

Маневрлік локомотивтерге газды отынды пайдалану тиімділігін негіздеу

¹***БАҚЫТ Ғабит Бақытұлы**, PhD, қауымдастырылған профессор, gaba_b@bk.ru,

¹**БАУБЕКОВ Ермек Ельтаевич**, т.ғ.д., қауымдастырылған профессор, baubekov3@mail.ru,

²**СӘРСЕНОВ Қуантхан Жанарбекұлы**, докторант, kuantkhans@gmail.com,

²**МУЗДЫБАЕВА Альфия Сеитовна**, т.ғ.к., профессор, muzdybaeva@mail.ru,

³**ГРАЧЕВ Владимир Васильевич**, т.ғ.д., доцент, v_grach@mail.ru,

¹Логистика және көлік академиясы, Шевченко көшесі, 97, Алматы, Қазақстан,

²«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ,

Д. Серікбаев көшесі, 19, Өскемен, Қазақстан,

³Император Александр I Петербург мемлекеттік қатынас жолдары университеті, Мәскеу даңғылы, 9, Санкт-Петербург, Ресей,

*автор-корреспондент.

Андатпа. Соңғы жылдары Ресейлік және басқа елдің бірқатар ғалымдары көлік құралдары үшін тиімді күштік қондырғылары жөнінде және олар үшін экономикалық және экологиялық талаптарды қанағаттандыратын отын түрін таңдау бойынша зерттеу жұмыстарымен айналысып келеді. Зерттеудің мақсаты – маневрлік тепловоздар үшін дизель отынымен бірге сұйылтылған және сығылған табиғи газды отынды қолдану мүмкіндігін қарастыру және тиімділігін негіздеу табылады. Әдебиеттік шолуларға сәйкес газ-дизельді қозғалтқыш үлгісін жасауға қойылатын негізгі талаптар жинақталды. Көлік түрлері үшін қолданылатын газды отындардың негізгі қасиеттері қарастырылып, локомотивтік қозғалтқыштарды газды отынмен тұрақты қамтамасыз ету мүмкіндігі негізделді. Жүргізілген талдаулар мен зерттеулер нәтижесінде сұйылтылған табиғи газды дизель отынына қоспа ретінде қолдану күштік қондырғының жұмыс көрсеткіштеріне оң әсер ететіні анықталды және негізделді.

Кілт сөздер: маневрлік тепловоздар, сұйытылған табиғи газ, сығылған газ, экологиялық және экономикалық тиімділік, энергетикалық қондырғылар, газ-дизельді қозғалтқыш.

Кіріспе

Теміржол тартым жылжымалы құрамда қозғалтқыштарды пайдаланудың өзіндік ерекшеліктері бар, олар көліктің осы түрінде газды отынды қолдануға мүмкіндік береді. Локомотивтің өнімділігі жүктеме және сыртқы жылдамдықты сипаттамаларымен де ерекшеленеді, өйткені бұл жағдайда иінді біліктің айналу жиілігі де, жанармайдың циклдік берілуі де өзгереді. Бұл дегеніміз, сапалық реттеу кезінде қоспаның құрамы немесе сандық реттеу кезінде қоспаның мөлшері өзгеруі керек. Ауыспалы режим басқарушы органның тепловоз сипаттамасының жаңа нүктесіне сәйкес келетін жаңа позицияға жылдам ауысуымен сипатталады. Теміржол тасымалы тәжірибесінде газ тәрізді отынды қолданудың салыстырмалы түрде аз тәжірибесі бар. Отынның осы түрімен локомотивтерді пайдаланудың бірнеше сәтті әрекеттерін атап өтуге болады [1].

Газ-дизель процесін қолдана отырып газ-

ды қозғалтқыш модификациясын жасау кезінде міндеттер қойылды [2]:

- жылу заряды бойынша 12-15% шегінде тұтану отынының шығынын алу;

- қозғалтқыштың іске қосу қасиеттерін сақтау;

- қарапайым және сенімді реттеу жүйесін құру;

- қозғалтқыш тораптарын минималды өзгерту және отынның бір түрінен екіншісіне жылдам ауысуды жүзеге асыра отырып, тек дизель отынымен жұмыс істеу мүмкіндігін сақтау.

Дизель отынын өндіруді арттыру оның фракциялық құрамын кеңейту (ауыр фракцияларды қосу) немесе мұнай өңдеу сапасын арттыру арқылы мүмкін болады. Алайда, бұл міндет мұнай өңдеу өнеркәсібімен шешілмейді, ал тепловоздар үшін мұндай отынды қолдану қозғалтқыштардың энергия ресурстарының төмендеуімен және оларды жабдықтау мен пайдалану шығындарымен

байланысты.

