



ХҒТАР 73.31.41
Ғылыми мақала

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-153-4-214-234>

Форсирленген дизельді қозғалтқыштардың өнімділігін майлау жүйесіндегі май көлемін басқаруды жақсарту арқылы арттыру

А.М. Табинбаев^{1*} , К.К. Джолдасова¹ , А.М. Биниязов² ,
А.С. Денисов³ 

¹Қ. И. Сәтбаева атындағы Қазақ ұлттық ұлттық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан

²Батыс Қазақстан инновациялық технологиялық университеті, Орал, Қазақстан

³Ю.А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті,
Саратов, Ресей

*E mail: amanzhol.tabinbayev.84@mail.ru, k.joldassova@satbayev.unersity,
abiniyazov@mail.ru, denisov0307@mail.ru*

Андатпа. Бұл ғылыми-зерттеу жұмысының өзектілігі автомобильдердегі форсирленген қозғалтқыштарды пайдалану тиімділігін арттыру және оларды жөндеуге кететін ағымдағы шығындарды азайту үшін қосымша мүмкіндіктерді іздеу қажеттілігімен негізделеді. Зерттеу мақсаты — қозғалтқыштағы май деңгейінің майдың ескіру процестеріне және дизельді қозғалтқыштың техникалық жай-күйінің өзгеруіне әсер етуінің жалпы принциптері мен заңдылықтарын бағалау. Зерттеу барысында автомобиль қозғалтқышын пайдалану кезінде мотор майы параметрлерінің өзгеру сипатына эксперименттік бағалау жүргізілді. Алынған нәтижелер әр 2000 км сайын май құюды қарастыратын, қазіргі уақытта қабылданған автомобиль дизельді қозғалтқышының қартеріне май құю жиілігін қайта қарау қажеттілігін көрсетеді. Себебі, бұл жағдайда қозғалтқышты пайдалануға кететін меншікті шығындар жоғары болғандықтан, экономикалық тұрғыдан тиімсіз. Нәтижелердің практикалық маңыздылығы оларды автокөлік техникасына қызмет көрсету кезінде, сондай-ақ күрделі жөндеу немесе дизельді қозғалтқыштарды форсирлеу қажет болған жағдайда, майлау жүйесіндегі май көлемін өзгерту мүмкіндігінде жатыр.

Түйін сөздер: көлік кәсіпорындары, күрделі жөндеу, техникалық қызмет көрсету, қосалқы бөлшектер, конструктивтік параметрлер, апатсыз пайдалану.

Түсті 10.09.2025. Жөнделді 23.11.2025. Мақұлданды 27.11.2025. Онлайн қолжетімді 30.12.2025

* хат хабар үшін авторы

Кіріспе

Көлік құралдарының апатсыз жұмыс істеуіне техникалық қызмет көрсету талаптарын сақтау, яғни майлау жүйесіндегі майды уақытылы ауыстыру және қозғалтқыш пен басқа да тетіктердің техникалық жай-күйін бақылау арқылы қол жеткізуге болады.

Автомобильдерді пайдалану тиімділігіне қойылатын талаптардың үнемі артуы қозғалтқыштарды форсирлеуді қажет етеді. Бұл, өз кезегінде, қозғалтқыш тетіктері мен элементтерінің термиялық кернеуін арттыруға, мотор майының тиімділігін күрт төмендетуге әкеледі. Соның салдарынан, майдың «жанып кетуі» көбейіп, қоспалар тез ескіреді, үйкелетін бөлшектердің тозуы жылдамдап, олардың бетінде күйе пайда болады, бұл қозғалтқыштың қызмет ету мерзімін айтарлықтай қысқартады.

Автомобиль қозғалтқышының майлау жүйесінің дұрыс жұмыс істеуі оның техникалық жай-күйі мен жұмысқа қабілеттілігін айтарлықтай анықтайды және қызмет ету мерзіміне тікелей әсер етеді. Форсирленген қозғалтқыштардың майлау жүйесінің тиімділігі оның үйкелетін беттер арасындағы үйкеліс процесін қалыпқа келтіру арқылы тозуды барынша азайту қабілетіне байланысты. Осы тұрғыда, майлау жүйесіндегі май көлемін басқару арқылы форсирленген қозғалтқыштардың жұмысқа қабілеттілігін арттыру мәселесі алдыңғы қатарға шығады.

2024 жылдың басында Қазақстан Республикасының автомобиль шаруашылығында қалыптасқан жағдайға сәйкес, бұл мәселені сәтті шешу қозғалтқыштардың апатсыз жұмыс істеу мерзімін ұзартуға және олардың сенімділігін арттыруға кең мүмкіндіктер ашады, бұл өз кезегінде автокөлік техникасын пайдалану қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді.

2022 жылы А.М. Биниязов пен А.С. Денисовтың ғылыми зерттеулерінде майлау жүйесіндегі май көлемін басқаруды жетілдіру арқылы форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқыштарын пайдалану тиімділігін арттыру мәселелері қарастырылған. Авторлар автомобиль қозғалтқыштарының жұмыс сенімділігін арттыру Қазақстан экономикасы үшін маңызды міндеттердің бірі екенін атап өтеді. Қозғалтқыштардың тозу, істен шығу және соған байланысты техниканың тоқтап қалуы қосалқы бөлшектердің көп шығынына және автокөлік техникасын пайдаланудағы қиындықтарға әкеледі. Елде қосалқы бөлшектерді өндіруге жаңа автомобильдер шығаруға бөлінген қаражаттың жартысына дейін жұмсалады. Сонымен қатар, мақалада автомобиль қозғалтқыштарын күрделі жөндеу құнын төмендету және олардың қызмет ету мерзімін арттыру мәселелері қарастырылмаған.

Өз кезегінде, Р.Ю. Зарипов және т.б. (2023) автомобиль негізіндегі гибриді қондырғыны әзірлеудің бірқатар проблемалық аспектілерін қарастырып, автомобиль қозғалтқышының майлау жүйесіндегі май көлемін басқару процесін жетілдіру автокөлікті пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңызды аспектісі екенін атап өткен. Зерттеушілердің пікірінше, қозғалтқыш картеріндегі қажетті май деңгейін сақтау бөлшектердің қажетті температуралық режимін қамтамасыз ету, үйкеліс жұптарынан тозу өнімдерін шығару, сондай-ақ майдағы қоспалар арқылы оңтайлы майлау жағдайларын жасау үшін қажет. Алайда, мақалада бұл міндеттерді шешудің технологиялық жолдары қарастырылмаған.

М. Табатабаев және т.б. (2022) биодизельдің антиоксиданттарының әсерінен дизельді қозғалтқыштардың жұмыс сипаттамаларының өзгеруіне қатысты бірқатар проблемалық аспектілерді бірлесіп қарастырған. Ғалымдар биоотынды пайдалану автомобиль

қозғалтқыштарын форсирлеудің жаңа, қосымша мүмкіндіктерін ашады деген пікірде. Сонымен қатар, авторлар дизель отынын тұтыну көлемін азайту жалпы экологиялық жағдайға оң әсер етеді және сонымен бірге майлау жүйесіндегі мотор майының көлемін оңтайлы деңгейде ұстауға мүмкіндік береді деп атап өтеді. Дегенмен, бір отын түрінен екіншісіне ауысқан кезде қозғалтқыштың конструктивтік схемасына өзгерістер енгізу мәселелері ғылыми зерттеуде қарастырылмаған.

Сонымен қатар, V. Praveena және т.б. (2023) бірлескен ғылыми зерттеуде сафлор майымен жұмыс істейтін және сутегі газымен байытылған ішкі жану қозғалтқышының тиімділігін бағалау және қоршаған ортаға шығаратын қалдықтардың сипаты мәселелерін қарастырған. Зерттеушілердің пікірінше, қозғалтқыш картеріндегі май көлемін басқару қоршаған ортаға зиянды шығарындыларды азайту үшін қажет. Дегенмен, бұл мәселені шешудің нақты нұсқалары ғылыми жұмыста келтірілмеген.

Б. Жардемов және т.б. (2021) Қазақстанның машина жасау үшін маңыздылығы тұрғысынан екі отынмен жұмыс істейтін автомобиль және локомотив қозғалтқыштарын форсирлеу мәселелерін қарастырған. Қозғалтқыштың жұмысқа қабілеттілігін арттыру үшін картердегі май көлемін басқаруды және жұмыстың барлық кезеңдерінде қозғалтқыштың жай-күйін бақылауды дұрыс ұйымдастыру қажет екендігі атап өтілген. Бұл ретте зиянды шығарындылар көлемін азайту мәселелері қарастырылмаған.

2023 жылы X. Rao және т.б. жүргізген ғылыми зерттеуде ыстық қозғалтқышта жүргізілген жүріс сынақтары кезінде мотор майына графен-аттапульгит қоспаларын енгізу арқылы дизельді қозғалтқыштардың эмиссиялық және вибрациялық сипаттамаларының өзгеру мәселелері қарастырылған. Зерттеушілер форсирленген автомобиль қозғалтқыштарын пайдалану кезінде жалпы отын энергиясының шамамен 4%-дан 15%-ға дейіні механикалық үйкеліс күштерін жеңуге жұмсалатынын атап өтеді. Бұл факті қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі мотор майы көлемінің өзгеру динамикасын басқару процестерінің маңыздылығын көрсетеді, өйткені май деңгейі оның қозғалмалы бөліктерінің үйкеліс күшінің параметріне әсер етеді, бұл қозғалтқыштың өнімділігі мен қызмет ету мерзіміне тікелей әсер етеді. Зерттеушілердің пікірі бұл жұмыста баяндалған нәтижелермен сәйкес келеді, өйткені қозғалтқыш картеріндегі май температурасының май құю көлеміне тәуелділігі эксперименттік жолмен анықталған, ал май температурасының параметрі қозғалтқыштың қозғалмалы бөліктерінің үйкеліс күшімен тікелей байланысты.

