеу міндеттерін қоюмен аяқталады.

Екінші тарауда автор конструкцияларға, ақауларға және салқындату жүйесі мен радиаторларды тазалау әдістерін талдады. Радиатор түтіктерін ультрадыбыспен тазарту процесінің физикалық мәні келтірілген. Автор эксперименттік қондырғыны әзірледі және жасады, ультрадыбыстың көмегімен автомобильдің салқындату жүйесінің радиаторларын тазарту әдісін әзірлеу және зерттеу нәтижелеріне эксперименттік зерттеу және талдау жасады.

Диссертацияның үшінші тарауы дизельді ІЖҚ пайдаланылған газдарын ультрадыбыстық тазарту процесін зерттеуге арналған. Автор дизельді қозғалтқыштың конструкциясы мен жұмысына, дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарын шығару және бейтараптандыру жүйелеріне шолу жасады, ультрадыбыстық коагуляция процесінің физикасы келтірілген, дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарының коагуляциясының математикалық моделі жасалған. Автор дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарының уыттылығын төмендету үшін конструкция жасады, эксперимент жүргізді және алынған нәтижелерге талдау жасады. эксперименттік қондырғыны әзірледі және жасады.

Төртінші тарауда зерттеу нәтижелерін іске асыру ұсынылған. Автор ультрадыбыстың көмегімен автомобиль радиаторларына техникалық қызмет

көрсету карталарын және бәсеңдеткіштегі дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын тазарту бойынша жабдыққа техникалық тапсырмаларды ұсынды, ультрадыбыстың көмегімен салқындату жүйесінің радиаторларын тазартуға техникалық қызмет көрсету әдісінің экономикалық тиімділігін есептеді. Қорытындыда диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша қысқаша тұжырымдар келтірілген.

Диссертанттың жеке үлесі.

Жұмысты автор жеке өзі орындады, оның ішінде автор автомобильдердің іштен жанатын қозғалтқыштарын салқындату жүйесінің радиаторларын тазарту әдістеріне талдау жасады, дизельді қозғалтқыштардың бәсеңдеткіштерінің конструкциясына салыстырмалы талдау жасады. Автомобильдің ультрадыбыстық бәсеңдеткіші жұмысының математикалық моделін әзірледі және зерттеді. Аналитикалық жолмен алынған нәтижелерді растау үшін радиатор түтіктерін ультрадыбыстың көмегімен тазартуға арналған эксперименттік стенд және дизельді қозғалтқышқа арналған автомобиль бәсеңдеткішін жасады. Ультрадыбыстың көмегімен автомобильдің радиаторы мен дизельді қозғалтқышқа арналған бәсеңдеткіш түтіктерін тазарту жұмысын сипаттайтын аналитикалық және эксперименттік тәуелділіктерді алды және салыстырды.

Жұмысты жариялау және сынақтан өткізу. Диссертацияның негізгі ережелері 11 ғылыми жұмыста, оның ішінде Scopus дерекқорына кіретін және нөлдік емес импакт-факторы бар 3 мақалада, ҚР ҰӘҚ ғылым мен жоғары білім сапасын қамтамасыз ету Комитеті ұсынған 5 мақалада, халықаралық ғылыми - практикалық конференциялардың 2 тезисінде жарияланған. «Газдарды тазарту әдісі» пайдалы моделіне патент алынды.

Жұмыстың көптеген аспектілері халықаралық, республикалық және университеттік ғылыми конференцияларда ауызша баяндамалар түрінде баяндалды және талқыланды:

Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда (№14, №15 Сағынов оқулары);

Scopus базасына кіретін «KOMUNIKACIE» журналындағы «Studying the Process of Transport Equipment Cooling System Ultrasonic Cleaning» мақаласында, 3 кuartиль, Көлік бойынша процентиль 43, <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.4.B288-B300> «Automotive in Transport» журналының бөлімінде автор автомобильдің радиаторларын ультрадыбыстық тазартуға арналған эксперименттік қондырғыны әзірледі, эксперименттік зерттеу жүргізді және ультрадыбыстың көмегімен автомобиль радиаторының түтіктерін тазарту мүмкіндігі бойынша оң нәтижелерге қол жеткізді.

Scopus базасына кіретін «KOMUNIKACIE» журналындағы «Ultrasonic unit for reducing the toxicity of diesel vehicle exhaust gases» мақаласында, 3 кuartиль, Көлік бойынша процентиль 43, <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.3.B189-B198> «Automotive in Transport» журналының бөлімінде автор дизельді іштен жанатын қозғалтқыштар үшін ультрадыбыстық бәсеңдеткіш әзірледі, эксперименттік зерттеу жүргізді және

дизельді пайдаланылған газдарды ультрадыбыспен тазарту бойынша оң нәтижелерге қол жеткізді.