Елімізде және шетелде жұмыс жүргізіліп жатқан балама отындардан көмірден, тақта-тастардан, табиғи газдан және басқа материалдардан алынған синтетикалық отындарды қарастыруға болады. Мұндай отындарға, мысалы, метанол және диметил эфирі ($\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$) жатады. Диметил эфирі жақсы моторлық және экологиялық қасиеттерге ие және оны метанол өндіру процесінде алуға болады [2]. Алайда, елімізде синтетикалық отындарды өндіретін тәжірибелі қондырғылар ғана бар немесе құрылуда және оларды алудың қолданыстағы технологиялық процестері бүгінге дейін экономикалық тұрғыдан тиімді емес, өйткені олар үлкен энергия шығындарын қажет етеді.

Тепловоздарда қолдануға ең дайыны болып – табиғи газ (метан) табылады. Сонымен қатар, табиғи газдың энергетикалық және физикалық сипаттамалары – дизель отынымен салыстырғанда жуық шамамен 10%-ға жоғары массалық калориялығы, 1,5-2,0 есе жақсартылған экологиялық көрсеткіштері (1-кесте), майлау майының қызмет ету мерзімін 30-40%-ға ұлғайту – газ-дизельді локомотивтер жұмысының неғұрлым жоғары экономикалық, экологиялық және ресурстық көрсеткіштерін алуға мүмкіндік береді. Осылайша, тепловоздарды мотор отынымен тұрақты қамтамасыз ету, оны сатып алу шығындарын азайту, сондай-ақ экологиялық көрсеткіштерді арттыру мәселесін шешудің ең нақты және тиімді бағыты табиғи газды қолдану болып табылады [3].

Кез-келген көлік түрін газға ауыстырудың негізгі ережелерінің бірі – оны қолдануда қаншалықты қауіпсіз екендігі. Пайдалану және қызмет көрсету ережелерін сақтамаған

жағдайда кез-келген техникалық құрылғы белгілі бір қауіп төндіреді. Ықтимал қауіпті анықтау кезінде газдардың физикалық-химиялық қасиеттерін, мысалы, температура мен өздігінен тұтанудың концентрациялық шектерін ескеру қажет.

Материалдар мен әдістер

Табиғи газ екі күйде болуы мүмкін: сұйытылған және сығылған. Барлық жағдайларда газ қозғалтқыштың цилиндрлеріне сығылған түрде беріледі, сондықтан тепловозда тасымалданатын газ қорының жай-күйі таңдалады.

Сұйытылған табиғи газ – криогендік сұйықтық (құрамы бойынша іс жүзінде сұйық метан CH_4), қысымға байланысты, теріс температурада $-155\text{ }^\circ\text{C}$ -тан $-162\text{ }^\circ\text{C}$ -қа ($118\text{--}111\text{ K}$) дейін сақталады. Сұйытылған табиғи газ оны газ тәрізді күйге ауыстырғаннан кейін, оның ауқымды өндірісін ұйымдастыруды қамтамасыз ете отырып, іштен жану қозғалтқыштарында, сондай-ақ жылу энергетикасының барлық түрлерінде қолдануға жарамды болуы мүмкін [3].

Сығылған газға қарағанда оның артықшылығы бар, бұл салқындату кезінде оның тығыздығы шамамен 600 есе артады. 20,0 МПа-ға дейін сығылған кезде (газ баллондарындағы әдеттегі қысым) газдың тығыздығы 200 есе артады. Сондықтан теориялық тұрғыдан сұйытылған газдың бірдей геометриялық көлемінде сығылған газға қарағанда 3 есе көп болуы мүмкін. Алайда, іс жүзінде дизельден ыстық су беру жүйесі бар газ-сулы жылу алмастырғышта сұйытылған табиғи газды жылыту қажеттілігі, тепловоз жүктемесінің күрт өзгермелі режимдеріндегі жылу алмастырғыштың жылу инерциясы және сы-