Өз кезегінде, 2021 жылы M. Magiappa және т.б. бірлескен ғылыми зерттеуінде автомобиль қозғалтқыштарының майлау жүйесіндегі май көлемін басқару мәселелерін шешу мақсатында пиролиздік пластикалық майды өндіру және оңтайландыру бойынша проблемалық аспектілердің кең кешені қарастырылған. Авторлардың пікірінше, автомобиль қозғалтқышының майлау жүйесіндегі май көлемін басқару процестерін оңтайландыру осы қозғалтқыштың жұмысқа қабілеттілігі мен қызмет ету мерзіміне тікелей әсер етеді. Бұл ретте, пиролиз катализаторы ретінде көмір күлін қосқанда май шығымы айтарлықтай артады, бұл қозғалтқыштың қозғалмалы элементтері арасындағы үйкеліс күшін төмендетіп, оның мерзімінен бұрын тозуын болдырмайды. Ғалымдардың қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі май көлемін басқару процестерін оңтайландыру тұрғысынан пікірі осы ғылыми зерттеудің нәтижелеріне сәйкес келеді, ал көмір күлінің бұл процестегі рөліне қатысты пікірді практикада тексеру қажет. Сонымен қатар, R. Sabarish, M.P. Kumar и R. Rajasekar (2022) отын қоспаларының дизельді қозғалтқыштардың жұмысқа

қабілеттілігіне әсерін зерттеу бойынша бірлескен ғылыми жұмыстарында сапалы отынға деген қажеттілік және майлау жүйесінің жұмысын басқару мәселелері дизельді қозғалтқыштардың жоғары деңгейдегі жұмысқа қабілеттілігін сақтау контекстіндегі негізгі факторлардың бірі болып табылатыны атап өтілген. Ғалымдардың пікірінше, балама отын түрлерін, атап айтқанда, бірқатар тағамдық немесе тағамдық емес майлардан өндірілген биодизельді пайдалану автомобиль қозғалтқышының зиянды шығарындыларының түзілу қаупін азайтады, оның қызмет ету мерзімін ұзартады, сондай-ақ майлау жүйесіндегі май көлемін басқару процесін айтарлықтай жеңілдетеді. Зерттеушілердің бұл қорытындылары осы зерттеудің нәтижелеріне қайшы келмейді, алайда олардың нақты дәлелдерін алу үшін тәжірибе жүзінде тексеруді қажет етеді.

R. Senthilraja және т.б. (2016) ғылыми-зерттеу жұмысында дизельді автомобиль қозғалтқышының өнімділігі және оның қалдықтарының қоршаған ортаға әсері мәселелері қарастырылған. Зерттеушілер форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқышының сипаттамалары, оның шығарындыларының сипаттамалары және отынның тұтануы мен жануы кезіндегі жұмыс істеу ерекшеліктері арасында тікелей өзара байланыс бар деген қорытындыға келген. Ғалымдардың пікірінше, автомобиль қозғалтқышын форсирлеу кезінде майлау жүйесіндегі май көлемінің өзгеру тенденцияларын, сондай-ақ оның жұмысқа қабілеттілігіне әсер ететін конструктивтік ерекшеліктерін (жану камерасының көлемі, тактылығы және т.б.) ескеру қажет. Авторлардың пікірі осы зерттеудің нәтижелерімен расталады, өйткені олар автомобиль дизельді қозғалтқышының конструктивтік ерекшеліктері мен оның жұмысқа қабілеттілігі арасындағы тәуелділіктің бар екенін көрсетеді.

Өз кезегінде, Q. Xin (2013) өзінің ғылыми зерттеуінде қозғалтқышты майлаудың қозғалмалы бөліктердің үйкеліс күшіне әсер ету заңдылықтарын зерттей отырып, қозғалтқыштағы үйкеліс күшін азайтуға жекелеген кіші жүйелерді: поршень торабын, клапан жүйесін, поршеньдік сақиналарды және т.б. жаңғыртуға бағытталған бірқатар конструктивтік шараларды енгізу ықпал ететінін атап өтеді. Бұл ретте, енгізілетін өзгерістер оның жұмыс режимін бұзбау үшін қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі майдың оңтайлы деңгейін ұстап тұрумен келісілуі тиіс. Ғалымдардың қорытындылары осы жұмысты орындау кезінде алынған нәтижелерге сәйкес келеді, сондай-ақ олардың дизельді қозғалтқыштың жұмысқа қабілеттілігіне әсер етуі тұрғысынан майлау жүйесіндегі май көлемін өзгерту бойынша конструктивтік шаралардың маңыздылығын көрсетеді.

2018 жылы G. Sujesh пен S. Ramesh зерттеушілер тобы бірлесіп жазған ғылыми мақалада дизельді қозғалтқыштарды модельдеудің және олардың жұмысын басқарудың бірқатар жалпы принциптері қарастырылған. Ғалымдар қозғалтқыштың бірқатар параметрлері, атап айтқанда, сығу дәрежесі (CR), сондай-ақ бүрку сәті биодизельдік қоспалармен жұмыс істейтін дизельді қозғалтқыштың процестері мен шығарындыларына айтарлықтай әсер ететініне назар аударады. Авторлардың пікірінше, форсирленген дизельді қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі май көлемінің өзгеруін басқару зиянды шығарындылардың сипатын бақылауды қамтуы керек, өйткені картердегі май деңгейі мен қозғалтқыштың жұмысы арасында, демек, оның қоршаған ортаға шығаратын қалдықтарының сипаты арасында айқын өзара байланыс бар. Авторлардың пікірі осы ғылыми жұмыстың нәтижелерімен расталады, себебі қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі

май деңгейінің оның функционалдығының өзгеруімен тәуелділігі анық көрінеді.

S.B. Chauhan және т.б. (2020) ғалымдар тобы өз жұмыстарында орташа қуатты форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқыштарына арналған қызған майдың шығарындыларының сипаттамаларын зерттеудің бірқатар проблемалық аспектілерін қарастырды. Отындарды қозғалтқышқа беру кезінде олардың температурасының жоғарылауы тежегіштердің пайдалы әсер коэффициентінің айтарлықтай артуына және олардың меншікті энергия тұтынуының төмендеуіне әкеледі деген пікір айтылады. Болашақта жылу алмастырғышта қыздырылған ятрофа майын пайдалану автомобиль дизельді қозғалтқыштары үшін отынның сенімді және тиімді баламасы бола алады, бұл олардың жұмысқа қабілеттілігін арттыру перспективалары тұрғысынан өте маңызды. Зерттеушілердің пікірі даулы болып көрінеді, себебі оны практикалық жолмен тексеруді қажет етеді.

Сонымен қатар, M.T. Boldaji және т.б. (2021) ғалымдар тобы бірлесіп бірқатар отын қоспаларының автомобиль дизельді қозғалтқышындағы эквиваленттілік коэффициентінің, пайдаланылған газдардағы оттегі үлесінің, сондай-ақ су мен май температурасының өзгеру динамикасына әсерін зерттеді. Авторлар бүгінгі таңда құрамында табиғи негіздегі оттегі мөлшері жоғары отынды, атап айтқанда, этанол мен биодизельді дәстүрлі дизельді отынның тиімді алмастырғышы ретінде қарастыруға болатынын атап өтеді. Бұл автомобиль дизельді қозғалтқыштарының жұмысқа қабілеттілігін арттыру және оларды форсирлеу перспективалары тұрғысынан маңызды, себебі мұндай тәсіл қозғалтқыштағы май шығынын айтарлықтай азайтып, май көлемін басқару процесін жеңілдетеді. Ғалымдардың пікірі өте даулы болып көрінеді, себебі оны қолдайтын нақты практикалық нәтижелер әлі алынған жоқ.

Өз кезегінде, J. Patel және т.б. (2023) жалпы автомобиль өнеркәсібіне және атап айтқанда мотор майларына арналған сұйықтықтарды өндіру процестерінің қазіргі жай-күйін зерттеді. Ғалымдар мотор майына қоспа ретінде наносұйықтықтарды практикалық қолдану оның қасиеттерін жақсартады және қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі май көлемін басқару тұрғысынан оңтайлы нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді, сонымен қатар автомобиль дизельді қозғалтқыштарын форсирлеу үшін оңтайлы жағдайлар жасайды деген қорытындыға келді. Зерттеушілердің қорытындылары осы ғылыми жұмыстың нәтижелеріне сәйкес келеді, себебі сапалы май қоспаларын пайдалану оның қасиеттерін жақсартады, бұл автомобиль қозғалтқышының майлау жүйесіндегі май көлемін басқарудың оңтайлы жағдайларына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Осы ғылыми зерттеудің мақсаты — қозғалтқыштағы май көлемінің майдың ескіру процестеріне және форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқышының техникалық жай-күйінің өзгеруіне әсер ету заңдылықтарын зерттеу.