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы, Техникалық ғылымдар мен технологиялар сериясы» журналындағы «Іштен жанатын қозғалтқыштың пайдаланылған газдарын ультрадыбыстық тазарту процесін зерттеу» мақаласында автор эксперименттік зерттеу жүргізді.

«ҚазАТК хабаршысы" журналының «Көлік, көлік инженериясы» бөліміндегі «Development of a methodology for experimental studies to determine the optimal operating modes of an ultrasonic muffler» мақаласында автор бәсеңдеткіш құрылғысына ультрадыбыстық сәулелендіргішті енгізу арқылы іштен жанатын қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын тазарту жүйесін жетілдіру бойынша эксперименттік зерттеу жүргізді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс баспа мәтінінің 147 бетінде жазылған кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындылардан тұрады, 76 сурет, 24 кесте, 187 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздердің тізімі, 3 қосымша бар.

Автор ғылыми кеңесшілер - т. ғ. д., профессор А. С. Қадыровка, т. ғ. д. шетелдік ғылыми кеңесші, профессор Р.Л. Сахаповқа, сондай-ақ «ИНСТИТУТ ГРАДИЕНТ ЖОБА» ЖШС директоры Д. Е. Королевке ультрадыбыстық толқындардың әсер етуі есебінен автомобильдің салқындату жүйесінің радиаторларын және дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын тазарту тәсілдерін өндіріске енгізуге көмектескені үшін алғыс білдіреді.

Зерттеу нәтижелері және негізгі қорытындылар. Диссертацияда жаңа ғылыми негізделген нәтижелер бар, оларды пайдалану маңызды қолданбалы міндетті шешуді қамтамасыз етеді: ультрадыбыстық толқынның әсерінен автомобильдің салқындату жүйесінің радиаторларын және дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын тазарту әдістерін әзірлеу.

Зерттеу нәтижесінде келесі тұжырымдар жасалды:

1. Қозғалтқышты салқындату жүйесінің радиатор түтіктерін тазарту үшін ультрадыбысты қолдану тиімділігі туралы гипотеза расталды;

2. Автомобильдердің конструкцияларына, ақауларына, салқындату жүйесін тазарту әдістеріне талдау жасалды;

3. Дизельді қозғалтқышпен жабдықталған автомобильдер үшін конструкцияларға, пайдаланылған газдарды бейтараптандыру жүйелеріне және экологиялық нормаларға талдау жасалды;

4. Ультрадыбыстық толқындардың сұйық және газ тәрізді орталарға әсері бойынша зерттеу нәтижелері талданды;

5. Іштен жанатын қозғалтқыштардың істен шығуының 40%-ы салқындату жүйесінің дұрыс жұмыс істемеуінен болатындығы анықталды.

6. Радиатор түтіктерінен жуылған қақ массасының ультрадыбыстық әсер ету уақытына және сұйықтықтың температурасына регрессиялық тәуелділігі эксперименталды түрде алынды;

7. Ультрадыбыстық әсерден кейін радиатор түтіктері арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығы және сұйықтықтың тығыздығы артады;
8. Барботаж арқылы сұйықтықты ауамен қанықтыру тазалау тиімділігін арттырады, себебі түтіктердегі кавитация артады;
9. Қақ массасының, сұйықтықтың ағу жылдамдығының және пульпа тығыздығының бастапқы мәндерге қатынасымен анықталатын процесс тиімділігінің өлшемсіз коэффициенттері ұсынылды және анықталды;
10. Газдардың ламинарлы және турбулентті қозғалысы кезінде автомобильдің бәсеңдеткішіндегі пайдаланылған газдарды тазартудың математикалық моделі әзірленді және зерттелді;
11. Газ бөлшектерінің қозғалыс амплитудасының турбуленттілігі мен жылдамдығының процестің тиімділігіне әсерін анықтайтын өлшемсіз коэффициенттер ұсынылды;
12. Автокөліктің салқындату жүйесінің радиаторларын ультрадыбыспен тазарту бойынша техникалық карталар әзірленді;
13. Дизельді қозғалтқыштың пайдаланылған газдарды тазарту жүйесін жобалауға техникалық тапсырма әзірленді;
14. Экономикалық тиімділікті есептеу жүргізілді.