1-кесте – Газды отындардың негізгі қасиеттері

Көрсеткіштері		Табиғи газ (90-98% метан)	Сұйық метан	Сұйылтылған пропан-бутан газы
Тығыздығы, кг/м ³ (кг/л)		0,72-0,75	(0,415)	(0,54)
Жану жылуы, кДж/м ³ (кДж/л)		32680-34360 (48965)	20700	24800
Стехиометриялық коэффициенті, м ³ /м ³ (м ³ /кг)		9,3-9,6	14,2	12,7
Стехиометриялық құрамдағы отын-ауа қоспаларының жануы кезінде бөлінетін жылу, кДж/м ³		3200-3250	3230	3480
Өздігінен тұтану температурасы, °C		650-700	650-700	550-600
Сәйкес келетін коэффициенті	төменгі тұтану шегі	1,8-1,9	1,99	1,71-1,76
	максималды жану жылдамдығы	0,9-0,95	0,95	0,83-0,85
Октандық саны		100-110	107-120	90-100

ғылған газға резервтік сыйымдылықты орнату қажеттілігінен туындаған сұйытылған газдың үлкен тығыздығының артықшылығын толық пайдалануға мүмкіндік бермейді. Көрсетілген агрегаттар, басқару автоматикасы, қауіпсіздік құрылғылары, сондай-ақ газ-ауалы жылу алмастырғыштарды орналастыру үшін тепловозда бос орынды талап етеді [4]. Егер, мысалы, тепловоздың криогендік тендер көлемінде криогендік сыйымдылықтар мен аталған жабдықтың орнына 25,0 МПа қысыммен сығылған газы бар баллондар орнатылса, онда оларға 10 тоннаға дейін сығылған газ орналастыруға болады. Криогендік тендерге 17 тонна сұйытылған табиғи газ орналастырылады және оны сақтау температурасын қамтамасыз ету үшін 3 тоннаға дейін технологиялық қорды құрайды. Осылайша, сығылған күймен салыстырғанда сұйытылған күйдегі табиғи газ қорының ұлғаюы іс жүзінде 25...28%-дан аспайды.

Сығылған табиғи газ қозғалтқыш цилиндрлеріне беруге жарамды күйде, оны сақтау үшін жоғары қысымды қолдану қажет, бұл газ құбырларын тығыздауда және пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз етуде белгілі бір қиындықтар туғызады.

Сығылған газдың апаттық ағуы кезінде оның кенеттен кеңеюіне байланысты тесіктің шеттері қатып қалады, соның әсерінен газдың жеткізілуі қысқарады немесе толқымалы болады.

Осылайша, агрегаттық күйлердің әрқайсысының өзіндік кемшіліктері бар, сондықтан оны таңдау тепловоздардың жұмыс жағдайына байланысты болуы керек [2, 4].

Жұмыс режимдері анағұрлым тұрақты және жанармай құю станциялары арасындағы жүріс олардың деподан үлкен алыстауына байланысты маневрлік локомотивтерге қарағанда маңыздырақ болатын магистральдық тепловоздар үшін екі агрегаттық күйді де қарастыруға болады. Алайда, сұйытылған газды газбен жабдықтау инфрақұрылымын құруға айтарлықтай шығындар газ-дизельді локомотивтердің жеткілікті мөлшерімен ақталатын оның өндірісі бар аймақтарда ғана қолдануға болады. Алайда, сұйытылған табиғи газ өндірісі сұйылтуға, сақтауға, тасымалдауға және сұйытылған табиғи газды пайдалануға арналған жабдықтарды жасау және өндіру бойынша криогендік технологиялар негізінде тұтас индустрияны дамытуды талап етеді; оны қолдану газдизельді локомотивтерді жаппай енгізу кезінде ғана ақталатын болады.

Нәтижелер

Табиғи газдың маңызды қасиеттерінің бірі, оны локомотив шаруашылығы үшін

тартымды етеді және зиянды шығарындылары аз, ең алдымен жоғары экологиялық таза тиімді қозғалтқыштар жасауға мүмкіндік береді. Газды отындарда сутегі/көміртегі қатынасы 2,5-4,0 құрайды, ал молекулалар химиялық тұрақты және құрылымы жағынан қарапайым. Бұл жанармайдың жану процесінің жоғары сапалы ағынын, қозғалтқыштың детонациясыз жұмысын және жану өнімдерінің жоғары экологиялық тазалығын (отынның сутегі/көміртегі қатынасы неғұрлым жоғары болса, жану өнімдерінде CO_2 соғұрлым аз түзіледі) қамтамасыз етеді [3].