Әдіснама

Талдау әдісін қолдану арқылы майлау жүйесіндегі май деңгейін басқару есебінен форсирленген дизельді қозғалтқыштардың жұмысқа қабілеттілігін арттыру перспективалары тұрғысынан Қазақстан Республикасының автокөлік паркін дамытудың ағымдағы проблемалары мен міндеттері қарастырылды. Сонымен қатар, автомобиль қозғалтқыштарын күрделі жөндеу құнының олардың бастапқы құнына қатынасы және бұл қозғалтқыштардың екіншілік қызмет ету мерзімін бағалау туралы деректер алынды. Синтез әдісін қолдану форсирленген автомобиль қозғалтқышының майлау жүйесіндегі

май көлемін басқару процесінің автомобильді қауіпсіз пайдалану тұрғысынан маңыздылығын бағалауға мүмкіндік берді.

Жалпылау әдісін қолдану автомобиль дизельді қозғалтқышының майлау жүйесінің функционалдығы мен олардың бүкіл қызмет ету мерзімі ішіндегі жұмысқа қабілеттілігі арасындағы өзара байланысты талдауға мүмкіндік берді. Бұдан басқа, көрсетілген әдістердің үйлесімі картер мен майлау жүйесіндегі май деңгейін басқару арқылы дизельді қозғалтқыштардың жұмысқа қабілеттілігін арттыру мәселесін шешудің перспективаларын бағалауға мүмкіндік берді. Сондай-ақ, бұл әдістер форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқыштарында әртүрлі май қоспаларының тиімділігін талдауға жол ашты.

Автомобиль қозғалтқышын пайдалану кезінде мотор майы параметрлерінің өзгеру сипатына эксперименттік баға беру үшін 28 КАМАЗ көлігіне үш жыл бойы бақылау жүргізілді. Бұл эксперимент "ЮгТрансГаз" ЖШС Автомобиль көлігі басқармасында жүргізілді. Алынған мотор майы сынамалары әрбір 2000 км жүргеннен кейін талдауға ұшырады. Эксперименттік мотор майы сынамасының көлемі 1,5 литрді құрады, барлығы 180 сынама талданды. Shell Rimula R3 X SAE 15W40 маркалы мотор майы пайдаланылды.

Май сынамаларын талдау кезінде келесі параметрлер анықталды: кинематикалық тұтқырлық (сСт), ашық тигельдегі тұтану температурасы ($^{\circ}\text{C}$), ластану деңгейі (cm^{-1}), сілтілік саны (mg KOH/g май), 20°C -дағы тығыздық (g/dm^3), судың массалық үлесі (%). Барлық қажетті талдаулар 2024 жылдың басына қарай Қазақстан Республикасындағы қолданыстағы МЕМСТ (ГОСТ) әдістемелеріне сәйкес зертханада орындалды.

Құйылған май көлемінің әсерін анықтау үшін экспериментке таңдалған барлық көліктер (28 бірлік) құйылатын майдың орташа көлеміне сәйкес шартты түрде төрт топқа бөлінді.

- Бірінші топқа бір құюдағы май көлемі 1,5-тен 3,5 литрге дейін болған көліктер енгізілді.
- Екінші топқа бұл параметр 3,5-тен 5,5 литрге дейін болған көліктер кірді.
- Үшінші топта — 5,5-тен 7,5 литрге дейін.
- Төртінші топта — 7,5-тен 10 литрге дейін.

Әрбір эксперименттік топ бойынша келесі көрсеткіштер анықталып, тіркелді:

- Бүкіл рейс бойы тіркелген картердегі майдың орташа температурасы.
- Орташа май шығыны.
- Майлау жүйесіндегі қысым.

Температура параметрін анықтау үшін май көлемін өлшейтін шұп орналасқан жерге термометр қойылды. Майлау жүйесіндегі май қысымын өлшеу үшін аспаптар панелінде орналасқан стандартты автомобиль манометрі пайдаланылды. Май шығыны май шұпындағы ең жоғарғы белгіге дейін құйылған май көлемі бойынша анықталды.

Нәтижелер мен талқылау

Келтірілген әдістеме бойынша жинақталған және өңделген эксперименттік деректер майдың күй көрсеткіштерінің жұмыс істеу уақытына тәуелділік параметрлерін алуға мүмкіндік берді (1-кесте). Тәуелділіктердің өздері 1-4-суреттерде келтірілген.

-кестеден көрініп тұрғандай, R^2 сенімділік параметріне қарағанда, барлық көрсеткіштер жоғары тығыз байланыспен аналитикалық тәуелділіктерге сәйкес келеді.

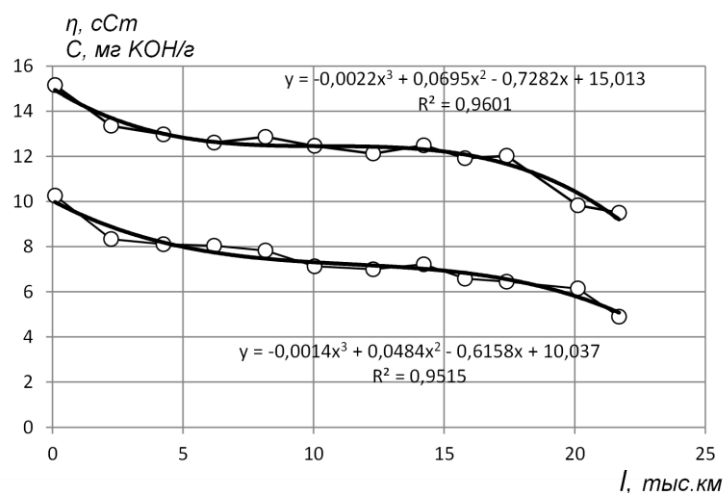
Майдың ескіру қарқындылығы тек қана жұмыс істеу уақытына (немесе наработкаға) ғана емес, сонымен қатар жануды өтеу үшін құйып қосу жағдайларына да байланысты болады.

1 – кесте. Мотор майы күйі көрсеткіштерінің жұмыс істеу уақытына (немесе наработкаға) тәуелділік параметрлері

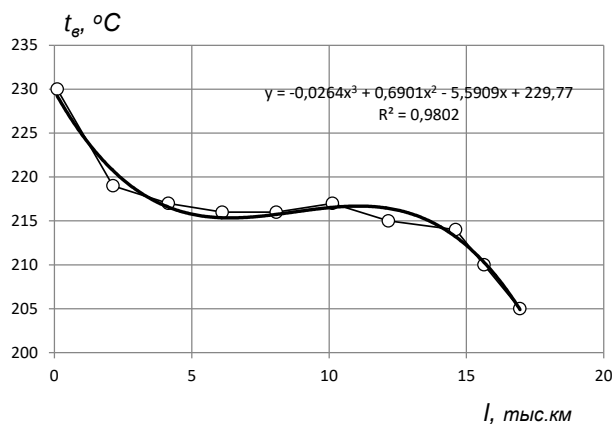
Көрсеткіштер	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>R</i> ²
η , сСт	15,01	-0,728	0,0695	-0,0022	0,961
<i>C</i> , мг КОН/г	10,037	-0,616	0,048	-0,0014	0,952
<i>t</i> _ө , °C	229,8	-5,591	0,69	-0,0254	0,98
<i>Z</i> , см ⁻¹	52,46	55,6	-3,45	0,173	0,883
ρ , кг/м ³	884,2	-1,505	0,168	-0,007	0,982

* η – кинематикалық тұтқырлық, сСт; *C* – сілтілік саны, мг КОН/г;

*t*_ө – ашық тигельдегі тұтану температурасы, °C; *Z* – ластану деңгейі, см⁻¹; ρ – тығыздық, кг/м³.

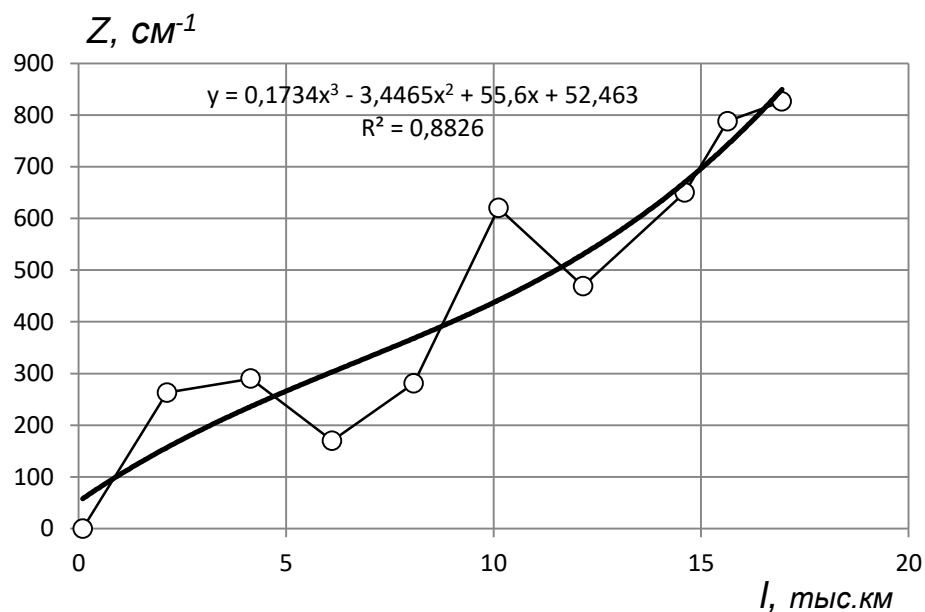


1 – сурет. Мотор майының жұмыс істеу процесіндегі КАМАЗ-ЕВРО автокөліктері бойынша сілтілік саны *C* мен тұтқырлықтың η өзгеруі