Мұнай негізіндегі отынға қатысты энергетикалық қасиеттері бойынша газ отынының артықшылықтары жоғары октан санымен, жанудың меншікті жылуымен, стехиометриялық қатынасымен (отынның толық жануы үшін қажетті ауа мөлшерімен) және стехиометриялық қоспаның төмен жану жылуымен анықталады. Меншікті еңбек шығындары, күрделі салымдар және тұтыну құны бойынша газды отындар көмір мен мұнай отындарына қарағанда әлдеқайда үнемді.

Газды пайдаланудың ыңғайлылығы да үлкен маңызға ие: қатты және сұйық отындарды пайдалану кезінде қажет болатын алдын ала дайындау және беру құрылғыларының қажеті жоқ. Газды отынды реттеу оңай, газ ауамен және басқа газдармен оңай араласады. Газ отынын қолдану мұнай негізіндегі отынмен салыстырғанда зиянды шығарындыларды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді – күкірт шығарындыларын толығымен алып тастау, азот оксидтерінің (NO_x) шығарындыларын түбегейлі (90%-ға дейін) азайту және көмірқышқыл газының (CO_2) және бөлшектердің шығарындыларын айтарлықтай (30%) азайту [5].

Дизель отынының шығынын азайтудың, қозғалтқыштардың мотор ресурсын ұлғайту және газды кеңінен қолдану жөніндегі міндеттерді бір мезгілде орындау кезінде зиянды шығарындыларды азайтудың ең перспективалы жолдарының бірі – локомотив қозғалтқыштарын газ отынына ауыстыру болып табылады.

Экономикалық және экологиялық қолайлылығы газ отынын пайдалану әлеуетін кешенді талдауға негізделген газ отынын пайдалану тиімділігін анықтау бірқатар факторлардың өзгеруін ескеретін кешенді міндет болып табылады, олардың кейбіреулері локомотив паркі тұтынатын дизель отынының көлемі және оны табиғи газға ауыстыру пайызы болып табылады.

Газ дизель отынын қолданудың кешенді критерийі үш көрсеткішті пайдалана отырып бағаланады [5]:

1) *экологиялық тиімділік* – қоршаған ортаға зиянның болмауы немесе азайтылуы;

2) *энергетикалық тиімділік* – термиялық ПЭК-і, отын үнемділігі, қол жетімділік, пайдаланудағы технологиялық қолайлылығы;

3) *экономикалық тиімділік* – отын түрін алмастырудан болатын (немесе үнемдеудің) экономикалық әсері.

Соңғы жылдарда «ҚТЖ – Жүк тасымалы» ЖШС бойынша орташа дизель отынын тұтыну көлемі және локомотивтердің тіркелген паркінің орташа саны артып отырғандығы белгілі (2-кесте).

Маневрлік тепловоздар үшін газды отынды қолдану электрлендірілген теміржолдар үшін де дизель отынын үнемдеу мәселелерін шешеді. Бұл экологиялық тұрғыдан да тиімді, өйткені ірі сұрыптау станциялары, соның ішінде электрлендірілген теміржолдардың бөлігі қалалар шегінде немесе оларға жақын орналасқан [3, 5]. Бұл теміржол көлігінде газ отынын бірінші кезекте маневрлік тепловоздарда пайдаланудың ұтымдылығын көрсетеді.

Талқылау

Маневрлік тепловозбен газды отынның шығынын есептеу газды отынға ауысқан кезде осы жылжымалы бірліктің негізгі көрсеткіштерін анықтауды талап етеді. Қозғалтқыш конструкциясының өзгеруі оның жұмыс көрсеткіштеріне қатысты емес. Локомотивтің жұмыс көрсеткіштері оған газды отынды сақтауға арналған қосымша сақтау орындарын орналастыруға байланысты өзгереді. Сыйымдылықтарды орнату тепловоз өлшемдерінің ұлғаюына әкеледі, бұл белгілі бір шектерге дейін локомотив жұмысының үнемді нәтижелеріне әсер етпейді. Өлшемдердің ұлғаюы деподағы тепловоздық стойлалардың көлемін ұлғайтуды талап ете бастағанда ғана тепловоздың экономикалық тиімділігінің төмендеуіне әкеледі. Тепловоздың массасының өсуі, бір жағынан, массасы аз пойыздармен салыстырғанда оның жұмысының көрсеткіштерін айтарлықтай төмендетпейді, бірақ екінші жағынан, жүк ағынының өсуін және сұрыптау құрылғысының жұмысының қарқындылығын ескере отырып, үл-

кен маңызға ие маневрлік тепловоздармен үздіксіз өңделуі мүмкін [1, 4].