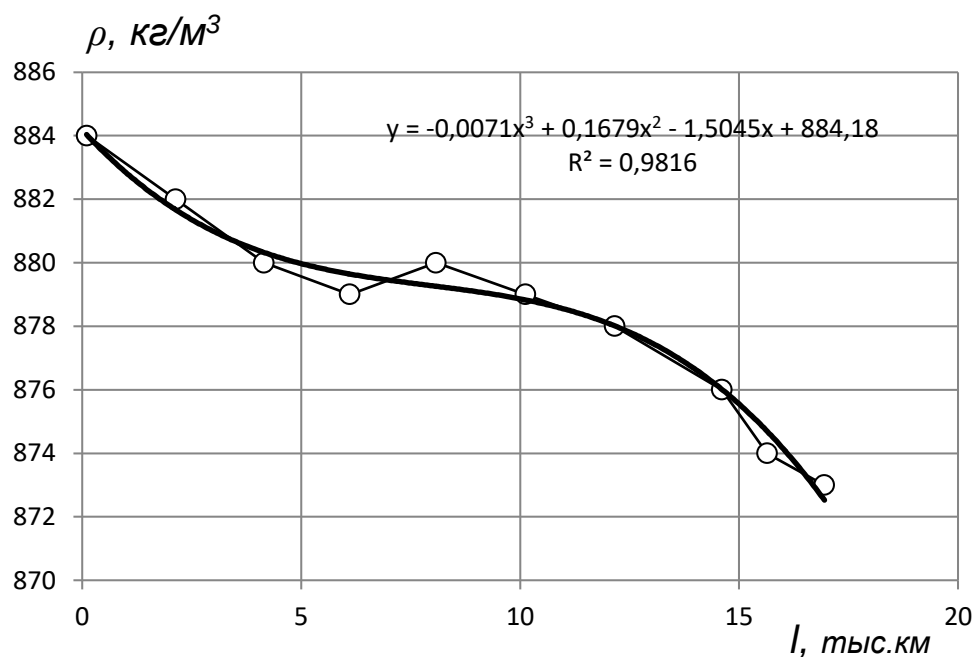


2 – сурет. Мотор майының жұмыс істеу процесіндегі КАМАЗ-ЕВРО автокөліктері бойынша тұтану температурасының *t*_ө өзгеруі

Бақылаудағы партияның автокөліктері бойынша майды құйып қосу (долив) деректерін өңдеу құйылатын май көлемінің таралуын (5-сурет) алуға және оның параметрлерін (2-кесте) анықтауға мүмкіндік берді.



3 – сурет. Мотор майының жұмыс істеу процесіндегі КАМАЗ-ЕВРО автокөліктері бойынша ластану дәрежесінің Z өзгеруі

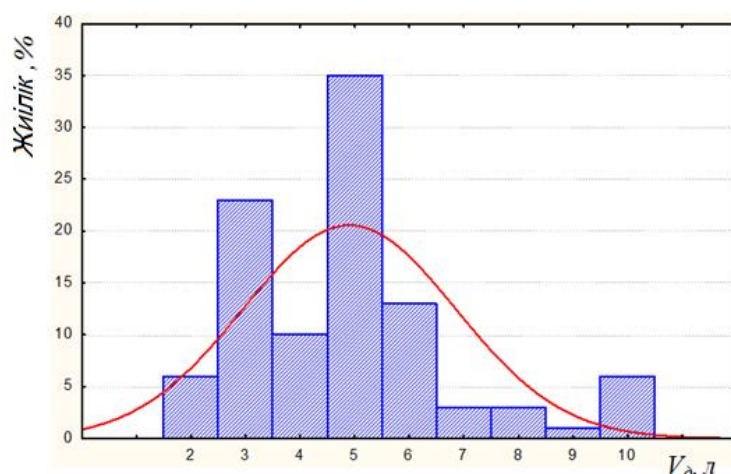


4 – сурет. Мотор майының жұмыс істеу процесіндегі КАМАЗ-ЕВРО автокөліктері бойынша тығыздықтың ρ өзгеруі

2 – кесте. Құйылатын май көлемі таралуының параметрлері

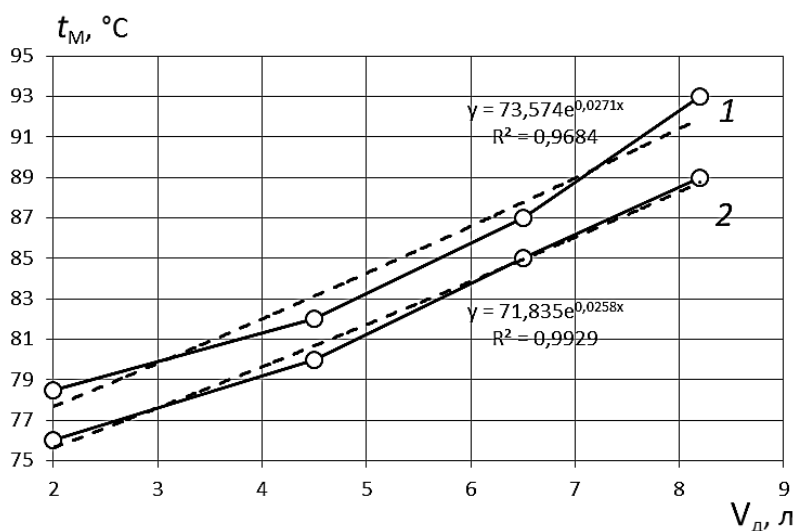
Көрсеткіштер	Орташа мән	Вариация коэффициенті
Бір реттік құйып қосу көлемі, л	3,6	0,292
Меншікті құйып қосу, л/мың км	1,78	0,289

2-кестеден көрініп тұрғандай, майды құйып қосу (долив) көлемі мен мерзімділігі ұсынылған мәндерден екі есе жоғары.



5 - сурет. Жануды (шығынды) өтеу үшін құйылатын май көлемінің таралуы

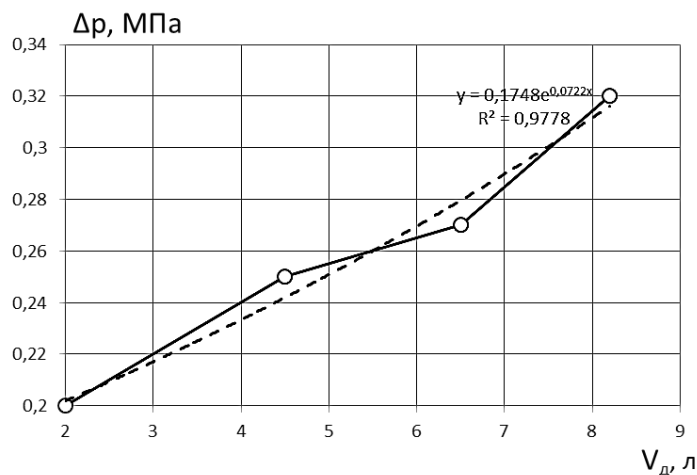
Майды құйып қосу мерзімділігінен басқа, құйылған майдың көлемі де қозғалтқыштың сенімділігіне әсер етеді.



6-сурет. Автокөлік қозғалтқышының картеріндегі май температурасының (жазда - 1, қыста - 2) құйылатын май көлеміне тәуелділігі.

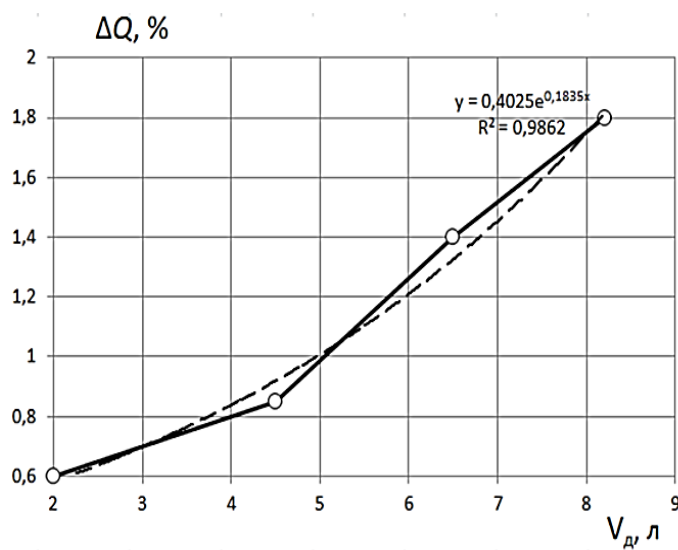
Эксперименттік жолмен майды бір реттік құю көлемі біртіндеп артқанда, белгілі бір уақыт ішінде сирек құйылған кезде май температурасының орташа есеппен 13-14°C-қа артқаны анықталды. Бұл қозғалтқыш картерінде май көлемінің аз болуымен түсіндіріледі,

бұл оның жылу өткізгіштік коэффициентінің төмен болуына әкеледі. Нәтижесінде, автомобиль қозғалтқышының техникалық жай-күйі күрт өзгереді (майлау жүйесіндегі май қысымы 40-45%-ға өзгереді), сонымен қатар майдың ескіруі қарқындырақ болады (75-80%-ға дейін).



7-сурет. Үш жылдық пайдалану кезеңінде қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі қысымның төмендеуінің бір реттік құйылған май көлеміне тәуелділігі.

Майдың құйылатын көлемі азайған, бірақ құю жиілігі жоғары болған жағдайда, майдың жалпы көлемі қажетті ең жоғарғы деңгейге жақын болады.

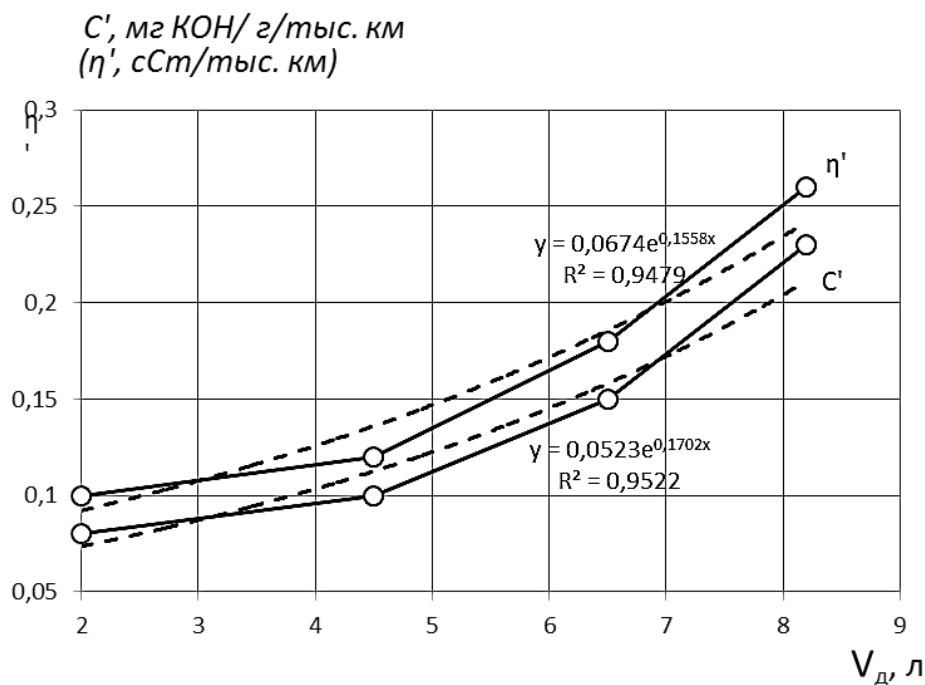


8-сурет. Қозғалтқыштың үш жылдық пайдалану кезеңінде майдың «жанып кетуге» кететін шығынының бір реттік құйылған май көлеміне тәуелділігі.

Бұл, өз кезегінде, жылу өткізгіштіктің жоғары болуын және май температурасының төмен болуын қамтамасыз етеді, бұл май параметрлерінің өзгеру қарқындылығын

төмендетуге және автомобиль қозғалтқышының техникалық жай-күйін тұрақтандыруға әкеледі.

6-9 суреттерде автомобиль қозғалтқышы майының әртүрлі параметрлерінің белгілі бір уақыт мезеттерінде картердегі нақты деңгейіне тәуелділігі көрсетілген. Жоғарыда көрсетілген тәуелділіктерді анықтау КАМАЗ-ЕВРО автомобилінің майлау жүйесінің істен шығуының алдын алуға және май құюға кететін меншікті пайдалану шығындарының көлемін анықтауға мүмкіндік берді.



9-сурет. Майдың тұтқырлығы мен сілтілігі параметрлерінің төмендеу қарқындылығының бір реттік құйылған май көлеміне тәуелділігі.

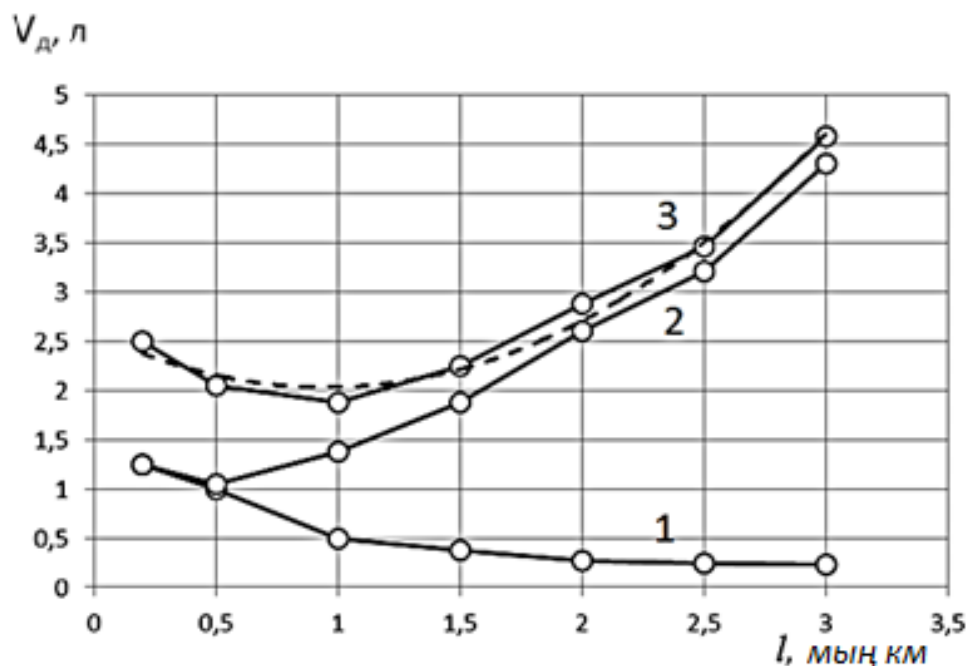
3-кесте. Май күйі көрсеткіштерінің Y майды бір реттік құйып қосу көлемінен V_0 экспоненциалды тәуелділігінің параметрлері V_0 ($Y=Ae^{bV_0}$)

Май күйінің көрсеткіші	A	b	R^2
Жаздағы картердегі температура, °C	73,574	0,0271	0,968
Қыстағы картердегі температура, °C	71,835	0,0258	0,953
Жүйедегі қысымның төмендеуі, МПа	0,175	0,0722	0,978
Май тұтқырлығының төмендеу қарқындылығы, сСт/мың км	0,0674	0,1558	0,948
Сілтіліктің төмендеу қарқындылығы, мг КОН/г/мың км	0,0523	0,1702	0,952

R^2 – эксперименттік деректерге арналған тренд сызығының сенімділік параметрі.

Осыған сәйкес, майлау жүйесіне май құюға дейінгі қозғалтқыштың оңтайлы жүріс мөлшері 1000 км-ді құрайды. Мотор майының қызмет ету мерзімі ішінде 17-18 рет май құю қажет, әр құюдың көлемі 1,8-2 литр болуы тиіс.

10-суретте әртүрлі шығындар көлемінің май құю жиілігіне графикалық тәуелділігі көрсетілген.



10-сурет. Шығындар көлемінің май құю жиілігіне тәуелділігі.

10-суретте келесі көрсеткіштер белгіленген:

1. Мотор майын құюға кететін пайдалану шығындарының көлемі.
2. Автомобиль дизельді қозғалтқышын жөндеуге кететін пайдалану шығындарының көлемі.
3. Пайдалану процесіндегі жиынтық шығындардың көлемі.

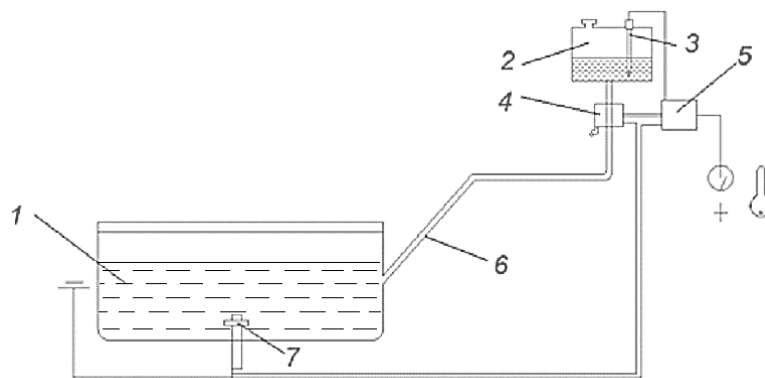
Алынған нәтижелер ең төменгі қажетті деңгейде келесі көрсеткіштерді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді: картердегі май температурасын, қозғалтқыштың техникалық жай-күйінің өзгеру қарқындылығын, сондай-ақ майдың ескіру қарқындылығын. Бұл, мотор майын көрсетілген шарттарда құю кезінде, автомобиль қозғалтқышының ең жоғары рұқсат етілген қызмет ету мерзімі және мотор майының нормативтік жарамдылық кезеңі толығымен қамтамасыз етілетінін білдіреді.