Зерттеу жұмыстарын талқылауда газды отынның жұмысы 20 МПа қысымдағы сығылған табиғи газды және 0,6 МПа-дан аспайтын қысымдағы сұйытылған табиғи газды қарастырған болатынбыз. Дизель отынының штаттық бағының орнына әрқайсысының салмағы 128 кг және диаметрі 420 мм металл композиттік материалдардан жасалған 14 баллон орналастырылады, олардың биіктігі шамамен 2500 мм, онда 20 МПа қысымда және тығыздығы 133,92 кг/м³ болғанда шамамен 109,8 кг сығылған газды сақтауға болады, бұл жабдықтау (экипировка) мерзімдерін 4 тәулікке дейін арттырады [4]. Алайда, бұл жағдайда цилиндрлі баллондарды техникалық қызмет көрсету кезінде тез алып тастауға болатындай етіп орналастыру керек. Бұл жағдайда жабдықтар оларды тепловозға толтыруды қарастырған жөн.

Жоғарыда қарастырылған жағдайда дизель отынының қажетті қоры тепловоз жақтауының астында орналасқан бакта орналасуы мүмкін. Бір мезгілде ілінісу массасын да, жүріс қорын да сақтау талабы болған кезде бұрынғы деңгейде 20 МПа қысымы бар сығылған табиғи газға арналған сыйымдылықпен, сыйымдылығы 1000-нан 1800 кг-ға дейін және сұйытылған табиғи газ 2700 кг-ға дейін орналастырылуы керек. Бұл жағдайда тепловоздың массасы 200 тоннаға дейін артады. Бұл деректер маневрлік жұмыс үшін отын шығыны мен локомотивтің өнімділігін есептеуге мүмкіндік береді.

Қазақстанның табиғи газдың айтарлықтай үлкен қоры бар екені белгілі. Бұл табиғи газ қорлары Қазақстанның барлық аумағында көлік кешенін (оның ішінде теміржол көлігін де) отынмен қамтамасыз ете алады. Темір жол көлігінде газ отынын қолдану нәтижесінде отын-энергетикалық кешендерді кеңейту тұрғысынан да, зиянды заттар шығарындыларының деңгейін төмендету тұрғысынан да теміржол көлігінің пайдаланудың тиімділік көрсеткіштері артады.

2-кесте – «ҚТЖ – Жүк тасымалы» ЖШС бойынша орташа дизель отынын тұтыну көлемі және локомотивтердің тіркелген паркі

Локомотив	Орташа саны	Дизель отынының орташа жылдық шығыны	
		тоннамен	%
Магистральдық	711	632502,02	85
Маневрлік	509	112853	15
Барлығы	1220	754355	100

Қорытынды

Сыртқы қоспаның пайда болуымен отын-ауа қоспасы газ-ауалық араластырғышта немесе араластырғыш клапанда дайындалады, оның мақсаты газ бен ауаны белгілі бір пропорцияда мұқият араластыру болып табылады.

Мұнайды өндіру мен өңдеудің қымбаттауына байланысты дизель отыны құнының өсуі мұнай отынын неғұрлым ұтымды және үнемді пайдалану қажеттілігін талап етеді.

Табиғи газды дизель отынына қосымша ретінде қолдану дизельдің жұмысына оң әсер ететіні анықталды.

Жүргізілген талдау негізінде осы бағыттағы әрі қарайғы зерттеулердің қажеттілігі тұжырымдалды және бағыттары анықталды.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант №AP22688234).

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Боксерман Ю.И. Перевод транспорта на газовое топливо / Ю.И. Боксерман, Я.С. Мертвичан, К.Ю. Чириков. – М.: Недра, 1988. – 220 с.
2. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Гос. изд. физ. мат. лит., 1973. – 708 с.
3. Володин А.И., Сквородников Е.И., Анисимов А.С. Комплексный анализ термодинамических, экономических и экологических характеристик тепловозных дизелей в условиях эксплуатации: Монография. – Омск, 2011. – 165 с.
4. Марков В.А. Топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей / В.А. Марков, С.И. Козлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 296 с.
5. Лытко В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Лытко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: МАДИ(ТУ), 2000. – 311 с.