Осы оңтайлы май құю режимін қамтамасыз ету мақсатында форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқыштарында қолдануға арналған арнайы май деңгейін реттегіш жасалды. Бұл реттегіш 11-суретте көрсетілген. Бұл реттегіш жеке өнертабыс ретінде танылып, № 2641184 патенті берілген.

Конструктивтік схемасы 11-суретте көрсетілген бұл құрылғы — автомобильді пайдаланушылардың қалауы бойынша ғана жүргізілетін, автомобильдің функционалдық тюнингінің элементі болып табылады. Ұсынылған технологиялық элементтің тәжірибелік үлгілері экспериментке қатысқан дизельді қозғалтқыштары бар үш автомобильге орнатылған. Қазіргі уақытта олар Қазақстан Республикасының автокөлік кәсіпорындарының бірінде практикалық, жүріс сынақтарынан өтуде.

11-суретте келесі бөліктер белгіленген:

1. Қозғалтқыштың май картері.
2. Мотор майына арналған резервуар (бак).
3. Резервуардағы май көлемінің индикаторы.
4. Беру клапаны.
5. Ауыстырып-қосқыш.
6. Иілгіш май құбыры.
7. Қозғалтқыш картеріндегі май деңгейінің датчигі.



11-сурет. Форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқышының картеріндегі май көлемін реттегіштің жұмыс істеу схемасы (№ 2641184 ресми патентке сәйкес).

Дереккөз: автор құрастырған

Бұл реттегіштің конструктивтік жұмыс істеу принципі келесідей:

- Автомобиль жүргізушісі қозғалтқыш жұмыс істемей тұрғанда және автомобиль қозғалмай тұрғанда 5-ауыстырып-қосқыш арқылы реттеу жүйесін қосады.
- Май деңгейі шұптың ең жоғарғы белгісінен төмен түскен кезде, 7-датчик арқылы 4-клапанға сигнал жіберіледі. Клапан ашылып, 2-резервуардан мотор майы тікелей 1-қозғалтқыш картеріне құйылады.
- Мотор майы шұптың жоғарғы белгісіне дейін көтерілген сәтте, 7-датчик 4-клапанның жабылуына сигнал береді. Осы кезде қозғалтқыш картеріне май құйылуы тоқтайды.
- Резервуардағы май таусылған кезде, жүргізуші 3-индикатордан резервуарға май құю қажеттілігі туралы сигнал алады.

Практикада май деңгейін реттегішті қолдану картердегі майдың нақты деңгейі шұптағы барлық белгілерден төмен болған жағдайда дизельді қозғалтқышты пайдаланудың алдын алуға мүмкіндік береді. Бұл апатты әсерлер нәтижесінде қозғалтқыштың иінді білік подшипниктерінің және цилиндр-поршеньді тобының зақымдану ықтималдығын айтарлықтай төмендетеді. Практикада май деңгейін реттегіштің орнына автомобильдің әрбір 1000 км жүрісінен кейін май құюды қолдануға болады, бұл ретте картердегі май деңгейі шұптағы ең жоғарғы белгіден жоғары болмауы тиіс.

Форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқыштары майлау жүйесінде

қолданылатын майларға қоспалардың көлемін үнемі арттыруды талап етеді. Ең алдымен, тұтқырлықты арттыратын, жуғыш және диспергирлеуші қоспалардың қолданылу көлемі ұлғаяды. Соңғы екі типтегі қоспалар негізінен турбокомпрессорда, қозғалтқыш цилиндрлері мен поршеньдерінде түзілетін көміртекті шөгінділердің түзілу қарқындылығын төмендетуге арналған. Қозғалтқыштарды форсирлеу кезінде майлау жүйесіндегі май көлемін басқару процестерінің тиімділігін арттыру үшін диспергирлеуші және жуғыш қоспалар ретінде негізінен сілтілігі жоғары сульфонаттар, сондай-ақ алкилсалицилаттар қолданылады. Бұдан басқа, алкилфеноляттар мен карбон қышқылдарының және сульфоқышқыл тұздарының басқа да түрлері кеңінен қолданылады [11].

Майдың жуғыш қоспалары әсер етуіне қарай дисперсанттар мен детергенттерге бөлінеді.

Дисперсанттар шламның (лайдың) түзілуіне, әртүрлі тотығу өнімдерінің жабысуына, сондай-ақ механизмдер мен жеке бөлшектердің беттерінде шайыр шөгінділерінің пайда болуына кедергі келтіреді. Бұл май қоспаларының түрі ретінде негізінен сукцинимидтер мен полярлығы қарама-қарсы топтары бар полимерлер қолданылады. Дисперсанттарды қолдану ластанулар мен тотығу өнімдерінің коллоидты бөлшектерін суспензия күйінде ұстап тұруға мүмкіндік береді [1]. Негізінен, осы типтегі қоспалардың арқасында сөндірілген қозғалтқыштың тазалығы сақталады.

Детергенттер айқын жуғыш қасиеттерімен ерекшеленеді, оларды қолдану арқылы бөлшектер мен механизмдердің беті тотығу өнімдерінен қорғалады. Анионды детергенттер қатарына негізінен майда оңай еритін алкилбензолсульфонаттар, фосфонаттар және осы сияқты басқа да қосылыстар жатады [15]. Олардың барлығының айқын сілтілік қасиеттері бар және тотығу өнімдерін бейтараптандыру процестерінде өте тиімді.

Бұл ғылыми зерттеу барысында форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқышының жұмысқа қабілеттілігін сипаттайтын бірқатар параметрлердің май құю көлеміне тәуелділік сипатын көрсететін нәтижелер алынды.

Сондай-ақ, майлау жүйесіндегі май көлемін басқару процесінің негізгі элементі болып табылатын қозғалтқыштың май деңгейін реттегіштің конструктивтік схемасы мен жұмыс істеу принципі ұсынылды.

Осылайша, бұл жұмыстың нәтижелерін форсирленген автомобиль дизельді қозғалтқыштарының жұмысқа қабілеттілігін майлау жүйесіндегі май көлемін басқаруды жетілдіру арқылы арттырудың жалпы принциптерін зерттеуге бағытталған бірқатар зерттеулердің нәтижелерімен және қорытындыларымен салыстыру олардың ғылыми зерттеудің бірқатар негізгі параметрлері бойынша сәйкестігін көрсетеді.

Қорытынды

Осы ғылыми зерттеуді орындау барысында форсирленген автомобиль

қозғалтқышының картеріндегі майдың қажетті деңгейін ұстап тұрған жағдайда, қозғалтқыш бөлшектерінің қажетті температуралық режимі қамтамасыз етілетіні анықталды. Бұдан басқа, үйкелетін бөлшектерден тозу өнімдерінің шығарылуы және майдағы қоспалардың жиынтығын қолдану арқылы оңтайлы майлау жағдайлары қамтамасыз етіледі.

Форсирленген автомобиль қозғалтқышын пайдалану барысында ағып кету және "жанып кету" салдарынан картердегі май көлемі біртіндеп азаяды, сонымен қатар майдың ескіруіне байланысты оның қасиеттері өзгереді. Бұл майлау жүйесінің функционалдық жағдайында көптеген проблемаларға, май температурасының біртіндеп артуына, сондай-ақ қалыпты майлау режимінің бұзылуына және қозғалтқыш бөлшектерінің тозуының жеделдеуіне әкеледі.

Жүргізілген эксперименттік зерттеу автомобиль дизельді қозғалтқышының майлау жүйесіне бір реттік құйылған отын көлемі мен оның жұмысқа қабілеттілігін сипаттайтын бірқатар параметрлер арасындағы тәуелділіктің бар екенін анық көрсетеді. Мұндай параметрлерге келесілер жатады: жазда және қыста қозғалтқыш картеріндегі май температурасы; қозғалтқыштың майлау жүйесіндегі май қысымының төмендеу шамасы мен сипаты; қозғалтқышты пайдаланудың үш жылы ішінде майдың "жанып кетуге" кететін шығынының артуы; майдың тұтқырлығы мен сілтілігі параметрлерінің төмендеу қарқындылығы. Бұл, май деңгейін басқарудың негізгі элементі ретінде, автомобиль дизельді қозғалтқышының картеріндегі май деңгейін реттегішті практикалық қолданудың орындылығын негіздейді.

Зерттеу нәтижелерін практикалық қолданудың экономикалық тиімділігінің қорытынды бағасын қалыптастыру, іс жүзінде бар және жоспарланған оңтайлы май құю режимдерінде дизельді автомобиль қозғалтқышының майлау жүйесінің жұмыс қабілеттілігін сақтауға кететін шығындар көлемін салыстыруды қарастырды. Жүргізілген эксперимент барысында майды әр 2000 км жүріс сайын құю экономикалық тұрғыдан тиімсіз екендігі анықталды, өйткені бұл жағдайда меншікті орташа шығындар көлемі ұсынылған май құю жиілігіне қарағанда 1,48 есе жоғары болады.

Форсирленген, автомобильдік, дизельді қозғалтқыштардың жұмысқа қабілеттілігін арттыру мүмкіндіктерін іздеу саласындағы одан арғы ғылыми зерттеулердің перспективалары Қазақстан Республикасының көлік кәсіпорындарын елеулі ресурсқа ие және техникалық қызмет көрсетуі сенімді сапалы техникамен қамтамасыз ету мәселелерін шешу қажеттілігімен негізделеді.

Авторлардың қосқан үлесі.

А.М. Табинбаев - мәтін жазу және мақаланың рәсімделуіне елеулі үлесін қосты; зерттеу нәтижелерін жинау, талдау жұмыстарын жасады;

К.К. Джолдасова - мақаланың тұжырымдамасына және жариялау үшін мақаланың соңғы нұсқасын бекітуде елеулі үлесін қосты;

А.М. Биниязов - зерттеу нәтижелерін жинау, талдау жұмыстарында елеулі үлесін қосты;

А.С. Денисов - зерттеу нәтижелерін жинау, талдау жұмыстарында елеулі үлесін қосты;

Әдебиеттер тізімі

1. Биниязов, А.М., Денисов, А.С., Повышение эффективности эксплуатации форсированных автомобильных дизельных двигателей совершенствованием управления объёмом масла в смазочной системе [Текст] // Қазақстан ғылымы мен техникасы. – 2022. - №. 4. -127-138 б.
2. Зарипов Р. Ю., Муканов Р. Б., Миллер С. А., Садыков А. А., Гаврилов П., Автомобиль негізінде гибриді энергетикалық қондырғы тұжырымдамасын әзірлеу [Текст] //

Қазақстан ғылымы мен техникасы. – 2023. - №. 1. -130-140 б.

3. Boldaji, M.T., Ebrahimzadeh, R., Kheiralipour, K., Borghei, A.M., 2021, Effect of some BED blends on the equivalence ratio, exhaust oxygen fraction and water and oil temperature of a diesel engine, *Biomass and Bioenergy*, Volume 35, Issue 10, pp. 4099-4106. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096195341100198X>
4. Chauhan, B.S., Kumar, N., Jun, Y.D., Lee, K.B., 2020. Performance and emission study of preheated Jatropha oil on medium capacity diesel engine, *Energy*, Volume 35, Issue 6, pp. 2484-2492. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210001076>
5. Mariappan, M., Panithasan, M.S., Venkadesan, G., 2021, Pyrolysis plastic oil production and optimisation followed by maximum possible replacement of diesel with bio-oil/methanol blends in a CRDI engine, *Journal of Cleaner Production*, Volume 312, 127687. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621019053>
6. Oqut, H., Oquz, H., Aydin, F., Ciniviz, M., Deveci, H., 2019, The investigation of the use of plant-based wild mustard and boron doped oil as engine lubrication oil in diesel engines, *Renewable Energy*, Volume 136, pp. 79-83. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148118315714>
7. Patel, J., Sani, A., Barai, D.P., Bhanvase, B.A., 2023, A minireview on nanofluids for automotive applications: Current status and future perspectives, *Applied Thermal Engineering*, Volume 219, Part A, 119428. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431122013588>
8. Phya, M.Z.M., Wai, P., Thin, M.H., Oh, B.-S., Phairate, W., Srilomsak, M., Charoenphonphanich, C., Masomtob, M., Srimanosaowapak, S., Kosaka, H., Karin, P., 2023, Experimental investigation of metallic partial-flow particulate filter on a diesel engine's combustion pressure and particle emission, *Case Studies in Thermal Engineering*, Volume 49, 103188. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X2300494X>
9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X2300494X>
10. Prasad, G.A., Murugan, P.C., Wincy, W.B., Sekhar, S.J., 2021, Response Surface Methodology to predict the performance and emission characteristics of gas-diesel engine working on producer gases of non-uniform calorific values, *Energy*, Volume 234, 121225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221014730>
11. Praveena, V., Bai, F. J., Balasubramanian, D., Devarajan, Y., Aloui, F., Varuvel, E.G., 2023, Experimental assessment on the performance, emission and combustion characteristics of a safflower oil fueled CI engine with hydrogen gas enrichment, *Fuel*, Volume 334, Part 2, 126682. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236122035062>
12. Ramasubramanian, S., Kumar, S.S., Karikalan, L., Baskar, S., 2021, Performances emissions behaviors of Compression ignition engine by mahua oil, *Materialstoday: proceeding*, Volume 37, Part 2, pp. 982-985. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320346411>
13. Rao, X., Sheng, C., Guo, Z., Dai, L., Yuan, C., 2023, A novel finding on tribological, emission, and vibration performances of diesel engines linking to graphene-attapulgite lubricants additives under hot engine tests, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 182, 113366. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403212300223X>
14. Sarabish, R., Kumar, M.P., Rajasekar, R., 2022, Experimental investigation on direct injection diesel engine fuelled by JFO with nano additives, *MaterialsToday: proceeding*, Volume 62, Part 4, pp. 1821-1829. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321082006>
15. Senthilraja, R., Sivakumar, V., Thirugnanasambandham, K., Nedunchezian, N., 2016,

- Performance, emission and combustion characteristics of a dual fuel engine with Diesel–Ethanol – Cotton seed oil Methyl ester blends and Compressed Natural Gas (CNG) as fuel, *Energy*, Volume 112, pp. 899-907. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054421630888X>
16. Singh, G., Sharma, S., Sinhg, J., Kumar, S., Singh, Y., Ahmadi, M.H., Issakhov, A., 2021, Optimization of performance, combustion and emission characteristics of acetylene aspirated diesel engine with oxygenated fuels: An Experimental approach, *Energy Reports*, Volume 7, pp. 1857-1874. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721001918>
17. Sujesh, G., Ramesh, S., 2018, Modeling and control of diesel engines: A systematic review, *Alexandria Engineering Journal*, Volume 57, Issue 4, pp. 4033-4048. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016818301984>
18. Tabatabaev, M., Hasseinzadeh-Bandbaphia, H., Kumar, D., Singh, B., Shanbeig, H., Lam, S.S., Aghbasha, M., 2022, Biodiesel antioxidants and their impact on the behavior of diesel engines: A comprehensive review, *Fuel Processing Technology*, Volume 232, 107264. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378382022001047>
19. Xin, Q., 2013, 10 - Friction and lubrication in diesel engine system design, *Diesel Engine System Design*, pp. 651-758. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781845697150500108>
20. Yesilyurt, M.K., Aydin, M., Yilbasi, Z., Arsian, M., 2020, Investigation on the structural effects of the addition of alcohols having various chain lengths into the vegetable oil-biodiesel-diesel fuel blends: An attempt for improving the performance, combustion, and exhaust emission characteristics of a compression ignition engine, *Fuel*, Volume 269, 117455. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236120304506>
21. Zhardemov, B., Kanatbayev, T., Abzaliyeva, T., Koilybayev, B., Nazarbekova, Z., 2021, Justification of location of LNG infrastructure for dual-fuel locomotives on the railway network in Kazakhstan, *Procedia Computer Science*, Volume 149, pp. 548-558. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919301838>

А.М. Табинбаев^{*1}, К.К. Джолдасова¹, А.М. Биниязов², А.С. Денисов³

¹ *Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Республика Казахстан, Алматы, Казахстан*

² *Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск, Казахстан*

³ *Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Саратов, Российская федерация*

Повышение производительности форсированных дизельных двигателей за счет улучшения управления объемом масла в системе смазки

Аннотация. Актуальность данной научно-исследовательской работы обосновывается необходимостью поиска дополнительных возможностей для повышения эффективности использования форсированных двигателей на автомобилях и снижения текущих затрат на их ремонт. Цель исследования — оценить общие принципы и закономерности влияния уровня масла в двигателе на процессы старения масла и изменение технического состояния дизельного двигателя. В ходе исследования была проведена экспериментальная оценка характера изменения параметров моторного масла в процессе эксплуатации автомобильного двигателя. В

результате получены данные, отражающие характер зависимости различных параметров, характеризующих работоспособность форсированного автомобильного дизельного двигателя, от величины заправочной емкости. Также был установлен характер зависимости объема затрат на повышение работоспособности форсированного автомобильного дизельного двигателя от частоты заправки масла в процессе эксплуатации. Кроме того, дано описание принципа работы и предложена конструктивная схема регулятора уровня масла в картере двигателя. Полученные результаты показывают необходимость пересмотра принятой в настоящее время периодичности заправки масла в картер автомобильного дизельного двигателя, предусматривающей заправку каждые 2000 км. В этом случае удельные затраты на эксплуатацию двигателя высоки и экономически невыгодны. Практическая значимость результатов заключается в возможности изменения объема масла в системе смазки при техническом обслуживании автотранспортной техники, а также в случае необходимости капитального ремонта или форсирования дизельных двигателей.

Ключевые слова: транспортные предприятия, капитальный ремонт, техническое обслуживание, запасные части, конструктивные параметры, безаварийная эксплуатация.