Обоснование эффективности использования газового топлива на маневровых локомотивах

¹***БАҚЫТ Ғабит Бақытұлы**, PhD, ассоциированный профессор, gaba_b@bk.ru,

¹**БАУБЕКОВ Ермек Ельтаевич**, т.ғ.д., ассоциированный профессор, baubekov3@mail.ru,

²**СӘРСЕНОВ Қуантхан Жанарбекұлы**, докторант, kuantkhans@gmail.com,

²**МУЗДЫБАЕВА Альфия Сеитовна**, к.т.н., профессор, muzdybaeva@mail.ru,

³**ГРАЧЕВ Владимир Васильевич**, д.т.н., доцент, v_grach@mail.ru,

¹Академия логистики и транспорта, ул. Шевченко, 97, Алматы, Казахстан,

²НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», ул. Д. Серикбаева, 19, Усть-Каменогорск, Казахстан,

³Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Московский проспект, 9, Санкт-Петербург, Россия,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В последние годы ряд ученых России и других стран занимаются исследованиями по эффективным силовым установкам для транспортных средств и по выбору для них вида топлива, удовлетворяющего экономическим и экологическим условиям. Целью исследования является рассмотрение и обоснование эффективности использования сжиженного и сжатого природного газа в сочетании с дизельным топливом для маневровых тепловозов. В соответствии с литературными обзорами обобщены основные требования к созданию модели газодизельного двигателя. Рассмотрены основные свойства газового топлива, используемого для транспортных средств, и обоснована возможность постоянного снабжения локомотивных двигателей газовым топливом. В результате проведенных

анализов и исследований выявлено и обосновано, что применение сжиженного природного газа в качестве добавки к дизельному топливу положительно влияет на показатели работы силовой установки.

Ключевые слова: маневровые тепловозы, сжиженный природный газ, сжатый газ, экологическая и экономическая эффективность, энергетические установки, газодизельный двигатель.

Justification of the Efficiency of Using Gas Fuel on Shunting Locomotives

¹***BAKYT Gabit**, PhD, Associate Professor, gaba_b@bk.ru,

¹**BAUBEKOV Yermek**, Dr. of Tech. Sci., Associate Professor, baubekov3@mail.ru,

²**SARSENOV Kuantkhan**, Doctoral Student, kuantkhans@gmail.com,

²**MUZDYBAYEVA Alfiya**, Cand. of Tech. Sci., Professor, muzdybaeva@mail.ru,

³**GRACHEV Vladimir**, Dr. of Tech. Sci., Associate Professor, v_grach@mail.ru,

¹Academy of Logistics and Transport, Shevchenko Street, 97, Almaty, Kazakhstan,

²NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», D. Serikbayev Street, 19, Oskemen, Kazakhstan,

³Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Moscow Avenue, 9, Saint Petersburg, Russia,

*corresponding author.

Abstract. In recent years, a number of scientists in Russia and other countries have been engaged in research on efficient power plants for vehicles and on the choice of a fuel type for them that meets economic and environmental conditions. The purpose of the research is to consider and substantiate the efficiency of using liquefied and compressed natural gas in combination with diesel fuel for shunting locomotives. In accordance with the literature reviews, the basic requirements for creating a model of a gas-diesel engine are summarized. The main properties of the gas fuel used for vehicles are considered and the possibility of constant supply of locomotive engines with gas fuel is justified. As a result of the conducted analyses and studies, it was revealed and substantiated that the use of liquefied natural gas as an additive to diesel fuel has a positive effect on the performance of the power plant.

Keywords: shunting diesel locomotives, liquefied natural gas, compressed gas, environmental and economic efficiency, power plants, diesel engine.

REFERENCES

1. Bokserman Yu.I. Perevod transporta na gazovoe toplivo / Yu.I. Bokserman, Ya.S. Mertichan, K.Yu. Chirikov. – Moscow: Nedra, 1988. – 220 p.
2. Vargaftik N.B. Spravochnik po teplofizicheskim svoistvam gazov i zhidkostei. – Moscow: Gos. izd. fiz. mat. lit., 1973. – 708 p.
3. Volodin A.I., Skovopodnikov E.I., Anisimov A.C. Kompleksnyi analiz tepmodinamicheskikh, ekonomicheskikh i ekologicheskikh hapaktepistik teplovoznih dizelei v ucloviyah ekspluatatsii: Monografiya. – Omsk, 2011. – 165 p.
4. Markov V.A. Toplivopodacha mnogotoplivnyh i gazodizelnyh dvigatelei / V.A. Markov, S.I. Kozlov. – Moscow: Publ. MGTU im. N. E. Baumana, 2000. – 296 p.
5. Lytko V. Primenenie alternativnyh topliv v dvigatelyah vnutrennego sgopaniya / V. Lytko, V.N. Lukanin, A.S. Hachiyan. – Moscow: MADI(TU), 2000. – 311 p.