A.M. Tabinbayev^{1*}, K.K. Dzholdasova¹, A.M. Biniyazov², A.S. Denisov³

¹ Satbayev University, Almaty city, Republic of Kazakhstan

² West Kazakhstan Innovation and Technology University, Uralsk city, Republic of Kazakhstan

³ Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov city, Russian Federation

Enhancing the performance of forced-induction diesel engines by improving oil volume management in the lubrication system

Abstract. The relevance of this research is based on the need to find additional ways to improve the efficiency of using forced-induction engines in vehicles and to reduce the ongoing costs of their maintenance. The research aims to evaluate the general principles and patterns of how oil level in the engine affects oil aging and changes in the technical condition of the diesel engine. The study included an experimental assessment of how motor oil parameters change during the operation of a car engine. The results provided data that shows how various parameters, which characterize the performance of a forced-induction automotive diesel engine, depend on the oil fill capacity. The study also determined how the cost of improving the performance of a forced-induction automotive diesel engine relates to the frequency of oil changes during its operation. Furthermore, the paper describes the operating principle and proposes a design for a regulator of the oil level in the engine crankcase. The findings indicate a need to reconsider the current practice of changing the oil in the crankcase of automotive diesel engines every 2000 km. This is because, under this schedule, the specific operating costs of the engine are high and economically inefficient. The practical significance of the results lies in the ability to change the oil volume in the lubrication system during vehicle maintenance, as well as when a major overhaul or forced induction of diesel engines is required.

Keywords: transport enterprises, major overhaul, maintenance, spare parts, design parameters, accident-free operation.

References

1. Biniyazov, A.M., Denisov, A.S., Povyshenie effektivnosti ekspluatatsii forsirovannykh avtomobilnykh dizelnykh dvigatelei sovershenstvovaniem upravleniya obomom masla v smazochnoi sisteme [Increasing the efficiency of operation of forced diesel engines by improving the control of oil volume in the lubrication system] // *Qazaqstan ғылымы мен техникasy.* – 2022. - №. 4. -127-138 b.
2. Zaripov R. İu., Mukanov R. B., Miller S. A., Sadykov A. A., Gavrilov P., Avtomobil negızinde gibridtı energetikalyq qondyrğy tūjyrymdamasyn āzirleu [Development of the concept of a hybrid power plant based on a car] // *Qazaqstan ғылымы мен техникasy.* – 2023. - №. 1. -130-140 b.
3. Boldaji, M.T., Ebrahimzadeh, R., Kheiralipour, K., Borghei, A.M., 2021, Effect of some BED blends on the equivalence ratio, exhaust oxygen fraction and water and oil temperature of a diesel engine, *Biomass and Bioenergy*, Volume 35, Issue 10, pp. 4099-4106. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096195341100198X>
4. Chauhan, B.S., Kumar, N., Jun, Y.D., Lee, K.B., 2020. Performance and emission study of preheated Jatropha oil on medium capacity diesel engine, *Energy*, Volume 35, Issue 6, pp. 2484-2492. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210001076>
5. Mariappan, M., Panithasan, M.S., Venkadesan, G., 2021, Pyrolysis plastic oil production and optimisation followed by maximum possible replacement of diesel with bio-oil/methanol blends in a CRDI engine, *Journal of Cleaner Production*, Volume 312, 127687. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621019053>
6. Oqut, H., Oquz, H., Aydin, F., Ciniviz, M., Deveci, H., 2019, The investigation of the use of plant-based wild mustard and boron doped oil as engine lubrication oil in diesel engines, *Renewable Energy*, Volume 136, pp. 79-83. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148118315714>
7. Patel, J., Sani, A., Barai, D.P., Bhanvase, B.A., 2023, A minireview on nanofluids for automotive applications: Current status and future perspectives, *Applied Thermal Engineering*, Volume 219, Part A, 119428. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431122013588>
8. Phya, M.Z.M., Wai, P., Thin, M.H., Oh, B-S., Phairate, W., Srilomsak, M., Charoenphonphanich, C., Masomtob, M., Srimanosaowapak, S., Kosaka, H., Karin, P., 2023, Experimental investigation of metallic partial-flow particulate filter on a diesel engine's combustion pressure and particle emission, *Case Studies in Thermal Engineering*, Volume 49, 103188. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X2300494X>
9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X2300494X>
10. Prasad, G.A., Murugan, P.C., Wincy, W.B., Sekhar, S.J., 2021, Response Surface Methodology to predict the performance and emission characteristics of gas-diesel engine working on producer gases of non-uniform calorific values, *Energy*, Volume 234, 121225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221014730>
11. Praveena, V., Bai, F. J., Balasubramanian, D., Devarajan, Y., Aloui, F., Varuvel, E.G., 2023, Experimental assessment on the performance, emission and combustion characteristics of a safflower oil fueled CI engine with hydrogen gas enrichment, *Fuel*, Volume 334, Part 2, 126682. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236122035062>
12. Ramasubramanian, S., Kumar, S.S., Karikalan, L., Baskar, S., 2021, Performances emissions behaviors of Compression ignition engine by mahua oil, *Materialstoday: proceeding*, Volume 37,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320346411>

13. Rao, X., Sheng, C., Guo, Z., Dai, L., Yuan, C., 2023, A novel finding on tribological, emission, and vibration performances of diesel engines linking to graphene-attapulgite lubricants additives under hot engine tests, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 182, 113366.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403212300223X>

14. Sarabish, R., Kumar, M.P., Rajasekar, R., 2022, Experimental investigation on direct injection diesel engine fuelled by JFO with nano additives, *MaterialsToday: proceeding*, Volume 62, Part 4, pp. 1821-1829. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321082006>

15. Senthilraja, R., Sivakumar, V., Thirugnanasambandham, K., Nedunchezian, N., 2016, Performance, emission and combustion characteristics of a dual fuel engine with Diesel-Ethanol – Cotton seed oil Methyl ester blends and Compressed Natural Gas (CNG) as fuel, *Energy*, Volume 112, pp. 899-907. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054421630888X>

16. Singh, G., Sharma, S., Sinhg, J., Kumar, S., Singh, Y., Ahmadi, M.H., Issakhov, A., 2021, Optimization of performance, combustion and emission characteristics of acetylene aspirated diesel engine with oxygenated fuels: An Experimental approach, *Energy Reports*, Volume 7, pp. 1857-1874. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721001918>

17. Sujesh, G., Ramesh, S., 2018, Modeling and control of diesel engines: A systematic review, *Alexandria Engineering Journal*, Volume 57, Issue 4, pp. 4033-4048. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016818301984>

18. Tabatabaev, M., Hasseinzadeh-Bandbaphia, H., Kumar, D., Singh, B., Shanbeig, H., Lam, S.S., Aghbashia, M., 2022, Biodiesel antioxidants and their impact on the behavior of diesel engines: A comprehensive review, *Fuel Processing Technology*, Volume 232, 107264. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378382022001047>

19. Xin, Q., 2013, 10 - Friction and lubrication in diesel engine system design, *Diesel Engine System Design*, pp. 651-758.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781845697150500108>

20. Yesilyurt, M.K., Aydin, M., Yilbasi, Z., Arsian, M., 2020, Investigation on the structural effects of the addition of alcohols having various chain lengths into the vegetable oil-biodiesel-diesel fuel blends: An attempt for improving the performance, combustion, and exhaust emission characteristics of a compression ignition engine, *Fuel*, Volume 269, 117455. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236120304506>

21. Zhardemov, B., Kanatbayev, T., Abzaliyeva, T., Koilybayev, B., Nazarbekova, Z., 2021, Justification of location of LNG infrastructure for dual-fuel locomotives on the railway network in Kazakhstan, *Procedia Computer Science*, Volume 149, pp. 548-558. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919301838>

Авторлар туралы мәлімет:

Табинбаев Аманжол Муратович, «технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» білім беру бағдарламасы бойынша докторант. Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Қ.Сәтбаев көшесі, 22 үй, Алматы қаласы 410003 Қазақстан Республикасы. 8-700-217-46-10 Джолдасова Куралай Каирберлиновна, техника ғылымдарының кандидаты, «технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Қ. Сәтбаев көшесі, 22 үй, Алматы қаласы, 410003, Қазақстан Республикасы. 8-701-372-11-90

Биниязов Абзал Махсотович, философия докторы (PhD), «көлік және технологиялар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Батыс Қазақстан инновациялық технологиялық университеті, Орал, Ихсанов көшесі 44/1 үй, 090009, Қазақстан Республикасы, 8-775-300-64-62

Денисов Александр Сергеевич, техника ғылымдарының докторы, «тасымалдауды ұйымдастыру, жол қозғалысының қауіпсіздігі және автомобильдерге қызмет көрсету» кафедрасының профессоры. Ю.А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, Саратов қаласы, Политехническая көшесі, 77 үй, 410003 Ресей Федерациясы. 8-960-357-06-70

Табинбаев Аманжол Муратович, докторант по образовательной программе «Транспорт, транспортная техника и технологии», кафедры «Технологические машины и транспорта». Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы 410003 Республика Казахстан.

Джолдасова Куралай Каирберлиновна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорта».

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы 410003 Республика Казахстан.

Биниязов Абзал Махсотович, доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры «Транспорт и технологии», Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск, 090009, Республика Казахстан

Денисов Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Организация перевозок, безопасность движения и сервис автомобилей». Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов 410003 Российская федерация.

Tabynbayev Amanzhol Muratovich, Doctoral Student in the educational program "Transport, Transport Equipment and Technologies", Department "Technological Machines and Transport". Satbayev Kazakh National Research Technical University, Almaty 410003 Republic of Kazakhstan. Dzholdasova Kuralay Kairberlinovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Technological Machines and Transport". Satbayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, 410003, Republic of Kazakhstan.

Biniyazov Abzal Makhsotovich, Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor of the Department "Transport and Technologies", West Kazakhstan Innovation and Technology University, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan

Denisov Alexander Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Organization of transportation, traffic safety and car service". Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov 410003 Russian Federation.



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).